# İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

## TÜRKSAT
## Model Uydu Yarışması 2019

# Kritik Tasarım İnceleme Raporu

Critical Design Review (CDR)

## *Versiyon 1.1*

**<43415>**

**APİS-8C**

# İçindekiler(1/2)

| Ana Başlıklar | Alt Başlıklar | Sunucu |
|---|---|---|
| Giriş | İçindekiler - Takım Organizasyonu - Kısaltmalar | Uğur |
| Sisteme Genel Bakış | S.G.B. - Görev Özeti - P.S.Y.D. - S.İ.Ö. - M.U.T.B. - S.K.İ. - F.T. - G.H.M.U.U. | Yasin |
| Sensör Alt Sisteminin Tasarımı | S.A.S.G.B. - P.S.Y.D. - S.A.S.İ. - G.A.B.T. - B.S.B.T. - S.S.B.T.- P.G.S.B.T. - A.S.B:T. -K.S.T. | Eren |
| İniş Kontrol Sisteminin Tasarımı | İ.K.S.G.B. - P.S.Y.D. - İ.K.S.İ. - T.İ.K.S. - G.Y.İ.K.S. - İ.H.T. | Uğur |
| Mekanik Alt Sisteminin Tasarımı | M.A.S.G.B. - P.S.Y.D - M.A.S.İ. - G.Y.M.K.B.D. - G.Y.İ.M.S. - T.M.K.B.D. - T.İ.M.S. - T.G.Y.A. - D.S. - Kütle Bütçesi | Yasin |
| Haberleşme ve Veri İşleme Alt Sisteminin Tasarımı | HAVİ Genel Bakış – P.S.Y.D. - HAVİ Gereksinimleri - İ.S.T - H.B.S.T. - G.Z.S. - K.H.K. - G.A.B.T - Telemetri Formatı - Telekomut | Eren |

# İçindekiler(2/2)

| Ana Başlıklar | Alt Başlıklar | Sunucu |
|---|---|---|
| Elektrik Alt Sisteminin Tasarımı | E.A.S.G.B. - P.S.Y.D. - E.A.S.İ. - E.B.Ş. - G.Y.B.Ö.T. - P.G.Ö.Y. - Güç Bütçesi | Aysu |
| Uçuş Yazılımı Tasarımı | U.Y.G.B. - P.S.Y.D. - U.Y.İ. - U.Y.D.D. - Y.G.P. | Aysu |
| Yer İstasyonu Tasarımı | Y.İ.G.B. - P.S.Y.D. - Y.İ.İ. - Y.İ.A.B.T. - Y.İ.Y. | Eren |
| Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi | M.U.B.A.T.G.B.- E.S.T.P - A.S.S.T.P. - S.S.T.P. - Ç.T.P. | Uğur |
| Görev Operasyonu ve Analizler | O.G.S.G.B. - O.Y.K.Ç. - M.U.K.T.K.O. | Yasin |
| İsterlerin Uyumu | İster Uyumuna Genel Bakış - İster Uyumları | |
| Yönetim | Model Uydu Bütçesi - Diğer Masraflar - Proje Takvimi - Sonuçlar | Aysu |

# Takım Organizasyonu

# Kısaltmalar(1/3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **S.İ.Ö.** | Sistem İsterlerinin Özeti | **K.S.T** | Kamera Seçimi ve Temini |
| **M.U.T.B.** | Model Uydu Tasarımının Belirlenmesi | **İ.K.S.G.B.** | İniş Kontrol Sistemine Genel Bakış |
| **S.K.İ.** | Sistem Konseptinin İşleyişi | **İ.K.S.İ.** | İniş Kontrol Sisteminin İsterleri |
| **F.T.** | Fiziksel Tasarım | **T.İ.K.S.** | Taşıyıcı İniş Kontrol Stratejisi |
| **G.H.M.U.U.** | Göreve Hazır Model Uydunun Uyumluluğu | **G.Y.İ.K.S.** | Görev Yükü İniş Kontrol Stratejisi |
| **S.A.S.G.B.** | Sensör Alt Sistemine Genel Bakış | **İ.H.T.** | İniş Hızı Tahminleri |
| **S.A.S.İ.** | Sensör Alt Sisteminin İsterleri | **M.A.S.G.B.** | Mekanik Alt Sistemine Genel Bakış |
| **G.A.B.T.** | GPS Alıcısının Belirlenmesi ve Temini | **M.A.S.G.** | Mekanik Alt Sisteminin İsterleri |
| **B.S.B.T.** | Basınç Sensörünün Belirlenmesi ve Temini | **G.Y.M.K.B.D.** | Görev Yükünün Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni |
| **S.S.B.T.** | Sıcaklık Sensörünün Belirlenmesi ve Temini | **K.S.T** | Kamera Seçimi ve Temini |

# Kısaltmalar(2/3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **P.G.S.B.T.** | Pil Gerilim Sensörünün Belirlenmesi ve Temini | **E.A.S.G.B.** | Elektrik Alt Sistemine Genel Bakış |
| **G.Y.İ.M.S.** | Görev Yükü İçin Malzeme Seçimleri | **E.A.S.İ.** | Elektrik Alt Sistemi İsterleri |
| **T.M.K.B.D.** | Taşıyıcının Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni | **E.B.Ş.** | Elektrik Blok Şeması |
| **T.İ.M.S.** | Taşıyıcı İçin Malzeme Seçimleri | **G.Y.B.B.T.** | Görev Yükünün Bataryasının Belirlenmesi ve Temini |
| **T.G.Y.A.** | Taşıyıcı ile Görev Yükünün Arayüzü | **P.G.Ö.Y.** | Pil Geriliminin Ölçüm Yöntemi |
| **D.S.** | Dayanım ve Sürdürülebilirlik | **U.Y.G.B.** | Uçuş Yazılımına Genel Bakış |
| **İ.S.T.** | İşlemci Seçimi ve Temini | **U.Y.İ.** | Uçuş Yazılımının İsterleri |
| **H.B.S.T.** | Hafıza Birimi Seçimi ve Temini | **U.Y.D.D.** | Uçuş Yazılımı Durum Diagramı |
| **G.Z.S.** | Gerçek Zamanlı Saat | **Y.G.P.** | Yazılım Geliştirme Planı |
| **G.Y.A.B.T.** | Görev Yükünün Anteninin Belirlenmesi ve Temini | **Y.İ.G.B.** | Yer İstasyonuna Genel Bakış |

# Kısaltmalar(3/3)

| | |
|---|---|
| **Y.İ.İ.** | Yer İstasyonunun İsterleri |
| **Y.İ.A.B.T.** | Yer İstasyonun Anteninin Belirlenmesi ve Temini |
| **Y.İ.Y.** | Yer İstasyonu Yazılımı |
| **M.U.B.A.T.G.B.** | Model Uydunun Birleştirme Aşamalarına ve Testlerine Genel Bakış |
| **A.S.S.T.P.** | Alt Sistem Seviyesi Test Planı |
| **S.S.T.P.** | Sistem Seviyesi Tespit Planı |
| **Ç.T.P.** | Çevresel Testlerin Planı |
| **O.G.S.G.B.** | Olayların Görev Sırasına Genel Bakış |
| **O.Y.K.Ç** | Operasyon Yönetimi Kontrol Çizelgesi |
| **M.U.K.T.K.O** | Model Uydunun Konumunun Tespiti ve Kurtarma Operasyonu |

| | |
|---|---|
| **E.S.T. P** | Ekipman Seviyesi Test Planı |
| **T** | Test |
| **A** | Analiz |
| **TGG** | Tasarım Gözden Geçirme |
| **M** | Muayene |
| **P.S.Y.D.** | PDR'dan Sonra Yapılan Değişiklikler |

# Sisteme Genel Bakış

**<Yasin Çetin>**

# Görev Özeti (1/4)

## Görev:

Sensörler bulunduran bir görev yükünün 500 metrenin üzerinden aşağı inerken 400 metrede taşıyıcıdan ayrılması, uçuş süresi boyunca basınç, yükseklik, konum, hız, sıcaklık, pil gerilimi,üç eksende eğim açıları ve dönüş sayısı verilerini yer istasyonuna göndermesi ve canlı video aktarımı yapmasıdır.

## Ana Hedefler:

- Taşıyıcı ve görev yükü 500 metreden serbest düşüşe başlayacaklardır ve 400 metreye kadar pasif veya aktif bir iniş sistemiyle ineceklerdir. Bu inişte hız 8-10 m/s arasında olacaktır.
- Taşıyıcı ve görev yükü 400 metre yüksekliğe varınca otonom bir sistem ile ayrılacaktır.
- Görev yükü pasif bir iniş sistemiyle yere inecektir ve bu inişte hız 4-6 m/s aralığında olacaktır.
- Görev Yükü, uçuş süresince istenen bütün telemetri verilerini toplayacaktır.
- Telemetri verileri, yer istasyonuna her saniye(1 Hz) yollanacaktır.
- Telemetri verileri uydu üzerinde bulunan SD karta uçuş boyunca kaydedilecektir.
- Yer istasyonundan gönderilen telekomut görev yükünün üzerindeki SD karta kaydedilecektir.
- Model uydu, bütün görev süresince video görüntüsünü yer istasyonuna gönderecektir.
- Yer istasyonu yazılımında uydudan gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilecektir.
- Model uydu, yere indiğinde çalışmaya başlayan sesli ikaz verecektir.

# Görev Özeti (2/4)

Takımımız İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi bünyesindedir ve bu sene Türksat Model Uydu yarışmasında yarışacaktır.

# Görev Özeti (3/4)

Takımımız çalışmalarını Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesindeki atölyede gerçekleştirmektedir.

# Görev Özeti (4/4)

İNOVATİM bu sene katılacağımız yarışmalarda takımımıza sponsorluk edecektir.

# PDR’dan Sonra Yapılan Değişiklikler

- Görev yükünün rengi parlak yeşil olarak değiştirildi.
- Ayrılma mekanizması olarak servo motoru miline bağlanmış kanca sistemine geçildi.
- Devre anahtarı Pcb üzerine alındı.

# Sistem İsterlerinin Özeti (1/7)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| METİK 01 | Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yükü olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| METİK 02 | Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olmalıdır | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | X | |
| METİK 03 | Model Uydu, 180 mm yükseklik ve 80 mm çap ölçülerinde, silindirik yapıda tasarlanmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | X |
| METİK 04 | Taşıyıcı, görev süreci boyunca hiçbir yere takılmayacak şekilde tasarlanmalı ve Görev Yükü 'nü koruyacak yapıda üretilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | X |
| METİK 05 | 400 metre yüksekliğe (irtifaya) kadar, Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yükü) pasif veya aktif bir iniş sistemiyle 8-10 m/s hızla inmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| METİK 06 | 400 (+/- 10) metre yükseklikte Taşıyıcı ile Görev Yükü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | ELUY 12 | X | X | | |

# Sistem İsterlerinin Özeti (2/7)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| METİK 07 | Ayrılma mekanizması için patlayıcılar ve kimyasallar kullanılmamalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| METİK 08 | Ayrılmadan sonra Görev Yükü, pasif veya aktif bir iniş sistemi ile 4-6 m/s hızla yere inmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| METİK 09 | Model Uydu'nun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |
| METİK 10 | Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar; konnektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılıp sabitlenerek monte edilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | ELUY 14 | | X | X | |
| METİK 11 | Model Uydu'nun yere inmesi hasarsız bir şekilde sağlanmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| METİK 12 | Model Uydu'nun yere inişinden sonra kırılan veya ayrılan parçaları için hasar kontrolü gerçekleştirilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |

# Sistem İsterlerinin Özeti (3/7)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| METİK 13 | Pasif iniş sistemi ile inen görev yükünün paraşüt rengi kırmızı, taşıyıcının paraşüt rengi ise kontrast oluşturacak şekilde sarı kullanılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | | | X |
| ELUY 01 | Görev Yükü, uçuş süresince sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | | |
| ELUY 02 | Model Uydu ölçtüğü verileri, sürekli bir şekilde, verilen telemetri formatına uygun paketler halinde, yer istasyonuna her saniye (1 Hz) göndermelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | HAVİ 02 | X | X | | |
| ELUY 03 | Telemetri paketi, görev zamanını içermelidir. Görev süresince, işlemcinin yeniden başlaması durumunda bile, zaman verisi korunmalıdır.(Bunun için bir jeton pil kullanılabilir.) | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |
| ELUY 04 | Uçuş yazılımı, gönderilen paketlerin sayısını muhafaza etmeli ve 1'den başlayarak her paket iletiminde sayıyı bir artırmalıdır. Eğer işlemci yeniden başlarsa paket sayısı kaldığı yerden devam etmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | | |
| ELUY 05 | Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazdırılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |

# Sistem İsterlerinin Özeti (4/7)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| ELUY 06 | Görev Yükü üzerinde, yere bakan bir kamera olmalıdır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilmelidir. Video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| ELUY 07 | Kamera bakış açısı yeryüzüne doğru bakacak model uydu, görev süresince video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir | Temel Gereksinim | Yüksek | HAVİ 04 | X | X | | |
| ELUY 08 | Alkalin, Ni-MH, Lityum Ion piller kullanılabilir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |
| ELUY 09 | Seçilecek pil, sistemin 1 saatlik süre boyunca çalışmasına yeterli olmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| ELUY 10 | Her takım için hakemler tarafından tanımlanacak 5 haneli şifre bilgisi telekomut olarak yer istasyonu arayüzünden uçuş anındaki model uyduya gönderilecektir. Görev yükü şifreyi SD Karta kaydedecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | HAVİ 01 | X | | | |

# Sistem İsterlerinin Özeti (5/7)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| ELUY 11 | Ayrılamama durumunda, yer istasyonundan gönderilen komutla ayrılma gerçekleştirilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| ELUY 12 | Görev Yükü'nün açma kapama düğmesi olacaktır. Taşıyıcı içindeyken bile erişim sağlanabilecek şekilde tasarlanacaktır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| ELUY 13 | Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmamalıdır. . | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 10 | | X | X | |
| ELUY 14 | Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmamalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| ELUY 15 | Model Uydu yere hasarsız şekilde indikten sonra en az 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam etmelidir. Telemetri paketindeki konum bilgisi ile uydunun yeri tespit edilebilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |

# Sistem İsterlerinin Özeti (6/7)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| ELUY 16 | Model Uydu, yere temas ettiği anı algılayarak sesli ikaz vermeye başlamalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 06 | | X | X | |
| HAVİ 01 | Her takım kendine ait yer istasyonunu geliştirmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 08 | X | X | | |
| HAVİ 02 | Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | | |
| HAVİ 03 | Yer istasyonu arayüzünde Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | X | X |
| HAVİ 04 | Yer istasyonu yazılımında Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri kaydedilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| HAVİ 05 | Video yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |

# Sistem İsterlerinin Özeti (7/7)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| HAVİ 06 | Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saat çalışacak durumda olmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | | X |
| HAVİ 07 | Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |

# Silindirik Tasarım

**KRİTERLER**

## Avantajları:

- Keskin kenarları yoktur, bu ayrılmayı kolaylaştırır.
- Rokete yerleştirmek daha kolaydır.
- Optimum kütle/hacim oranına sahiptir.

## Dezavantajları:

- Elektronik olarak yerleşim yapmak daha zor olacaktır.

**Silindirik Tasarımın Seçilme Sebepleri :**

Silindirik tasarım sahip olduğu geometrik yapısı sayesinde model uydu yapımı için avantajlı bir seçimdir.Örneğin;

- Silindirik tasarım, düz kenarı ve köşeleri olmamasından dolayı zayıf noktalara sahip değildir. Bu da yüksek basınç değerlerinde daha dayanıklı olması olmasını sağlamaktadır.
- Silindirik tasarımın ayrılma esnasında sıkıntı yaşanma riski daha azdır. Çünkü herhangi bir yere takılma ihtimali yoktur.
- Silindirik tasarım bize üretim kolaylığı sağlamaktadır.

# Sistem Konseptinin İşleyişi (1/3)

**1)** Roket fırlatılır.

**2)** Model uydu roketle birlikte yükselir.

**3)** Roket belli yüksekliğe ulaşır ve model uydu roketten ayrılır.

**500 m**

**4)** Taşıyıcı ve görev yükü otonom şekilde ayrılır.

**400 m**

**5)** Taşıyıcı ve görev yükü birbirinden bağımsız olarak inişe devam eder.

**6)** Taşıyıcı ve görev yükü inişini tamamlar.

**0 m**

# Sistem Konseptinin İşleyişi (2/3)

**Uçuş Öncesi**

- Yarışma alanına ulaşma.
- Yer istasyonu kurulumu.
- Model uydunun bütünlüğü ve konfigürasyonu için son kontrol ve yarışma görevlilerine teslimi.

**Uçuş**

- Uydunun rokete yüklenmesi.
- Sistem Konseptinin işleyişi olaylarının gerçekleşmesi (Önceki Slayt).
- Telemetri verilerinin toplanması ve video görüntüsünün yer istasyonu tarafından kaydedilmesi.

**Uçuş Sonrası**

- Görev Yükü ve konteynerin GPS verisi ve ikaz sesi (buzzer) ile kurtarılması
- Yarışma alanına geri dönüş.
- Toplanan telemetri verilerinin analizleri.
- PFR'a hazırlık.
- PFR'ın jüriye sunumu.

# Sistem Konseptinin İşleyişi (3/3)

TÜRKSAT Model Uydu Yarışması

| | | |
|---|---|---|
| **Varış** | • Yer istasyonu ve haberleşme araçlarının kurulumu.<br>• Model uydunun teknik kontrolleri yapılır. | **Operasyon Kontrol Görevlisi:** Altuğ Ertan |
| **Uçuşa Hazırlık** | • Görev Yükü'nün çalışır duruma getirilmesi.<br>• Yer istasyonu ve model uydu arasındaki iletişiminin kontrol edilmesi<br>• Model uydunun rokete yerleştirilmesi. | **Hazırlama Ekibi:** Aysu Sarı - Uğur Can Çakır |
| **Uçuş** | • Telekomut gönderilir ve Görev Yükü'ndeki SD karta kaydedilir.<br>• Roket uçuşa başlar ve 500 metrenin üstüne çıkınca Model Uydu roketten ayrılır.<br>• Model uydu 400 metreye gelince ayrılma mekanizması otonom olarak çalışır ve Görev Yükü konteynerden ayrılır. Görev Yükü uçuşa devam ederken iniş süresi boyunca bütün gerekli telemetri verilerini yer istasyonuna iletir ve canlı video aktarımı yapar. | |
| **Kurtarma** | • Konteyner ve Görev Yükü pasif inişini tamamlar, 1 dakika sonra telemetri verilerinin alımı durur ve sesli uyarı başlar.<br>• Taşıyıcı'yı ve Görev Yükü'nü bulan Kurtarma Ekibi üyeleri Saha Hakemi'ni çağırır. | **Kurtarma Ekibi:** Özen Haliç - Yasin Çetin |
| **Analiz** | • Görev yükünden gelen telemetri verilerinin analizi.<br>• Yer İstasyonu Ekibi'nin takımın uçuş bilgilerini Yer İstasyonu Hakemi'ne teslim etmesi.<br>• PFR'a hazırlık. | **Yer İstasyonu Ekibi:** Eren Uzunyayla |

## TAŞIYICI

17 mm Boşluk
(Paraşüt İçin)
Z
180 mm
Ara Plaka
(3mm)
X
Pencere
(20x45 mm)
Y
80 mm

# Fiziksel Tasarım (2/5)

## GÖREV YÜKÜ

## Görev Yükü ve Taşıyıcının Patlama Görünümleri

## ELEKTRİK ELEMANLARININ BOYUTLARI VE KONUMLARI

# Fiziksel Tasarım (5/5)



## AYRILMA MEKANİZMASI

➠ Görev yükünün orta kısmında kendisi için tasarlanan bölmede bulunan servo motorun mili taşıyıcının ara plağına kanca sistemi ile bağlıdır. Başlangıçtan itibaren hareketsiz olan servo motor mili, iniş sırasında 400 metreye gelince otonom bir şekilde 90 derece döner ve kancayı serbest bırakır. Böylece ayrılma gerçekleşir ve taşıyıcı ve görev yükü 2 bağımsız parça olarak inişlerine devam ederler.

## BOYUTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

- Sistem gereksinimlerinde istenen taşıyıcı boyutu ile taşıyıcımızın boyutları aynıdır. (180 mm yükseklik , 80 mm çap)
- Görev yükünün çapı 68 mm, yüksekliği ise 148 mm'dir.
- Yan taraflardaki şekillerde göründüğü gibi görev yükümüz taşıyıcıya sığmaktadır.

| Model Uydu Boyutları | İster Boyutları |
|---|---|
| 80 mm çap | 80 mm çap |
| 180 mm yükseklik | 180 mm yükseklik |

# Sensör Alt Sisteminin Tasarımı

**Hakkı Eren Uzunyayla**

# Sensör Alt Sistemine Genel Bakış

| SENSÖR TİPİ | MODEL | FİYAT |
|---|---|---|
| GPS | Adafruit Ultimate GPS | 359,04 TL |
| Basınç | BMP180 | 19,96 TL |
| Sıcaklık | BMP180 | 19,96 TL |
| Pil Gerilim | Teeensy 3.5 analog giriş pini | - |
| Auto-Gyro | Adafruit BNO055 | 258,86 TL |
| Kamera | Eachine DTX03 | 119,90 TL |

# PDR’ dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri

- Auto-Gyro sensörü için MPU6050 çıkartılmış, yerine Adafruit BNO055 seçilmiştir. MPU6050’nin hata payı +/-2 dereceden +/-5 dereceye kadar çıkabilirken BNO055’in hata payı +/- 1 derece olduğundan daha kesin ölçüm yapabilmesi nedeniyle seçilmiştir.

- Sıcaklık ve basınç sensörleri için BME280 çıkartılmış, yerine BMP180 konulmuştur. BME280 devre boyutlarına fazla geldiği için,yerine daha küçük boyutlara sahip olan BMP180 konmuştur.

- Kamera için Eachine1000tvl çıkartılmış, yerine Eachine DTX03 konulmuştur. DTX03, diğer kameraya göre daha iyi görüntü kalitesi sunmakta ve canlı görüntü aktarımı yapabilmektedir. Ayrıca içerdiği SD kart sayesinde görüntüleri kaydedebilmektedir.

# Sensör Alt Sisteminin İsterleri (1/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İster | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| ELUY 01 | Görev Yükü, uçuş süresince sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | | |
| ELUY 02 | Model Uydu ölçtüğü verileri, sürekli bir şekilde, verilen telemetri formatına uygun paketler halinde, yer istasyonuna her saniye (1 Hz) göndermelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | HAVİ 02 | X | X | | |
| ELUY 03 | Telemetri paketi, görev zamanını içermelidir. Görev süresince, işlemcinin yeniden başlaması durumunda bile, zaman verisi korunmalıdır. (Bunun için bir jeton pil kullanılabilir.) | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |
| ELUY 05 | Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazdırılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | | | X | X | |

# Sensör Alt Sisteminin İsterleri (2/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum /Açıklama | Öncelik | İlişkili İster | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| ELUY 06 | Görev Yükü üzerinde, yere bakan bir kamera olmalıdır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilmelidir. Video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | | X | X | | |
| ELUY 07 | Kamera bakış açısı yeryüzüne doğru bakacak model uydu, görev süresince(sistem çalışmaya başladığı andan itibaren) video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | HAVİ 04 | X | X | | |
| ELUY 13 | Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmamalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 10 | | X | X | |
| ELUY 15 | Model Uydu yere hasarsız şekilde indikten sonra en az 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam etmelidir. Telemetri paketindeki konum bilgisi ile uydunun yeri tespit edilebilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | | |
| ELUY 16 | Model Uydu, yere temas ettiği anı algılayarak sesli ikaz vermeye başlamalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 06 | | X | X | |

# GPS Alıcısının Özellikleri ve Temini

| MODEL | ÇALIŞMA GERİLİMİ | HASSASİYET | HABERLEŞME ARAYÜZÜ | BOYUT | AĞIRLIK | FİYAT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Adafruit Ultimate GPS | 3.0 V / 5.5 V | 1.8 m | UART | 25 mm x 35 mm x 6.5 mm | 8,5 g | 359,04 TL |

**Karar verilen GPS alıcısı: Adafruit Ultimate GPS**

- Yüksek hassasiyete sahiptir.
- Üzerindeki 3.3V besleme pini sayesinde direkt mikrokontrolcüden beslenebiliyor.
- Anteninin üzerinde olmasından dolayı hacim tasarrufu sağlar.
- Sensör internetten temin edilmiştir.

# Basınç Sensörünün Özellikleri ve Temini

| MODEL | ÇALIŞMA GERİLİMİ | ÇALIŞMA ARALIĞI | HASSASİYET | HABERLEŞME ARAYÜZLERİ | BOYUT | AĞIRLIK | FİYAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BMP180 | 1,8 V / 3,6 V | 300 hPa / 1100 hPa | ±1 hPa | I²C | 14 mm x 12 mm | 1 g | 19,96 TL |

**Karar verilen sensör: BMP180**

- Yüksek hassasiyete sahiptir.
- Düşük akım çeker.
- Boyutlarının oldukça küçük olmasından dolayı hacim tasarrufu sağlamıştır.
- Kütüphanesinin kullanımı kolaydır.
- Sensör internetten temin edilmiştir.

# Sıcaklık Sensörünün Özellikleri ve Temini

| MODEL | ÇALIŞMA GERİLİMİ | ÇALIŞMA ARALIĞI | HASSASİYET | HABERLEŞME ARAYÜZLERİ | BOYUT | AĞIRLIK | FİYAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BMP180 | 1,8 V / 3,6 V | -40 °C / 85 °C | ±1 °C | I²C | 14 mm x 12 mm | 1 g | 19,96 TL |

**Karar verilen sensör: BMP180**

- Yüksek hassasiyete sahiptir.
- Aynı anda hem basınç hemde sıcaklık sensörü yerine geçtiğinden hacim tasarrufu sağlamıştır.
- I²C portu üzerinden hızlı veri aktarımı yapar.
- Sensör internetten temin edilmiştir.

# Pil Gerilim Sensörünün Özellikleri ve Temini

| MODEL | ÇALIŞMA GERİLİMİ | DOĞRULUK | HABERLEŞME ARAYÜZLERİ | BOYUT | AĞIRLIK | FİYAT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Teensy 3.5 analog giriş pini | 0 V / 5 V | % +/-0.03 | Analog | - | - | - |

**Seçilen Pil Gerilim Sensörü: Teensy 3.5 Analog giriş pini**

•Oldukça düşük hata payı sayesinde daha sağlıklı ölçüm yapar.

•Ekstra ekipmana gerek olmadığı için fiyattan kazanç sağlar ve uydunun büyüklüğü ve ağırlığında artışa neden olmaz.

•Analog pin kullandığımız için I2C portunda daha fazla yoğunluğa sebep olmaz ve analog üzerinden de hassas ölçüm yapar.

•Sensör internetten temin edildi.

# Auto-Gyro Sensör Özellikleri ve Temini

| MODEL | ÇALIŞMA GERİLİMİ | HASSASİYET | ÇALIŞMA PRENSİBİ | HABERLEŞME ARAYÜZÜ | BOYUT | AĞIRLIK | FİYAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Adafruit BNO055 | 2,4 V / 3,6 V | ±1 dps | mikro elektromanyetik sistem | I²C | 20 mm x 27 mm x 4 mm | 3 gr | 258,86 TL |

**Karar verilen sensör: Adafruit BNO055**

- Sahip olduğu +/-1 derece hata payı sayesinde yüksek doğrulukta ölçüm yapar.
- Programlanması kolaydır.
- Sensör internetten temin edilmiştir.

# Kamera Özellikleri ve Temini

| MODEL | ÇALIŞMA GERİLİMİ | VİDEO FORMATI | VİDEO ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ | BOYUT | AĞIRLIK | FİYAT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eachine DTX03 | 3,2 V / 5,5 V | AVI | 640x480 | 28,00 mm x18,04 mm | 6,97 g | 119,90 TL |

**Karar verilen kamera: Eachine DTX03**

- Boyutları tasarımımız için uygundur.
- Video kalitesi, yarışma isterlerine uygundur.
- SD kartının içinde olmasından dolayı görüntüleri kayıt edebilmektedir.
- Sensör internetten temin edilmiştir.

# İniş Kontrol Sisteminin Tasarımı

**Uğur Can ÇAKIR**

# İniş Kontrol Sistemine Genel Bakış (1/2)

400 metre yükseklikte Taşıyıcı ve Görev Yükü birbirlerinden otonom olarak ayrılacaktır.

Ayrıldıktan sonra görev yükü, pasif bir iniş sistemiyle 4-6 m/s hızla yere inecektir.

Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yükü) yarışma tarafından 500 metre yükseklikte bırakılacaktır ve Model Uydu serbest düşüşe geçecektir.

# İniş Kontrol Sistemine Genel Bakış (1/2)

Model uydu 500 metrede roketten ayrılır.

Model uydu 9 m/s hızla serbest düşüşe başlar.

Roket fırlatılır

Taşıyıcı 4.90 m/s hızla iner.

400 metrede taşıyıcı ve görev yükü otonom olarak ayrılır. Görev yükü 4.95 m/s hızla inişe devam eder.

# «Değişiklik Yapılmamıştır!»

# İniş Kontrol Alt Sisteminin İsterleri

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| METİK 05 | 400 metre yüksekliğe (irtifaya) kadar, Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yükü) pasif veya aktif bir iniş sistemiyle 8-10 m/s hızla inmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| METİK 06 | 400 (+/- 10) metre yükseklikte Taşıyıcı ile Görev Yükü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | ELUY 12 | X | X | | |
| METİK 08 | Ayrılmadan sonra Görev Yükü, pasif veya aktif bir iniş sistemi ile 4-6 m/s hızla yere inmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| METİK 09 | Model Uydu'nun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |
| METİK 13 | Pasif iniş sistemi ile inen görev yükünün paraşüt rengi kırmızı, taşıyıcının paraşüt rengi ise kontrast oluşturacak şekilde sarı kullanılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | | | X |

# Taşıyıcı İniş Kontrol Stratejisi (1/2)

| | |
|---|---|
| Üretim | Kolay |
| Maliyet | Düşük |
| Sürükleme Katsayısı | Yüksek |
| Katlanabilme | Kolay |

**Kubbe Tipi Paraşüt**

Taşıyıcının iniş kontrol stratejisinde kubbe tipi paraşüt kullanılmasına karar verilmiştir.

Temin edilmesi gereken malzemeler 30d naylon 66 paraşüt kumaşı, fırdöndü ve naylon iplerdir.

# Taşıyıcı İniş Kontrol Stratejisi (2/2)

- Taşıyıcının paraşüt rengi, görev yükünün paraşütüne kontrast oluşturacak şekilde sarı renkte olacaktır.

- Yapılan teorik hız hesaplarına göre paraşütün çapı 29 cm olarak belirlenmiştir.

- Paraşütün fırdöndü ile olacak bağlantısını 6 tane ip kullanılarak yapılacak ve bu iplerin uzunluğu paraşütün açılmasına engel teşkil etmemesi için 25 cm olarak belirlenmiştir.

- Taşıyıcı roketten ayrıldıktan sonra serbest düşüşe baslayınca üst kısmında bulunan paraşüt açılacak ve pasif iniş sistemi ile serbest düşüşüne devam edecektir.

**Taşıyıcı ile pasif iniş sisteminin montajı:**
İniş sisteminin taşıyıcı ile bağlantısında naylon ipler ve fırdöndü kullanılacaktır. Paraşüt kumaşı ayarlandıktan sonra ipler yardımı ile fırdöndüye bağlanacak daha sonra fırdöndü de taşıyıcı parçanın üst kısmında paraşüt için ayrılan kısma bağlanacaktır. Böylece paraşütün iniş sürecinde sıkıntı oluşturmayacaktır.

# Görev Yükü İniş Kontrol Stratejisi (1/2)

| Kubbe Tipi Paraşüt |
| --- |
| **Avantajları :** Maliyeti düşüktür.<br>Yüksek sürükleme katsayısına sahiptir.<br>Kolay istiflenmektedir. |

## Görev yükünün inişini sağlayacak paraşüt bilgileri :

Tipi : Kubbe tipi paraşüt

Renk : Kırmızı

Çapı : 44 cm

Dayanıklılık : 10G şoka dayanmalıdır

Temin edilmesi gereken malzemeler 30d naylon 66 paraşüt kumaşı, fırdöndü ve naylon iplerdir.

# Görev Yükü İniş Kontrol Stratejisi (2/2)

Görev yükünün en üst bölümünde paraşütün istifleneceği yer görülmektedir. taşıyıcı ve görev yükünün ayrılma anından sonra bu bölümde duram görev yükünün pasif iniş sistemi, görev yükünün inişine devam etmesini sağlayacaktır.

**Görev yükünün pasif iniş sisteminin montajı:**
44 cm çapındaki ve kırmızı renkteki görev yükü iniş kontrol stratejisi paraşütü naylon ipler yardımı ile fırdöndüye bağlanacaktır. Fırdöndü ile görev yükünün bağlantısı paraşüt için ayrılan bölümün yüzeyine yapılacaktır. Böylece görev yükü taşıyıcıdan ayrıldıktan sonra sıkıntısız bir şekilde açılıp inişine devam edecektir.Fırdöndü kullanılması iplerin ve paraşütün açılış anında karışmaması içindir.

# İniş Hızı Tahminleri (1/4)

## Model Uydunun Ayrılmadan Önceki Hızı:

$$v = \sqrt{\frac{8mg}{\pi \rho C_D D^2}}$$

$v$ = Paraşütün dikey hızı

**m** = Toplam kütle ( 0.5 kg olacağını varsayıldı )

$g$ =Yer çekimi kuvveti ( 9.81 m/s^2 )

$\rho$ = Hava yoğunluğu ( 1.22 kg/m^3 )

$CD$ = Sürükleme Katsayısı (1.5 ; Kubbe tipi paraşüt için varsayılan değer)

$D$ = Paraşüt Çapı ( 0.29 m ; Hız için 9 m/s değeri verilip hesaplandı.)

Değerler denklemde yerlerine konulduğunda model uydunun ayrılmadan önceki hızı **‘ 9 m/s ‘** olarak hesaplandı.

# İniş Hızı Tahminleri (2/4)

## Taşıyıcının, Görev Yükü Ayrıldıktan Sonraki Hızı:

$$v = \sqrt{\frac{8mg}{\pi \rho C_D D^2}}$$

$v$ = Paraşütün dikey hızı

**m** = Toplam kütle ( 0,148 kg olacağını varsayıldı )

$g$ = Yer çekimi kuvveti ( 9.81 m/s^2 )

$\rho$ = Hava yoğunluğu ( 1.22 kg/m^3 )

$CD$ = Sürükleme Katsayısı (1.5 ; Kubbe tipi paraşüt için varsayılan değer)

$D$ = Paraşüt Çapı ( 0.29 m )

Değerler denklemde yerlerine konulduğunda taşıyıcının ayrılmadan sonraki hızı ‘ **4.90 m/s** ‘ olarak hesaplandı.

# İniş Hızı Tahminleri (3/4)

## Görev Yükünün, Taşıyıcıdan Ayrıldıktan Sonraki Hızı:

$$v = \sqrt{\frac{8mg}{\pi \rho C_D D^2}}$$

$v$ = Paraşütün dikey hızı

**m =** Toplam kütle ( 0,348 kg olacağını varsayıldı )

$g$ =Yer çekimi kuvveti ( 9.81 m/s^2 )

$\rho$ = Hava yoğunluğu ( 1.22 kg/m^3 )

$CD$ = Sürükleme Katsayısı (1.5 ; Kubbe tipi paraşüt için varsayılan değer)

$D$ = Paraşüt Çapı ( 0.44 m )

Değerler denklemde yerlerine konulduğunda görev yükünün ayrılmadan sonraki hızı **‘ 4.95 m/s ‘** olarak hesaplandı.

# İniş Hızı Tahminleri (4/4)

| İniş Hızı Hesaplamaları | Teorik Sonuçlar | Test Sonuçları | Hata Payı |
|---|---|---|---|
| Model Uydunun Ayrılmadan Önceki Hızı | 9.00 m/s | 8.90 m/s | % 1.1 |
| Taşıyıcının Ayrılmadan Sonraki Hızı | 4.90 m/s | 5.00 m/s | % 2 |
| Görev Yükünün Ayrılmadan Sonraki Hızı | 4.95 m/s | 4.80 m/s | % 3 |

# Mekanik Alt Sistemin Tasarımı

**Yasin ÇETİN**

# Mekanik Alt Sisteme Genel Bakış

- Mekanik alt sisteme genel bakış bir slaytta şunları içermelidir;
  - Önemli yapısal elemanları
  - Kullanılacak malzemeleri
  - Bağlantı elemanlarını
  - Arayüz tanımlarını
  - Taşıyıcı’nın ve Görev Yükü’nün yapısal görünüşü(Birer basit görsel)

# Mekanik Alt Sisteme Genel Bakış

## GÖREV YÜKÜ

Görev yükü 3 odalı tasarıma sahiptir. Orta odanın en üstünde ayrılma mekanizması olarak servo motor vardır. Yapımı için **ABS** malzemesi seçilmiştir. Bağlantı elemanı olarak **epoksi, bant, fırdöndü** ve **naylon ip** kullanılmıştır. Görev yükünün üst odasında yapısal eleman olarak paraşüt kullanılacaktır.

## TAŞIYICI

Taşıyıcı 2 odadan oluşur. Taşıyıcı için de **ABS** malzemesi tercih edilmiştir. İskelet parçalarının montajında **epoksi yapıştırıcı** kullanılacaktır. Üst odadaki paraşüt mekanizmasının montajı için **fırdöndü** ve **naylon ip** kullanılacaktır.

## AYRILMA MEKANİZMASI

Servo motora ve taşıyıcı ara plağına bağlı olan **kanca sistemi** vasıtasıyla görev yükü ve taşıyıcı bir arada tutulur. Servo motor mili kancadan ayrıldığında görev yükü ve taşıyıcı ayrılmış olur.

# PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri

| Pdr'dan sonra yapılan değişiklik | Değişikliğin Nedeni |
|---|---|
| Görev yükünün tasarım rengi beyazdan parlak yeşile çevrildi. | Parlak yeşil renk, beyaza göre daha dikkat çekici ve gözle fark edilebilirdir. Bu da görev yükünün iniş sırasında daha rahat gözlemlenmesine ve kurtarılmasını sağlayacaktır. |
| Ayrılma mekanizması olarak servo motor miline bağlı kablo sisteminden yine servo motora bağlı çelik kanca sistemine geçildi. | Pdr'daki kablo sistemi kablonun esnek bir malzeme olmasından ve sağlamlığın düşük olmasından dolayı güvenilir olmadığına karar verildi. Kanca sisteminin bize daha sağlam ve daha güvenilir bir ayrılma mekanizması sağlayacağı öngörüldü. |

# Mekanik Alt Sistemin İsterleri (1/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| METİK 01 | Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yükü olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| METİK 02 | Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olmalıdır | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | X | |
| METİK 03 | Model Uydu, 180 mm yükseklik ve 80 mm çap ölçülerinde, silindirik yapıda tasarlanmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | X |
| METİK 04 | Taşıyıcı, görev süreci boyunca hiçbir yere takılmayacak şekilde tasarlanmalı ve Görev Yükü 'nü koruyacak yapıda üretilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | X |
| METİK 05 | 400 metre yüksekliğe (irtifaya) kadar, Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yükü) pasif veya aktif bir iniş sistemiyle 8-10 m/s hızla inmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |

# Mekanik Alt Sistemin İsterleri (2/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| METİK 09 | Model Uydu'nun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |
| METİK 10 | Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar; konektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılıp sabitlenerek monte edilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | | | X | X | |

# Görev Yükü'nün Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni (1/4)

**Üst Oda:** Paraşüt alanı ve ayrılma mekanizmasının geçeceği çubuk deliği olduğu kısım.

**Orta Oda:**
Elektronik elemanların yerleşeceği kısım.

**Alt Oda:**
Kameranın yerleşeceği kısım.

Servonun yerleştirileceği tabaka.

Pil yuvasının yerleştirileceği kısım.

Devre kartını sabit tutacak PCB yatağı.

# Görev Yükü Üzerindeki Mekanizmalar

**AYRILMA MEKANİZMASI**

Görev Yükü'nün orta odasında bulunan servo motor, model uydu 400 metredeyken kancayı döndürerek taşıyıcı ve görev yükünün ayrılmasını sağlar.

**PARAŞÜT MEKANİZMASI**

Görev Yükü'nün üst odasında bulunur. Görev Yükü taşıyıcıdan ayrıldıktan sonra paraşüt serbest kalır ve açılır.

## Görev Yükü'nün Kaplaması:

Yer istasyonuna gönderilecek sinyallerin engellenmemesi ve Görev Yükü'ndeki elektronik elemanların güneş ışınlarından koruması hedefiyle Görev Yükü'nün transparan folyo(cam filmi) ile kaplanması uygun bulundu.

# Görev Yükü'nün Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni (4/4)

| Görev Yükü Bağlantı Elemanları |
| --- |
| Fırdöndü/Naylon ip (Paraşüt montajı) |
| Çift taraflı bant (PCB montajı) |
| Epoksi yapıştırıcı (Kamera sabitleme, servo sabitleme) |

# Görev Yükü İçin Malzeme Seçimleri (1/2)

Görev yükünün yapısı için malzeme olarak ABS seçildi. Fiyatı uygun, uzun ömürlü ve dayanıklı.

| ABS Özellikleri | Değerler |
|---|---|
| Özgül ağırlığı | 1.04 g/cc |
| Erime Akış İndeksi | 18 - 23 g/10 min |
| Gerilme Dayanımı | 42.5 - 44.8 MPa |
| Elastik Modülü | 2.25 - 2.28 GPa |
| Darbe Dayanımı | 20 - 24 kj/m² |
| Deformasyon Sıcaklığı | 85 ºC |
| Vicat Yumuşama Sıcaklığı | 95 ºC |

ABS filamenti görev yükünün mekanik komponentlerinin

# Görev Yükü İçin Malzeme Seçimleri (2/2)

**Ayrılma Mekanizması için servo kullanılacaktır.**

⇨Servo programlanabilir bir mile sahip olan küçük motordur.
Servoya kodlar gönderilerek milin pozisyonu istenen şekilde değiştirilir.

**Görev yükü için paraşüt 0.44m çapında 30d naylon 66 kumaştan yapılacaktır.**

⇨ 1 m^2'si 66 gramdır.Yüksek mukavemete sahiptir. Esnektir ve aşınma direnci yüksektir.

# TAŞIYICI

**Üst Oda:** Paraşüt için ayrılan kısımdır.

**Ara Plaka:** Görev Yükü ile taşıyıcı paraşütünü ayırır.

**Pencere:** Güç anahtarına ulaşım için açılan kısımdır.

**Alt Oda:** Görev Yükü için ayrılan kısımdır.

# Taşıyıcı'nın Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni (2/3)

| Taşıyıcı Bağlantı Elemanları |
| --- |
| Epoksi yapıştırıcı (Ara plakanın montajı) |
| Fırdöndü/Naylon ip (Paraşüt montajı için üst odada kullanıcak) |

# TAŞIYICI ÜZERİNDEKİ MEKANİZMA

**PARAŞÜT MEKANİZMASI:**

- Taşıyıcının üst kısmında bulunur.

- Taşıyıcı roketten ayrıldıktan sonra paraşüt serbest kalır ve açılır.

# Taşıyıcı İçin Malzeme Seçimleri

| Komponent | Kullanılacak Malzeme | Bilgi |
|---|---|---|
| Konteyner Yapısı | ABS | - Özgül ağırlık: 1.04 g/cc<br>- Erime Akış İndeksi:18 - 23 g/10 min<br>- Gerilme Dayanımı:42.5 - 44.8 MPa |
| Paraşüt | 30d Naylon 66 Kumaş | - 1 m² si 66 gram<br>- Yüksek mukavemete sahip<br>- Esnek<br>- Aşınma direnci yüksek |
| Paraşüt ipi | Sentetik İp | - Yüksek mukavemete sahip<br>- Nem emmez<br>- Termofikse edilebilir |
| Fırdöndü | Metal Halkalar | - Uç uca eklenmiş serbest bir düzlemde iki halka birbirlerinin dönmesini engellemektedir. |

# Taşıyıcı ile Görev Yükü Arayüzü(1/2)

- Servo görev yükünün orta odasında bulunacaktır. Bir kanca ve kancaya bağlı mil ile taşıyıcıdaki ara plağa bağlanacaktır. İlk başta sistem stabil ve durağandır.
Model Uydu 400 metreye seviyeye servo motorun mili 90 derece dönmeye başlar. Servo mili kancadan ayrıldığında görev yükü ve taşıyıcı da ayrılır. Ayrılma böylece gerçekleşmiş olur.

# MONTAJ:

Görev Yükü ve taşıyıcı iki parça halinde servo motorun kolundan bağlı kanca sistemi ile taşıyıcının ara plakasına bağlı olarak geçirilmesi sağlanacaktır. Görev Yükü ve taşıyıcıyı tutan bir kanca sistemi vardır. Bu kanca sistemi montajdan sonra stabil durumda bulunur.

**Çalışma Prensibi:**

Model uydu aşağıya iniş hareketi sırasında 400 metreye geldiğinde servo motor mili 90 derecelik açıyla otonom bir şekilde dönmeye başlar.Servo motor miliyle taşıyıcı ara plağı arasındaki kanca yerinden çıkar ve serbest kalır. Servo motor mili kancadan ayrıldığında görev yükü ve taşıyıcı ayrılmış olur. Birbirlerinden bağımsız bir şekilde 2 parça olarak düşmeye başlarlar.

# Dayanım ve Sürdürülebilirlik (1/4)

- Elektronik komponentler devre kartında delikler açılarak bant ve epoksi ile gövdeye sabitlenecektir.
- Bataryalar pil yuvalarına elektrik bantları ile bantlanarak görev yüküne sabitlenecektir. ( Bant veya epoksi yapıştırıcıda kullanılabilir.)
- Elektronik parçaların tamamı görev yükünün içinde bulunacaktır. Bu yüzden dış çevreyle herhangi bir ilişkileri bulunmayacaktır.
- Elektronik parçaların tamamı yalıtım katmanı ile korunacaktır.
- Elektrik komponentlerin bağlantıları makaron ile sarılıp yalıtım ve koruma sağlanacaktır.

# Dayanım ve Sürdürülebilirlik (2/4)

➤ Kamera, ağırlığın dengeli dağıtılması gerektiğinden desteklerle korunacaktır.

➤ Paraşüte takılan ve taşıyıcıya sabitlenen fırdöndü ile titreşimler önlenecektir ve daha istikrarlı bir iniş sağlanacaktır.

➤ Teknik isterlerden dolayı model uydunun bağlantı elemanları ve ekipmanları 10G şoka dayanıklı olmak zorundadır. Bu isterler öncelikle okulumuzdaki laboratuvarlarda Ansys 18.2 ile test edilmiş başarılı olmuştur. Daha sonra titreşim testleri ve serbest düşüş testleriyle (Multikopter vb.) analiz edilecektir. Bu testlerde başarılı olmadığı takdirde model uydunun yapısındaki malzemeler sağlamlaştırılacaktır.

## ALT SİSTEMLERİN KOLAY TAKILIP SÖKÜLEBİLİRLİĞİ

- Görev yükünde PCB, bataryalar, kamera ve servo motor için uygun kısımlar boyutları hesaplanarak tasarlanmıştır..
- Antenler için görev yükünde uygun delikler açılmıştır.
- Paraşütün kolay takılıp sökülebilmesi için misina ve fırdöndü kullanılacaktır.
- Montaj sırasında küçük parçalardan başlayarak büyük parçalara doğru bir montaj işlemi yapılacaktır.

# Dayanım ve Sürdürülebilirlik (4/4)

➤ Ansys 18.2 kullanılarak model uydumuz sayısal olarak test edilmiştir ve kritik bir bozulma oluşmamıştır.

# Kütle Bütçesi (1/2)

**Görev Yükü**

| Komponent | Ağırlık (g) | Marjin (g) | Data Tipi |
|---|---|---|---|
| Yapı | 108 | - | Tahmini |
| Elektronik Sensörler | 110 | - | Tahmini |
| Devre Kartı | 22 | 0.6 | Tahmini |
| Kamera | 10.4 | - | Kesin |
| Anten | 9,5 | - | Kesin |
| Servo Motor | 9 | - | Tahmini |
| Bağlantı Ekipmanları | 25 | 1.2 | Tahmini |
| Batarya | 18.5 | - | Kesin |
| Paraşüt | 36 | - | Kesin |

| Görev Yükü'nün Toplam Ağırlığı (g) |
|---|
| **348.4 g** |

# Kütle Bütçesi (2/2)

**Taşıyıcı**

| Taşıyıcı'nın Toplam Ağırlığı (g) |
|---|
| **148 g** |

| Komponent | Ağırlık (g) | Marjin (g) | Data Tipi |
|---|---|---|---|
| Konteyner | 109 | - | Tahmini |
| Paraşüt | 32 | - | Kesin |
| Paraşüt ipi | 5 | - | Kesin |
| Fırdöndü | 2 | - | Tahmini |

| | |
|---|---|
| **Toplam Ağırlık Taşıyıcı + Görev Yükü (g)** | **496.4 g** |

# Haberleşme ve Veri İşleme Alt Sisteminin Tasarımı

**Hakkı Eren UZUNYAYLA**

# HAVİ Genel Bakış

# PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri

«Değişiklik Yapılmamıştır!»

# HAVİ İsterleri (1/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İster | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| HAVİ 01 | Her takım kendine ait yer istasyonunu geliştirmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 08 | X | X | | |
| HAVİ 02 | Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | | |
| HAVİ 03 | Yer istasyonu arayüzünde Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | X | X |
| HAVİ 04 | Yer istasyonu yazılımında Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri kaydedilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| HAVİ 05 | Video yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |

# HAVİ İsterleri (2/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/Açıklama | Öncelik | İlişkili İster | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| HAVİ 06 | Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saat çalışacak durumda olmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | | | X |
| HAVİ 07 | Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |

# İşlemci Seçimi ve Temini

| Model | İşlemci Hızı | Haberleşme Arayüzü | Çalışma Gerilimi | Çalışma Akımı | Hafıza Birimi ve Boyutu | Fiziksel Boyutu | Ağırlık | Fiyat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teensy 3.5 | 120 mHz | SPI,I2C, UART | 3.6 V / 6 V | 45 mA | Flash - 512KB<br>RAM - 192KB<br>EEPROM- 4KB | 62.3mm x18.0mm x 4.2mm | 4.8 g | 341.66 TL |

**Karar verilen işlemci: Teensy 3.5**

- İşlemci hızı yüksektir.
- Yüksek Flash hafızaya sahiptir.
- Üzerinde SD kart soketi vardır.
- Yeterli haberleşme arayüzüne sahiptir.
- İnternetten temin edildi.

# Hafıza Birimi Seçimi ve Temini

| Hafıza Birimi | Haberleşme Arayüzü | Çalışma Gerilimi | Çalışma Akımı | Hafıza Boyutu | Fiziksel Boyutu | Ağırlık | Fiyat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SanDisk 16 GB SD Kart | SPI | 2.7 V / 3.6 V | 100 mA | 16 GB | 24mm x 32mm x 2,1mm | 2 g | 19.89 |

**Karar verilen hafıza birimi: SanDisk 16 GB SDkart**

- Suya, darbeye ve radyasyona karşı dayanıklıdır.
- 48 mb/sn veri işleme hızı,isterlerimizi karşılamaktadır.
- Fiyatı uygundur.
- İnternetten temin edildi.

# Gerçek Zamanlı Saat

| Model | Çalışma Akımı | Çalışma Gerilim | Hassasiyet | Fiyat | Donanımsal /Yazılımsal |
|---|---|---|---|---|---|
| Teensy 3.5 Oscillator | 500nA | 1.7 V - 3.6 V | +/-500 ppm | Ücretsiz(Teensy 3.5) | Yazılımsal |

**Seçilen gerçek zamanlı saat: Teensy 3.5 Oscillator**

- Teensy 3.5'in üzerinde bulunan kristal ösilatörlerden mikrokontrolcünün başlangıç anından gücü kesilinceye kadar yazılımsal yol ile elde edilecektir.
- Programlanması kolaydır.
- Hassasiyeti yüksektir.
- Ayrı bir sensör olmadığından uyduda fazladan ağırlık yapmaz.
- İnternetten temin edildi.

# Görev Yükü'nün Anteninin Belirlenmesi ve Temini

| Model | Bağlantı Tipi | Frekans | Anten Tipi | Kazanç | Fiyat |
|---|---|---|---|---|---|
| 2405 CL | SMA | 2.4 GHz | Yönsüz | 5 dBi | 17.50 TL |

**Seçilen Anten:2405 CL** **2405**
**CL anteninin ışıma örüntüsü:**

•Fiyatı uygundur.
•Değişik hava koşullarına karşı dayanıklıdır.
•Boyutu görev yüküne sığmaktadır.
•SMA bağlantısı XBEE ile uyumludur.
•5 dBi kazanç, haberleşmemiz için yeterlidir.

**Anten çekim mesafesi hesabı:**

Toplam güç (dBm) - Alış hassasiyeti (dBm) = Yol Zayıflaması (dB)
Yol Zayıflaması (dB) - 20.log10(Frekans, MHz) + 27.55 = 20.log10(Mesafe, Metre)

= ~7 km

# Kablosuz Haberleşme Konfigürasyonu

- Yer istasyonunda ve görev yükünde XBee Serisi 2C kullanıldı.
- Yer istasyonu ve görev yükü arasındaki radyo iletişimi 2 tane XBee ile sağlandı.
- XBee'ler için NETID numarası yarışma tarafından atanan "45413" olarak belirlendi.
- Görev yükündeki XBee'nin iletim hızı 1 Hz olarak belirlendi.
- Radyo ayarları iki XBee için de X-CTU yazılımı ile yapılandırıldı.
- Yer istasyonundaki XBee koordinatör, görev yükündeki Xbee bitiş noktası olarak ayarlandı.

# Telemetri Formatı (1/4)

| Verinin Boyutu | Veri formatı | Verinin açıklaması | Örnek |
|---|---|---|---|
| 2 Byte | <TAKIM NO> | Yarışmaya başvuran takımlara başvuru süreci tamamlandıktan sonra takım numarası verilir. 4 haneli bir numaradır. Her takımın takım numarası diğer takımların numarasından farklıdır. | <43415> |
| 2 Byte | <PAKET NUMARASI> | Yarışma anında oluşturulan ve yer istasyonuna gönderilen her bir telemetri paketine atanan ardışık numaradır. İlk paket “1” ile başlar ve ardışık olarak devam eder. İşlemcinin yeniden başlama durumunda paketler son kaldığı numaradan devam etmelidir. | <6> |
| 2 Byte | <Gönderme zamanı> | Gün/Ay/Yıl, Saat/Dakika/Saniye şeklindeki gerçek zamanlı saat verisidir. | <21/11/18 12/08/23> |
| 4 Byte | <BASINÇ> | Ölçülen atmosferik basınç değeridir. | <1023> |
| 4 Byte | <YÜKSEKLİK> | Görev Yükü’nün uçuşa başladığı noktadan yüksekliğidir. Yükseklik konfigürasyonu; uçuşa başlanacak yer 0 metre olacak şekilde ayarlanmalıdır. Model Uydu yarışma komisyonuna teslim edilecektir. Birimi metredir. | <400> |

# Telemetri Formatı (2/4)

| Verinin Boyutu | Veri formatı | Verinin açıklaması | Örnek |
|---|---|---|---|
| 4 Byte | <İNİŞ HIZI> | İniş hızı verisidir. Birimi m/s'dir. | <7.452> |
| 4 Byte | <SICAKLIK> | Ölçülen sıcaklık verisidir. Birimi 'Celsius' derecedir. | <23.7> |
| 4 Byte | <PİL GERİLİMİ> | Görev Yükü'nün gücünü gösterir. Birimi Volttur. | <8.7> |
| 4 Byte | <GPS LATITUDE> | Görev Yükü'nün enlemsel konumudur. | <26.563465> |
| 4 Byte | <GPS LONGITUDE> | Görev Yükü'nün boylamsal konumudur. | <42.235273> |
| 4 Byte | <GPS ALTITUDE> | Görev Yükü'nün GPS'ten alınan yükseklik verisidir. | <80.02> |

# Telemetri Formatı (3/4)

| Verinin Boyutu | Veri formatı | Verinin açıklaması | Örnek |
|---|---|---|---|
| 1 Byte | <UYDU STATÜSÜ> | Model Uydu'nun görev süresince içinde bulunduğu durumu gösteren anlamlı bilgilerdir. (Beklemede, Yükselme, Model Uydu İniş, Ayrılma, Görev Yükü İniş, Kurtarma vs. gibi) | <4> |
| 4 Byte | <PITCH> | Yunuslama şeklindeki eğim açısıdır. Birimi derecedir. | <31.45> |
| 4 Byte | <ROLL> | Uçuş (düşüş) istikametine göre yuvarlanma açısıdır. Birimi derecedir. | <17.5> |
| 4 Byte | <YAW> | Uçuş (düşüş) istikametine göre yalpalanma açısıdır. Birimi derecedir. | <09.12> |
| 2 Byte | <DÖNÜŞ SAYISI> | İniş süresince roll ekseni etrafındaki dönüş sayısıdır. | <5> |

# Telemetri Formatı (4/4)

**Telemetri Veri Formatı :**

<TAKIM NO>, <PAKET NUMARASI>, <GÖNDERME SAATİ>, <BASINÇ>, <YÜKSEKLİK>, <İNİŞ HIZI>, <PİL GERİLİMİ>, <GPS LATITUDE>, <GPS LONGITUDE>, <GPS ALTITUDE>, <UYDU STATÜSÜ>,<PITCH>,<ROLL>,<YAW>,<DÖNÜŞ SAYISI>

**Örnekler :** <43415>, <5>, <12/11/18  12/08/23>, <1018>, <223>, <8.765>, <21.4>, <9.7>, <38.96.3725>, <35.23.5273>,
<289.52>,<07>,<31.45>,<17.5>,<9.12>,<31.45><17.5><09.12><11>

**Telemetri Verilerinin Hızı ve Gönderim Şekli :**

- Veriler 1 Hz olarak yer istasyonuna gönderilecek.
- Veriler eş zamanlı olarak yer istasyonuna gönderilecek ve kayıt edilecek.
- Veriler yer istasyonunun arayüzünde gösterilecek.
- Kablosuz haberleşme gerçekleştirilecek.

# Telekomut

- Yer istasyonundan telekomut string olarak gönderilir.
- Uçuş kodundaki main loop fonksiyonunun içine if koşulu koyulur.
- If koşulu; eğer Xbee'nin işlemcide bağlı olduğu serial portuna veri gelirse,döngüye girilir ve "portu oku" komutuyla gelen veri okunup string içine koyulur.
- Yine aynı if koşulunun içinde bir dosya oluşturulur ve kod yazdırılır. Daha sonra dosya kapatılır.

**Şifre giriş paneli**

# Elektrik Alt Sisteminin Tasarımı

**<Ayşe Aysu Sarı>**

# Elektrik Alt Sistemine Genel Bakış(1/2)

| Malzeme | Görevi |
|---|---|
| **Batarya** | Tüm sisteme güç sağlar. |
| **Voltaj Regülatörü** | Sistemdeki gerilimi düşürerek ya da yükselterek dengede kalmasını sağlar. |
| **Voltaj Bölücü** | Analog pinden gelen voltaj değerini okur. |
| **Anahtar** | Bataryadan elektronik sisteme gönderilen elektrik akımını keser ya da gönderir. |
| **Buzzer** | Sesli ikaz vererek sistemin düzgün çalıştığını işaret eder. Uydu yere indiğinde ika vermeye devam eder, böylece uyduyu bulmayı kolaylaştırır. |

# Elektrik Alt Sistemine Genel Bakış(2/2)

# PDR’ dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri

«Değişiklik Yapılmamıştır!»

# Elektrik Alt Sistemin İsterleri

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İster | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| ELUY 08 | Alkalin, Ni-MH, Lityum Ion piller kullanılabilir. (Lityum polimer pillerin yanıcı özelliği olduğu için kullanılması yasaktır.) | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| ELUY 10 | Her takım için hakemler tarafından tanımlanacak 5 haneli şifre bilgisi telekomut olarak yer istasyonu arayüzünden uçuş anındaki model uyduya gönderilecektir. Görev yükü şifreyi SD Karta kaydedecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | HAVİ 01 | X | | | |
| ELUY 11 | Seçilecek pil, sistemin 1 saatlik süre boyunca çalışmasına yeterli olmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | X | |
| ELUY 14 | Görev Yükü'nün açma kapama düğmesi olmalıdır. Bu düğme; Görev Yükü, Taşıyıcı'nın içindeyken bile erişilebilecek şekilde tasarlanacaktır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | X |
| ELUY 15 | Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmayacaktır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | X |

# Elektrik Blok Şeması (1/2)

# Elektrik Blok Şeması (2/2)

**Güç Anahtarı**

Güç anahtarı ulaşılabilirliği kolay olması açısından PCB üzerine koyulmuştur. Ayrıca kapağa olabildiğince yakın olmasına dikkat edilmiştir. Model Uydu'nun şeklinden dolayı da destek çubuklarının arasından anahtara kolaylıkla erişilebilecektir. Anahtar taşıyıcıdaki pencere kısmına denk getirilimiştir. Böylelikle Uydu'ya güç vermesi kolaylaştırılmıştır.

# Görev Yükü'nün Bataryasının Özellikleri ve Temini (1/2)

| Model | Gerilim Değeri | Kapasitesi | Pil Tipi | Boyutları (çap X uzunluk) | Ağırlığı (g) | Fiyatı |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sony VTC 6 | 3.7 V | 3000 mAh | Li-ion | 18.00 mm X 65 mm | 46.5 | 35₺ |
| Samsung ICR 18650 | 3.7 V | 2600 mAh | Li-Ion | 18.00 mm X 65 mm | 44 | 25₺ |
| LG HB6 18650 | 3.7 V | 1500 mAh | Li-Ion | 18.00 mm X 65 mm | 45.5 | 25₺ |

**Seçilen Batarya: Sony VTC 6**

- Yeterli akım verebilecek güçtedir.
- Li-ion olması nedeniyle sistem isterlerine uygundur.
- Boyutları uydunun içine sığabilecek kadardır ve uygundur.
- Piyasada kolay bulunabilecek bir pildir. Yaygın olarak kullanılır.
- Fiyat performans oranı diğer pillere kıyasla uygundur.

# Görev Yükü'nün Bataryasının Özellikleri ve Temini (2/2)

Sony VTC6 için pilin şarj sırasındaki karakteristik özellikleri yukarıda grafik halinde verilmiştir.

Seçtiğimiz pilin voltaj-akım grafiği verilmiştir. 20 amperlik anlık akım sağlanabilmektedir.

# Pil Geriliminin Ölçüm Yöntemi

- Pil gerilimi Teensy 3.5'in analog A2 pini ile voltaj bölücüler yardımıyla ölçülecektir.
- A2 pini 0-5 v arasındaki voltaj değerlerini ölçer.
- İki direnç kullanılarak oluşturulan voltaj bölücüler yüksek voltaj değerlerini uygun seviyeye düşürerek ölçmeyi mümkün kılarlar.

$$Vout = Vin\left(\frac{R2}{R1+R2}\right)$$

Bu formülle çıkış gerilimi ayarlanabilir.

# Güç Bütçesi (1/2)

| Bileşen | Güç Tüketimi (W) | Güç Tüketimi (mAh) | Görev Süresi(%) | Tolerans Değeri | Kaynak |
|---|---|---|---|---|---|
| BMP180 | 0.0000165 | 0.005 | 100 | ~0.2 | Datasheet |
| BNO055 | 0.04059 | 12.3 | 100 | ~0.1 | Datasheet |
| Eachine DTX03 | 0.5 | 400 | 100 | ~8 | Datasheet |
| Xbee Pro S2C (İleten) | 0.396 | 120 | 100 | ~2 | Datasheet |
| Adafruit Ultimate GPS | 0.066 | 20 | 100 | ~1 | Datasheet |
| Buzzer | 0.0825 | 25 | 25 | ~0.2 | Datasheet |
| Teensy 3.5 | 0.225 | 45 | 100 | ~6 | Datasheet |
| Sandisk SD kart | 0.66 | 200 | 100 | ~0 | Datasheet |

# Güç Bütçesi (2/2)

| Toplam Güç Tüketimi(mAh) | Toplam Güç (W) | Mevcut Kapasite (mAh) |
|---|---|---|
| 822.35 | 1.970 | 3000 |

- Tüketilen toplam güç mAh olarak, mevcut kapasitenin altındadır. Sistemi bir saatten çok daha fazla çalıştırabilecektir.
- Piller Li-ion şarj aleti kullanılarak şarj edilecektir.

# Uçuş Yazılımı Tasarımı

**<Ayşe Aysu Sarı>**

# Uçuş Yazılımına Genel Bakış

## Uçuş Yazılımı Genel Yapı:

- Uçuş süresince istenilen sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verileri Teensy 3.5 kullanılarak işlenecektir.
- Alınan veriler canlı olarak, görev zamanıyla birlikte 1'den başlayarak paket halinde gönderilecek. Her paket iletiminde sayı bir artırılacak.
- Yer istasyonundan gönderilen şifreyle birlikte tüm telemetri verileri SD karta da kaydedilecek.
- Model Uydu'dan canlı olarak görüntü aktarımı yapılacak ve SD karta kaydedilecek.
- 400m'de görev yükü taşıyıcıdan otonom biçimde ayrılacak.
- Model Uydu yere indikten sonra sesli ikaz verecek aynı zamanda 1 dk boyunca telemetri ve canlı görüntü yayına devam edecektir. Canlı alınan verilerle uydunun konumu tespit edilecek.
- Ayrılmama durumunda yer istasyonun gönderilecek komut ile MOSFET devreye girerek ayrılma sağlanacak.

## Kullanılan Programlama Dilleri:

- C ve C++

## Geliştirme Ortamları:

- Arduino IDE ve Dev-C++

# PDR’ dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri

«Değişiklik Yapılmamıştır!»

# Uçuş Yazılımının İsterleri (1/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İster | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| ELUY 04 | Uçuş yazılımı, gönderilen paketlerin sayısını muhafaza edecek ve 1'den başlayarak her paket iletiminde sayıyı bir artıracaktır. Eğer işlemci yeniden başlarsa paket sayısı kaldığı yerden devam edecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | | |
| ELUY 05 | Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazılacaktır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |
| ELUY 06 | Görev yükü üzerinde, yere bakan bir kamera olacaktır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilecektir. Video çözünürlüğü en az 640x480 olacaktır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| ELUY 07 | Kamera bakış açısı yeryüzüne doğru bakacak model uydu, görev süresince video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| ELUY 12 | 400 (+-10) m yükseklikte Taşıyıcı ile Görev Yükü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılacaktır. | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 06 | X | X | | |

# Uçuş Yazılımının İsterleri (2/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İster | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TG G | M |
| ELUY 11 | Ayrılmama durumunda, yerden gönderilen komutla ayrılma gerçekleştirilecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |
| ELUY 15 | Model uydu yere hasarsız şekilde indikten sonra en az 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir. Telemetri paketindeki konum bilgisi ile uydunun yeri tespit edilecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | | |
| ELUY 16 | Model uydu, yere indiğinde çalışmaya başlayan sesli ikaz verecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | X | X | |

# Uçuş Yazılımı Durum Diyagramı (1/2)

# Uçuş Yazılımı Durum Diyagramı (2/2)

- Uçuş sırasında işlemcinin, fazla akım, yüksek sıcaklık veya işlemcinin hafıza dolmasından dolayı yeniden başlaması durumunda, gerçek zamanlı saat verisi ve paket sayımı kaldığı yerden devam edecektir.

- Uydu yere indiğinde GPS, konum, verisinden yararlanılarak uydunun düştüğü yer bulunacaktır. Aynı zamanda sesli ikaz cihazı da bulmamıza yardım edecektir.

# Yazılım Geliştirme Planı (1/3)

**Prototip ve Testler**

• Sensörlere karar verildi. Kullanılması planlanan tüm sensörler tek tek breadboard üzerinde test yapılarak prototip hazırlanacaktır.

Test aşaması için breadborad üzerinde elektrik alt sistem kurulup test edildi.

•Sistem test edilerek stabil ve doğru veri alınıp alınmadığı kontrol edildi. Hatalı veri alındığı düşünülen sensörlerde sistem baştan kuruldu, kablolar değiştirildi.

• Sensörlerin tek başına çalıştığından emin olduktan sonra bütün sensörler birlikte breadboard üzerinde test edildi. Testler başarılı geçti.

• Tüm veriler SD karta kaydedildi.

•Breadboard üzerinden testlerin başarısından sonra PCB çizimi tamamlandı ve basıma gönderildi.

•PCB elimize ulaştıktan sonra SD karta doğru yazıldığından emin olunacak.

**Yazılım Geliştirme Planı**

•Kütüphanelerin çalıştığı doğrulandı. Yarışma gereksinimlerine göre düzenlendi. Pin giriş çıkışları kontrol edildi.

•Sistem bütün olarak çalıştırıldı PCB tasarımı tamamlandı. Sensör değişiklikleri gözden geçirildi.

•Kalibrasyon aşaması tamamlandı. Sensörlerin kalibre algoritmaları geliştirildi.

•Kütüphaneler kontrol edilmeye devam ediliyor.

• Arduino IDE üzerinden hazırlanan kod düzenlenmesi devam ediyor. Yeni denemeler yapılmaya devam ediliyor.

•Sensörlerin farklı modlarla testine devam ediliyor.

**Yazılım Geliştirme Ekibi**

•Aysu Sarı (PCB çizimi, kodların sensörler üzerinde testi)

•Altuğ Ertan (Kodların ve kütüphanelerin düzenlenmesi)

# Yazılım Geliştirme Planı (2/3)

## Yapılması Planlananlar

1. Canlı görüntü aktarımı test edilecek.
2. PCB basımdan geldikten sonra test edilecek.
3. Xbee'ler aracılığıyla iletişim test edilecek.
4. Kalibrasyon algoritmaları PCB ile birlikte test edilecek.
5. Sensörlerin farklı modlarla testi yapılacak. Böylece en etkili modla tamamlanmış sistemde kullanılacak.

# Yer İstasyonu Tasarımı

**Hakkı Eren UZUNYAYLA**

# Yer İstasyonuna Genel Bakış

# PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri

Değişiklik yapılmamıştır!

# Yer İstasyonunun İsterleri (1/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| HAVİ 01 | Her takım kendine ait yer istasyonunu geliştirmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | METİK 08 | X | X | | |
| HAVİ 02 | Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | | |
| HAVİ 03 | Yer istasyonu arayüzünde Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | | X |
| HAVİ 04 | Yer istasyonu yazılımında Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri kaydedilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | X |
| HAVİ 05 | Video yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | | X | X |

# Yer İstasyonunun İsterleri (2/2)

| No | Gereksinim/İster Tanımı | Yorum/ Açıklama | Öncelik | İlişkili İsterler | Doğrulama Matrisi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | T | A | TGG | M |
| HAVİ 06 | Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saat çalışacak durumda olmalıdır. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | | | | X |
| HAVİ 07 | Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir. | Temel Gereksinim | Yüksek | - | X | X | | |

# Yer İstasyonu Anteni ve Temini (1/3)

| Model | Bağlanma Tipi | Frekans | Yön | Kazanç | Fiyat |
|---|---|---|---|---|---|
| Tl-ANT2415D | N-Tipi | 2.4 Ghz | Yönsüz | 15 dBi | 710.00 TL |

**Karar verilen anten: ANT2415D**

- Yönsüz çalışma özelliğine sahiptir.
- Geniş kapsama alanına sahiptir.
- Tasarımı, hava şartlarına dayanıklı olacak şekilde yapılmıştır.
- Sinyal radyasyon dağılımı uygundur.
- İnternetten temin edildi.

**Seçilen antenin ışıma modeli**

## Anten Düzeneğinin Kurulumu

- Anten yer istasyonuna yakın bir uzaklıkta kurulacaktır.
- Anten sistemine çevredeki insanların takılmaması için anten sisteminin kablosu kısa tutulacak ve yere temas etmemesi sağlanacaktır.
- Anten sistemini denetlemesi için bir görevli tayin edilecek ve görevli olan kişi o bölgenin denetiminden sorumlu olup izinsiz girişlere izin vermeyecektir.
- Yer istasyonu düzeneğinin bulunduğu bölgeye emniyet şeritleri çekilecektir.
- Yer istasyonu yarışmaya gelmeden önce tam şarj edilecektir ve bağlantının kopmaması için düzenli aralıklarla kontrol edilecektir.

## Anten Taşıma Stratejisi

## Kullanılacak Olan Dizayn

- Hafif Tasarım
- Ekonomik
- Üretim Kolaylığı
- Güvenli

- Anteni taşımak için yandaki tasarım kullanılacaktır.
- TL-ANT2415D şekil olarak düzgün olduğundan el ile taşımaya uygun bir antendir.
- Anten taşıma dizaynı, yer istasyonu görevlisi uyduya göre antene yön verebilecek şekilde tasarlanmıştır.

Dipnot: Bu dizayn 3D Yazıcı teknolojisi ile iki ayrı parça şeklinde yapılıp daha sonra epoksi ile bir araya getirilebilir.

# Yer İstasyonu Yazılımı (1/3)

**Kullanılacak yazılımlar**

- MATLAB
- Simulink

## Verilerin Arşivlenmesi ve Arayüze Geri Alınması

- Komut yazılımı ve arayüzü MATLAB'da oluşturulacaktır.
- Data, MATLAB ve Simulink kullanılarak oluşturulan yer istasyonu ile kaydedilecek, seri bağlantı kurulduktan sonra, seri porttan gelen her data korunmuş olacaktır.
- Komut yazılımı ile gerçek zamanlı olarak telemetri verileri kaydedilecek ve data MATLAB tarafından grafiklere çevrilecektir.

## Verilerin Yarışma Görevlilerine Teslimi

- Data, .CSV formatı şeklinde saklanacak ve CSV format içinde virgülle ayrılmış olarak bulunacaktır.
- CSV dosyasının adı «APİS AR-GE_43415.csv» olacaktır.
- Tüm data verileri jüriye flash bellek üzerinden teslim edilecektir.

# Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi

**Uğur Can ÇAKIR**

# Model Uydu'nun Birleştirme Aşamalarına ve Testlerine Genel Bakış(1/2)

# Model Uydu'nun Birleştirme Aşamalarına ve Testlerine Genel Bakış(2/2)

Sırayla alt sistemler birbirlerine entegrasyon edildi

Sensör Alt Sistemi → Haberleşme ve Veri İşletim Alt Sistemi → Elektrik Alt Sistem Testi → Mekanik Alt Sistem Testi → İniş Kontrol Alt Sistem Testi

Xbee ve anten entegrasyonu

Elektronik parçaların PCB üzerine entegrasyonu

Mekanik parçaların entegrasyonu

Paraşütün entegrasyonu

# Alt Sistem Seviyesi Test Planına Genel Bakış (1/2)

Sensör Alt Sistemi Testi → Sensör Kalibrasyon Testi

Haberleşme ve Veri İşletim Alt Sistemi Testi → Xbee Menzil Testi → Sorunsuz Veri Aktarımı Testi → Mikrokontrolcü Seri Haberleşme Testi → Gerçek zamanlı saat süre tutma testi

Güç Alt Sistem Testi → Voltaj ve Akım Kaçağı Testi

# Alt Sistem Seviyesi Test Planına Genel Bakış (2/2)

Uçuş Yazılımı Alt Sistemi Testi → Ayrılma Mekanizması Algoritması Testi

Mekanik Alt Sistem Testi → Titreşim Testi → Toplam Kütle (Görev yükü + Taşıyıcı) Testi

İniş Kontrol Sistemi Testi → Ayrılma Mekanizması Testi → Paraşüt Açılma Testi

- Sensör kalibrasyon testi yapılacaktır. Bu testin amacı sensörlerin doğru sonuçlara ulaşıp ulaşamadığı denenmektedir.

**KISITLAMALAR**

- Dijital bir saat ile gerçek zamanlı saatin ölçüm hızı ve doğruluğu karşılaştırıldı.
- Deniz seviyesi (1 atm, 0 m), basınç ve yükseklik değerleri için referans alındı.
- Oda koşulları ( 25 °C) sıcaklık değeri için referans alınacaktır ve analog termometre ile doğruluğu karşılaştırıldı.

**TEST YAPILIŞ**

- Sensörler breadboard üzerine yerleştirilerek test edildi.

**KRİTERLER**

- Sensörlerden alınan veriler doğru ise test başarılıdır.

**HEDEF**

- Sensörlerden alınan veriler ile ölçüm aletlerinden alınan sonuçların karşılaştırılıp aynı olmasıdır.

**SONUÇ**

- Sensörlerin doğru veriler verdiği ve verilerin sorunsuz okunabildiği görüldü.

- Haberleşme modüllerinin iletişim testi yapılacak ve belli bir menzilde veri iletişimin sağlanıp sağlanmadığı gözlemlenecek.

**KISITLAMALAR**

- Xbee konfigürasyonu X-CTU yazılımı ile gerçekleştirildi.
- İTÜ Stadyumu'nda yaklaşık 100 metrelik mesafede Xbee'lerin haberleşmesi test edildi.

**TEST YAPILIŞ**

- Yer istasyonundan belli bir mesafe uzaklaşılarak iletişim testi yapılmıştır.

**KRİTERLER**

- Veri alımında kesinti olmuyorsa test başarılıdır.

**HEDEF**

- Xbee haberleşme modüllerinin belli biri mesafe menzilde birbirlerinden sinyal almalarını sağlamak.

**SONUÇ**

- Xbee'lerin 100 metrelik mesafede birbirlerinden sinyal aldığı görülmüştür.

- Voltaj ve ya akım kaçağının olup olmadığının kontrol edilmesi için test yapılması planlandı.

**KISITLAMALAR**

- Multimetre kullanılarak hesaplanan voltaj ve akım seviyelerinin doğruluğundan pratikte emin olundu.

**TEST YAPILIŞ**

- Devreye güç kaynağı bağlanılarak devredeki pil gerilimi test edildi.

**KRİTERLER**

- Devrenin herhangi bir yerinde akım kaçağı yoksa ve güç kaynağı devreyi besleme açısından yeterli ise test başarılıdır.

**HEDEF**

- Batarya ile güç verildiğinde devre kartı üzerindeki elemanların herhangi bir akım veya voltaj kaçağına maruz kalmadan işlevini yerine getirmesidir.

**SONUÇ**

- Güç kaynağı devreyi beslemede yeterli olduğu görüldü.
- Herhangi bir bölümde akım veya voltaj kaçağı görülmedi.

- Ayrılma mekanizması kodları test edilecek böylece model uydunun taşıyıcı ve görev yükü olmak üzere ayrılmanın gerçekleşmesini sağlayan komutun çalışıp çalışmadığı gözlenecek.

**KISITLAMALAR**

- Testi yaparken bulunduğumuz yükseklik referans alınarak algoritmada model uydunun ayrılması için referans yüksekliğe ikinci kez geliş ayrılma anı olarak belirlendi ve uçuş yazılımı ekranına ‘’Ayrılma gerçekleşti’’ yazısı gelmesi sağlandı.

**TEST YAPILIŞ**

- Servoya komut verilerek ayrılma için taşıyıcı ve görev yükü arasındaki bağlantı ayrılacaktır.

**KRİTERLER**

- Ayrılma başarılı bir şekilde gerçekleşiyorsa test başarılıdır.

**HEDEF**

- Teensy 3.5’in yükseklik sensöründen okuduğu referans yüksekliğe göre servoya komut gönderilerek  ayrılmanın gerçekleşmesi.

**SONUÇ**

- Ayrılma mekanizması sorunsu geçekleşti.

- Ayrılma mekanizmasının çalışmaması durumunda model uydunun inişini sağlayabilmek için yer istasyonu komutu ile ayrılma testi yapılması planlanmıştır.
- Gelen verilerin denetlenebilmesi ve buna göre model uydu hakkında bilgi sahibi olunabilmesi için MATLAB ile taslak grafikler çizdirilecektir.

**KISITLAMALAR**

- Gelen verilerin MATLAB üzerinde grafikleri çizdirilerek doğrulukları anlaşıldı.

**TEST YAPILIŞ**

- Yer istasyonunda, model uydudan gelen veriler gösterilecektir.
- Yer istasyonundan ayrılma için mosfete komut gönderilecektir.

**KRİTERLER**

- Model uydudan yer istasyonuna gelen veriler uyumlu bir şekilde grafiğe dökülüyorsa test başarılıdır.
- Ayrılma yer istasyonundan verilen komut ile gerçekleşiyorsa test başarılıdır.

**HEDEF**

- Gelen veriler ile uyumlu veri grafiklerini yer istasyonuna çizdirmek.
- Ayrılma yer istasyonundan verilen komut ile gerçekleştirmek.

**SONUÇ**

- Ayrılma komut sayesinde gerçekleşti.
- Gelen veriler ile uyumlu grafikler çizildiği görüldü.

- Kancanın iple bağlantısının ayrılıp ayrılmanın gerçekleşip gerçekleşmediği test edilecek.
- Taşıyıcı ve Görev Yükü'nün ABS gövdesine titreşim testi yapılacaktır, bunun amacı model uydunun yapıldığı malzemenin sağlamlığını test etmektir.

**KISITLAMALAR**

- Konteynere yaklaşık 200 Hz'lik titreşim uygulanacaktır.

**TEST YAPILIŞ**

- Taşıyıcı'ya gerekli seviyede titreşim verilecektir.
- Kancanın bağlantı ipinden ayrılıp ayrılmayı gerçekleştirmek.

**KRİTERLER**

- Model Uydu'da titreşimden sonra kritik bir bozulma olmamışsa test başarılıdır.
- Ayrılma problemsiz gerçekleşiyorsa test başarılıdır.

**HEDEF**

- Konteynerin yapısal malzemesinde 200 Hz'lik bir titreşim uygulandığında herhangi bir zarar görülmemesidir.
- Kancanın ipten ayılması ve taşıyıcı ile görev yükünün ayrılmasının sağlanmasıdır.

**SONUÇ**

- Model Uydu'nun ABS gövdesi sağlamlık testini geçmiştir.
- Ayrılma sorunsuz gerçekleşmiştir.

# İniş Kontrol Alt Sistem Test Planı

- Görev yükünün ve konteynerin yere güvenli ve hasarsız bir iniş gerçekleştirmesini sağlamak için paraşütün açılması ve iplerin sağlamlığı test edilecektir.

**KISITLAMALAR**

- Paraşüt ipler karışmayacak biçimde katlanacak ve yaklaşık 500 gr ağırlığında bir cisim ile belli bir mesafeden serbest bırakılacaktır.

**TEST YAPILIŞ**

- Paraşüt bağlı görev yükü ve taşıyıcı bir binadan güvenli bir yerde serbest bırakılacaktır.

**KRİTERLER**

- Pasif iniş sağlandıysa ve paraşüt kısa sürede açıldıysa test başarılıdır.

**HEDEF**

- Taşıyıcı ve görev yükünün ayrılma gerçekleştikten sonra pasif iniş sistemi sayesinde yere sorunsuz iniş gerçekleştirmesidir.

**SONUÇ**

- Paraşütler kısa sürede sorunsuz bir şekilde açılıyor ve taşınan ağırlık sorunsuz iniş yapabiliyor.

# Sistem Seviyesi Test Planı

| | |
|---|---|
| **Haberleşme Testi** | • Xbee model uydunun üzerindeyken haberleşme testi yapılacak.<br>• Boğaz'ın iki yakasını haberleşme testi için seçtik.<br>• Sinyal kesintisinde, sinyal kalitesinde ne kadar düşüş olacağını gözlemlemek için XBee engelleyici katmanlarda test edilecek. |
| **Mekanizma Testi** | • Model uydu serbest düşme yaparken ayrılma mekanizması test edilecek.<br>• Ayrılma da sorun yaşandığında,mekanizmanın uzaktan talimatla kontrol edilip edilmeyeceği test edilecek. |
| **Ayrılma Testi** | • Servo motor ile ayrılma test edilecek.<br>• Zemin etkisi test edilecek ve gerçek yükseklikten serbest bırakıldığında oluşan hasar saptanacak.<br>• Maksimum torka ulaşılabildiğinin anlaşılması için servo motora maksimum tork testi yapılacak.<br>• Asansör kullanılarak servo motorle birlikte basınç sensörü kalibre edilecek.<br>• Paraşüt iplerinin birbirlerine sağlam bir şekilde tutturulduğundan emin olmak için iplerin gerginliği test edilecek. |

# Çevresel Testlerin Planı (1/2)

## Düşüş Testi

- Üniversite Stadyumunda multikopterle serbest düşme testi yapılacak
- Fakülte çatısından fırlatma testi yapılacak.
- Düşüş testi sayesinde model uydunun dayanıklılığı test edilecektir.
- Tüm sistemin düşüş hızı test edilecektir.

## Termal Testi

- Mekanik ve elektronik bileşenlerin aşırı sıcaklara dayanıp dayanamadığını ölçmek için el yapımı fırında termal testler planlandı.
- Elektronik parçaların düzgün çalışmaya devam edip etmediği gözlemlenecektir.

## Titreşim Testi

- Titreşim testleri Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nin Yapı Kompozit Laboratuvarı'nda yapılmak üzere planlandı.
- Sistemin montajının sağlamlığı gözlemlenecek ve mekanik parçalarda hasar olup olmadığına bakılacaktır.

# Görev Operasyonu ve Analizler

**<Yasin ÇETİN>**

# Olayların Görev Sırasına Genel Bakış (1/2)

TÜRKSAT
Model Uydu Yarışması

| | | |
|---|---|---|
| **YARIŞMAYA VARIŞ** | •Anteni sabitlemek ve ayakta tutmak için kitlerin kurulumu.<br>•Yer istasyonu bilgisayarının 2 saatlik şarjının edilmesi.<br>•Yer istasyonu ve haberleşme araçlarının kurulumu.<br>•Antenin yer istasyonuna yakın bir yerde konumlandırılmasına dikkat edilecek ve bu bölge önceden görevlendirilmiş kişi tarafından denetim altında tutulacaktır. | **Operasyon Kontrol Görevlisi:**<br>Altuğ Ertan |
| **UÇUŞ ÖNCESİ** | •Model uydunun herhangi bir hasar alıp almadığının kontrol edilmesi<br>•Model uydunun montajı ve toplam kütlesinin kontrolü.<br>•Görev yükünün konteynerden ayrılabileceğinden emin olunması.(Ayrılma mekanizması testi.)<br>•Model uydu elektronik alt sistemlerinin test edilmesi. Sensörler, kablo bağlantıları, zil, iletişim kontrolü v.b. | **Hazırlama Ekibi:**<br>Aysu Sarı - Uğur Can Çakır |
| **YERLEŞME** | •Konteynere güç verme.<br>•Görev yükünü çalıştırma.<br>•Roketin yük bölümüne yerleştirilmesi<br>•Model Uydu ile yer istasyonunu iletişiminin doğrulanması | **Yer İstasyonu Ekibi:**<br>Hakkı Eren Uzunyayla |

# Olayların Görev Sırasına Genel Bakış (2/2)

TÜRKSAT
Model Uydu Yarışması

| | |
|---|---|
| **FIRLATMA** | •Roket uçuşa başlar ve 500 metrenin üstüne çıkınca Model Uydu roketten ayrılır.<br>•Maksimum yükseklikte, konteyner içinde görev yüküyle beraber serbest kalıp paraşütle birlikte 400 metreye kadar serbest düşer. |
| **UÇUŞ** | •Bu veriler yer istasyonuna 1 Hz hızında iletilir.<br>•Model Uydu 400 metreye gelince ayrılma mekanizması otonom olarak çalışır ve Görev Yükü konteynerden ayrılır. Görev Yükü uçuşa devam ederken iniş süresi boyunca basınç, yükseklik, konum, hız, sıcaklık ve pil gerilimi verilerini yer istasyonuna gönderir ve canlı video aktarımı yapar. |
| **KURTARMA** | •Konteyner ve Görev Yükü pasif inişini tamamlar ,1 dakika sonra telemetri verilerini durdurur ve sesli uyarı vermeye başlar.<br>•Kurtarma ekibi iki cihazı ve verilerini geri götürmesi için arayışa başlar.<br>•İniş kontrol cihazlarından alınan verileri analiz etme. |
| **ANALİZ** | •Görev yükünden gelen telemetri verilerinin analizi ve Yer İstasyonu Ekibi'nin takımın uçuş bilgilerini Yer İstasyonu Hakemi'ne teslim etmesi.<br>•PFR'a hazırlık |

**Kurtarma Ekibi:**
Özen Haliç - Yasin Çetin

# Operasyon Yönetimi Kontrol Çizelgesi(1/2)

**ÇİZELGE ANA HATLARI**

1. **Yer İstasyonunun Konfigürasyonu** →
   - Yer İstasyonu ve Xbee gerektiği gibi iletişim kuruyor.
   - Yer İstasyonu ile Xbee arasındaki iletişim güçlü ve etkilidir.
   - Telemetri verileri, doğru verilerin kontrolü için alınmıştır.
2. **Model uydunun Fırlatma İçin Hazırlanması** →
   - Model uydu, pcb üzerindeki anahtarı açılarak çalışır halde olduğu kontrol edilir.
3. **Drone'a Yerleştirmek İçin Model Uydunun Birleştirilmesi** →
   - Nihai entegrasyon ve bileşen yerleştirme testleri yapılacaktır.
   - Yer İstasyonu veri almaya hazır olacaktır.
4. **Fırlatma Hazırlığı** →
   - Model uydu dikkatli bir şekilde drone başlığına yerleştirilir ve yerleşmesi kontrol edilir.

# Operasyon Yönetimi Kontrol Çizelgesi(1/2)

TÜRKSAT
Model Uydu Yarışması

**ÇİZELGE ANA HATLARI**

**5 — Fırlatma Prosedürü**
- Model uydunun yerleşimi onaylandı ve uçuşu izlemek için güvenli bir yere geçildi.
- Yer istasyonu ekibi model uydu gökyüzüne çıkınca yer istasyonu hakemlerine uydu ile bağlantı kurduğunu aktaracak ve uydudan gelen verileri takip edecek.

**6 — Kurtarma Prosedürü**
- Kurtarma ekibi hazır olacak.
- Taşıyıcı ve görev yükünün paraşütle düşüşü izlendi.
- GPS verisi ile iniş yerleri bulunacaktır.
- Kurtarma ekibi tarafından ana parçalar bulunacaktır.

**7 — Analizler**
- İletilen veriler analiz edilecektir.
- Hasar kontrolü yapılacaktır.
- Uçuş verileri jüriye teslim edilecek.
- Yarışma alanı dönülecek ve PFR'a geçilecek.

**Yarışma günü bu çizelge sayesinde fırlatma provasındaki adımları kolay bir şekilde takip edebileceğiz ve gerçek fırlatma için hazır hale geleceğiz.**

**<u>Çizelgenin amaçları:</u>**

- **APIS 8C takımının bütün üyelerinin yarışma kurallarını anlaması ve kurallara uyması.**
- **APIS 8C takımının bütün üyelerinin güvenlik açısından sorun yaşamaması.**

## TAŞIYICI

- Konteynerin fosforlu turuncu rengi sayesinde yeri kolay saptanabilecektir.
- Paraşüt parlak sarı rengi sayesinde kolay tespit edilebilecektir.
- Adres ve iletişim bilgileri farkedilir bir şekilde üstünde yazacak.

Jüri onay verdikten sonra önceden seçilmiş 2 veya 3 kişi taşıyıcıyı teslim almaya gidecektir.

## GÖREV YÜKÜ

- Görev yükü parlak yeşil rengi sayesinde kolay bulunabilecektir.
- Tahmini yer belirleme algoritmasıyla izlenecektir.
- Buzzer sayesinde yer tespiti yapılacaktır.
- Adres ve iletişim bilgileri farkedilir bir şekilde üstünde yazacak.

Jüri onay verdikten sonra önceden seçilmiş 2 veya 3 kişi görev yükünü teslim almaya gidecektir.

# İsterlerin Uyumu

**<Hazırlayan Kişinin İsmi>**

# İster Uyumuna Genel Bakış

Bütün isterler incelendi . Sonuç olarak güncel tasarımımız bütün isterlere uyumlu bulundu, herhangi bir kısmi uyumluluk ve uyumsuzluk durumuna rastlanmadı.( 36 isterin hepsi uyumludur)

# İster Uyumları (1/7)

| İsterler | Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu | Uyumu Gösteren referans slaytlar | Takım Yorumları |
|---|---|---|---|
| Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yükü olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır. | Uyumlu | 30, 31 | Uyumlu |
| Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olmalıdır | Uyumlu | 85, 86 | Uyumlu |
| Model Uydu, 180 mm yükseklik ve 80 mm çap ölçülerinde, silindirik yapıda tasarlanmalıdır. | Uyumlu | 30,35 | Uyumlu |
| Taşıyıcı, görev süreci boyunca hiçbir yere takılmayacak şekilde tasarlanmalı ve Görev Yükü 'nü koruyacak yapıda üretilmelidir. | Uyumlu | 23, 30, 35 | Uyumlu |
| 400 metre yüksekliğe (irtifaya) kadar, Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yükü) pasif veya aktif bir iniş sistemiyle 8-10 m/s hızla inmelidir. | Uyumlu | 48, 49 | Uyumlu |
| 400 (+/- 10) metre yükseklikte Taşıyıcı ile Görev Yükü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılmalıdır. | Uyumlu | 49, 115 | Uyumlu |

# İster Uyumları (2/7)

| İsterler | Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu | Uyumu Gösteren referans slaytlar | Takım Yorumları |
|---|---|---|---|
| Ayrılma mekanizması için patlayıcılar ve kimyasallar kullanılmamalıdır. | Uyumlu | 34 | Uyumlu |
| Ayrılmadan sonra Görev Yükü, pasif veya aktif bir iniş sistemi ile 4-6 m/s hızla yere inmelidir. | Uyumlu | 48, 49 | Uyumlu |
| Model Uydu'nun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır. | Uyumlu | 50,54,77,82 | Uyumlu |
| Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar; konnektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılıp sabitlenerek monte edilmelidir. | Uyumlu | 62,71,75 | Uyumlu |
| Model Uydu'nun yere inmesi hasarsız bir şekilde sağlanmalıdır. | Uyumlu | 59 | Uyumlu |
| Model Uydu'nun yere inişinden sonra kırılan veya ayrılan parçaları için hasar kontrolü gerçekleştirilmelidir. | Uyumlu | 28 | Uyumlu |

# İster Uyumları (3/7)

| İsterler | Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu | Uyumu Gösteren referans slaytlar | Takım Yorumları |
|---|---|---|---|
| Pasif iniş sistemi ile inen görev yükünün paraşüt rengi kırmızı, taşıyıcının paraşüt rengi ise kontrast oluşturacak şekilde sarı kullanılmalıdır. | Uyumlu | 53, 54 | Uyumlu |
| Görev Yükü, uçuş süresince sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır. | Uyumlu | 130 | Uyumlu |
| Model Uydu ölçtüğü verileri, sürekli bir şekilde, verilen telemetri formatına uygun paketler halinde, yer istasyonuna her saniye (1 Hz) göndermelidir. | Uyumlu | 118 | Uyumlu |
| Telemetri paketi, görev zamanını içermelidir. Görev süresince, işlemcinin yeniden başlaması durumunda bile, zaman verisi korunmalıdır.(Bunun için bir jeton pil kullanılabilir.) | Uyumlu | 118 | Uyumlu |
| Uçuş yazılımı, gönderilen paketlerin sayısını muhafaza etmeli ve 1'den başlayarak her paket iletiminde sayıyı bir artırmalıdır. Eğer işlemci yeniden başlarsa paket sayısı kaldığı yerden devam etmelidir. | Uyumlu | 119 | Uyumlu |
| Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazdırılmalıdır. | Uyumlu | 132 | Uyumlu |

# İster Uyumları (4/7)

| İsterler | Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu | Uyumu Gösteren referans slaytlar | Takım Yorumları |
|---|---|---|---|
| Görev Yükü üzerinde, yere bakan bir kamera olmalıdır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilmelidir. Video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır. | Uyumlu | 46 | Uyumlu |
| Kamera bakış açısı yeryüzüne doğru bakacak model uydu, görev süresince video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir | Uyumlu | 130 | Uyumlu |
| Alkalin, Ni-MH, Lityum Ion piller kullanılabilir. | Uyumlu | 107 | Uyumlu |
| Seçilecek pil, sistemin 1 saatlik süre boyunca çalışmasına yeterli olmalıdır. | Uyumlu | 111 | Uyumlu |
| Her takım için hakemler tarafından tanımlanacak 5 haneli şifre bilgisi telekomut olarak yer istasyonu arayüzünden uçuş anındaki model uyduya gönderilecektir. Görev yükü şifreyi SD Karta kaydedecektir. | Uyumlu | 117 | Uyumlu |

# İster Uyumları (5/7)

| İsterler | Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu | Uyumu Gösteren referans slaytlar | Takım Yorumları |
|---|---|---|---|
| Ayrılamama durumunda, yer istasyonundan gönderilen komutla ayrılma gerçekleştirilmelidir. | Uyumlu | 113 | Uyumlu |
| Görev Yükü'nün açma kapama düğmesi olacaktır. Taşıyıcı içindeyken bile erişim sağlanabilecek şekilde tasarlanacaktır. | Uyumlu | 106 | Uyumlu |
| Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmamalıdır. | Uyumlu | 68 | Uyumlu |
| Model Uydu yere hasarsız şekilde indikten sonra en az 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam etmelidir. Telemetri paketindeki konum bilgisi ile uydunun yeri tespit edilebilmelidir. | Uyumlu | 118 | Uyumlu |

# İster Uyumları (6/7)

| İsterler | Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu | Uyumu Gösteren referans slaytlar | Takım Yorumları |
|---|---|---|---|
| Model Uydu, yere temas ettiği anı algılayarak sesli ikaz vermeye başlamalıdır. | Uyumlu | 117 | Uyumlu |
| Her takım kendine ait yer istasyonunu geliştirmelidir. | Uyumlu | 130 | Uyumlu |
| Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır. | Uyumlu | 123, 127, 128 | Uyumlu |
| Yer istasyonu arayüzünde Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilmelidir. | Uyumlu | 130, 131, 132 | Uyumlu |
| Yer istasyonu yazılımında Görev Yükü'nden gelen telemetri verileri kaydedilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir. | Uyumlu | 130, 132 | Uyumlu |
| Video yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir. | Uyumlu | 130, 131 | Uyumlu |

# İster Uyumları (7/7)

| İsterler | Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu | Uyumu Gösteren referans slaytlar | Takım Yorumları |
|---|---|---|---|
| Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saat çalışacak durumda olmalıdır. | Uyumlu | 129 | Uyumlu |
| Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir. | Uyumlu | 130 | Uyumlu |

# Yönetim

**<Ayşe Aysu Sarı>**

# Model Uydu Bütçesi (1/4)

ELEKTRONİK BİLEŞENLER

| Bileşen | Adet | Adet Fiyatı (TL) | Kesin/ Tahmini | Toplam (TL) | Sipariş Edilen Tarih | Teslim Alınan Tarih |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Teensy 3.5 | 1 | 289.54 | Kesin | 289.54 | 20.03.2019 | 05.04.2019 |
| BNO055 | 1 | 258.63 | Kesin | 258.63 | 10.06.2019 | 15.06.2019 |
| BMP180 | 1 | 19.96 | Kesin | 19.96 | 10.06.2019 | 15.06.2019 |
| Buzzer | 1 | 6.50 | Kesin | 6.50 | 20.03.2019 | 05.04.2019 |
| Sony VTC6 | 1 | 35 | Kesin | 35 | 20.03.2019 | 05.04.2019 |
| Adafruit Ultimate GPS | 1 | 359.04 | Kesin | 359.04 | 15.06.2019 | 20.06.2019 |
| Teensy 3.5 Oscillator | 1 | Teensy 3.5 ‘e dahil. | Kesin | Teensy 3.5 ‘e dahil. | 20.03.2019 | 05.04.2019 |

# Model Uydu Bütçesi (2/4)

| ELEKTRONİK BİLEŞENLER | Bileşen | Adet | Adet Fiyatı | Kesin/ Tahmini | Toplam | Sipariş Edilen Tarih | Teslim Alınan Tarih |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anten 2405 CL (Uydu) | 1 | 31.64 | Kesin | 31.64 | 20.04.2019 | 6.05.2019 |
| | SanDisk 16GB SD Kart | 1 | 19.89 | Kesin | 19.89 | 12.02.2019 | 15.02.2019 |
| | Eachine DTX03 | 1 | 125.76 | Kesin | 125.76 | 30.05.2019 | 5.06.2019 |
| | Tower Pro SG90 Servo (Ayrılma Mekanizması için) | 1 | 7.00 | Kesin | 7.00 | 12.02.2019 | 20.03.2019 |
| | Xbee Pro S2C | 1 | 293.00 | Kesin | 293.00 | 20.04.2019 | 6.05.2019 |

| | |
|---|---|
| **TOPLAM ELEKTRONİK** | **1.445,96 Türk Lirası** |

# Model Uydu Bütçesi(3/4)

| MEKANİK BİLEŞENLER | Bileşen | Model | Adet | Adet Fiyatı | Kesin/ Tahmini | Toplam | Sipariş Edilen Tarih | Teslim Alınan Tarih |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Taşıyıcı | ABS | - | - | - | 0 | 05.04.2019 | 25.05.2019 |
| | Görev Yükü | ABS | - | - | - | 0 | 05.04.2019 | 25.05.2019 |
| | Paraşüt | 30d silikon naylon 66 kumaş | 1m^2 | m^2'si 10.00 | Kesin | 10.00 | 10.03.2019 | 20.03.2019 |
| | Naylon İp | Naylon 6mm çapında | 1 m | m'si 15 | Kesin | 15 | 10.03.2019 | 20.03.2019 |
| | Diğer | Yapışkan | 4 (Kutu) | 20 | Tahmini | 80 | Mevcut | - |

| | |
|---|---|
| **Toplam Mekanik** | **105.00 Türk Lirası** |

# Model Uydu Bütçesi (4/4)

| YER İSTASYONU | Bileşen | Adet | Adet Fiyatı | Kesin/ Tahmini | Toplam | Sipariş Edilen Tarih | Teslim Alınan Tarih |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Xbee S2C | 1 | 293.00 | Kesin | 293.00 | 20.04.2019 | 5.06.2019 |
| | Xbee Explorer Dongle | 1 | 51.35 | Kesin | 51.35 | 20.04.2019 | 5.06.2019 |
| | Anten 2415D (Yer) | 1 | 332.00 | Kesin | 332.00 | 25.04.2019 | 10.06.2019 |
| | Bilgisayar | 1 | Kişisel | - | - | - | - |

| | |
|---|---|
| **TOPLAM (Elektronik+Mekanik +Yer İstasyonu)** | **2.127,31 Türk Lirası** |

# Diğer Masraflar

| Harcama | Adet | Adet Fiyatı (TL) | Toplam |
|---|---|---|---|
| Multikopter | 1 | 1250 | 1250 |
| Mekanik Prototipler | 2 | Sponsor tarafından karşılandı. | Sponsor tarafından karşılandı. |
| Test Tesisleri ve Ekipmanları | Üniversite tarafından karşılandı. | Üniversite tarafından karşılandı. | Üniversite tarafından karşılandı. |

| Harcamalar | Tutar(TL) |
|---|---|
| Elektronik, Mekanik, Yer İstasyonu | 2.127,31 |
| Diğer | 1250 |
| **TOPLAM** | **3.377,31** |

**GELİR: 4500 Türk Lirası**

# Gelirler

| ŞİRKET | GELİR (Türk Lirası) |
|---|---|
| SBK Holding | 1500 |
| İNOVATİM | 1000 |
| Aselsan | 1000 |
| İsbak | 1000 |

**TOPLAM: 4500 Türk Lirası**

# Proje Takvimi (1/3)

| | Proje Planı<43415> | Sub Tasks | Task Prog. |
|---|---|---|---|
| | #Proje Faz Şablonu - FAZ AŞAMASI - (HEDEF) [Ba... | | 0% |
| | Faz 1 - Yarışma Başvuruları [04022019 - 28022019]: | | 100% |
| 2 | Takım başvurusunun tamamlanması | | 100% |
| | Faz 2 - POR [28022019 - 17032019]: | | 100% |
| 4 | Yarışma kılavuzunun incelenmesi ve takım üyel... | | 100% |
| 5 | Takım içi görev dağılımı yapılması ve organizas... | | 100% |
| 6 | Süreç dikkate alınarak proje planı yapılması | | 100% |
| | Faz 3 - PDR [17032019 - 28042019]: | | 100% |
| 8 | Kamera sistemi için araştırmalar yapılması | | 100% |
| 9 | Haberleşme modülü ,anten araştırılması araştırıl... | | 100% |
| 10 | Pil araştırılması özelliklerinin karşılaştırılması | | 100% |
| 11 | Yer istasyonu prototipi oluşturulması | | 100% |
| 12 | Sistem ve alt sistemler için ayrıntılı test planı ya... | | 100% |
| 13 | Maliyet için ön bütçe çıkarılması | | 100% |
| 14 | Sensör araştırılması ve özelliklerinin karşılaştırıl... | | 100% |
| 15 | Uydunun imalatında kullanılabilecek malzemeler... | | 100% |
| 16 | Uydu için birkaç aday tasarım oluşturulması | | 100% |
| 17 | Paraşüt modellerinin karşılaştırılması ve araştırıl... | | 100% |
| 18 | PDR raporunun hazırlanması ve teslim edilmesi | | 100% |
| 19 | Uçuş yazılımı geliştirme planı yapılması | | 100% |
| 20 | Tahmini tasarımlar için iniş hızı, dayanıklılık vb. ... | | 100% |
| 21 | Tahmini bir devre akışı oluşturulması | | 100% |
| 22 | Tahmini bir güç bütçesi yapılması | | 100% |

# Proje Takvimi (2/3)

| | | |
|---|---|---|
| | Faz 4 - CDR [28042019 - 07072019]: | 100% |
| 24 | Sensörlerin seçimlerinin kesinleştirilmesi ve ona ... | 100% |
| 25 | Kullanılacak uydu tasarımının belirlenmesi ve on... | 100% |
| 26 | Seçilen paraşüt tasarımı için üretime başlanması | 100% |
| 27 | Seçilen uydu tasarımı için iniş hızı, dayanıklılık v... | 100% |
| 28 | Seçilen haberleşme modülleri için veri gönderm... | 100% |
| 29 | Güç bütçesinin kesin hesaplarının yapılması | 100% |
| 30 | Uçuş yazılımın telemetri gönderme, ayrılmayı ge... | 100% |
| 31 | Yer istasyonu tasarımının bitirilmesi | 100% |
| 32 | CDR raporunun hazırlanması ve teslim edilmesi | 100% |
| 33 | Maliyet için bütçenin kesin olarak çıkarılması | 100% |
| 34 | Seçilen pil için güç yeterlilik testi yapılması | 100% |
| 35 | Bağlantı bütçesi yapılması | 100% |
| 36 | Seçilen anten ve haberleşme modülleriyle birlikt... | 100% |
| 37 | Seçilen sensörler ve devre taslağı dikkate alınar... | 100% |
| 38 | Basılan devre için kısa devre vb. testlerin yapılm... | 100% |
| 39 | Uçuş yazılımı ve yer istasyonu arasında haberle... | 100% |
| 40 | Uydunun entegrasyonun nasıl yapılacağının pla... | 100% |
| | Final Haftası [22052019 - 31052019]: | 100% |
| 42 | Sınavlardan dolayı projeye ara verilmesi | 100% |
| | Faz 5 - Katılım Belgelerinin Teslimi [07072019 - 16... | 0% |
| 44 | Gerekli katılım belgelerin yarışmaya teslim edilm... | 0% |

# Proje Takvimi (3/3)

| | | |
|---|---|---|
| | Faz 6 - QR [16072019 - 08092019]: | 0% |
| 46 | Model uydunun montajının yapılması | 0% |
| 47 | QRın hazırlanması ve yarışmaya teslimi | 0% |
| 48 | Montajı tamamlanmış sistemlerin testlerinin yapı... | 0% |
| 49 | Çevresel etki testlerinin yapılması | 0% |
| | Tatil Süreci [08092019 - 17092019]: | 0% |
| 51 | Yarışmadan önce kısa bir tatil | 0% |
| | Faz 7 - OYK [Rapor için gerekliliklerin yerine getiri... | 0% |
| 53 | Yarışma günü adım adım yapılacak işlerin listesi... | 0% |
| 54 | Ekip üyelerinin yarışma alanındaki görevlerinin b... | 0% |
| 55 | Raporun jüriye teslim edilmesi | 0% |
| | Faz 8 - Yarışma [20092019 - 21092019]: | 0% |
| 57 | Yarışmaya gidiş | 0% |
| 58 | FRR (Uçuşa katılmak için yeterlilik kontrolü) | 0% |
| 59 | Uçuşun yapılması | 0% |
| | Faz 9 - PFR [21092019 - 22092019]: | 0% |
| 61 | Model uydu tasarımının yorumlanması | 0% |
| 62 | Uçuş operasyonundan alınan verilerin detaylı an... | 0% |
| 63 | Sorunların analizinin yapılması | 0% |
| 64 | Raporun birleştirilmesi | 0% |
| 65 | Raporun jüriye sunulması | 0% |

# Sonuçlar

## YÖNETİM VE FİNANS

**Tamamlanan işler:**

- Proje planlanması yapıldı.
- Sponsor bulundu.
- PDR ve CDR aşaması tamamlandı.
- Takım için tişört imalatı yapıldı.

**Tamamlanmayan işler:**

- Uydu'nun entegresinden sonra uçuş testleri için multikopter kiralanacak.

## ELEKTRONİK VE HABERLEŞME

**Tamamlanan işler:**

- Tüm sistem bütün olarak test edildi.
- PCB tasarımı tamamlandı.
- Kütüphaneler düzenlendi.

**Tamamlanmayan işler:**

- PCB basımdan geldikten sonra sistemin bir bütün halinde testleri gerçekleştirilecek.
- Sesli ikaz testleri gerçekleştirilecek.
- Otonom bir şekilde ayrılma için kodlarda düzenleme yapılacaktır.

## MEKANİK

**Tamamlanan işler:**

- Taşıyıcının tasarımı tamamlandı.
- Mekanizmaların tasarımı tamamlandı.
- İlk prototip yapıldı.

**Tamamlanmayan işler:**

- İkinci kez prototip üretim aşamasında, ilkinde yapılan hatalar gideriliyor.

**APİS ARGE 8C Proje planlamasına göre elektronik ve mekanik alanda olması gerektiği yerdedir. Yarışma gününe kadar plana paralel bir şekilde çalışmaya devam etmeye hazırdır.**