TEKNOFEST Roket Yarışması Kritik Tasarım Raporu

Yarışma Kategorisi ve Takım Kimliği

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Birinci Yazar[[1]](#footnote-2)  *Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke* | İkinci Yazar.[[2]](#footnote-3)  *Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke* | Üçüncü Yazar[[3]](#footnote-4)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | Dördüncü Yazar[[4]](#footnote-5)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke |
| Beşinci Yazar[[5]](#footnote-6)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | Altıncı Yazar.[[6]](#footnote-7)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | Yedinci Yazar[[7]](#footnote-8)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | Sekizinci Yazar[[8]](#footnote-9)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke |
| Dokuzuncu Yazar[[9]](#footnote-10)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | Onuncu Yazar.[[10]](#footnote-11)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | On Birinci Yazar[[11]](#footnote-12)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | On İkinci Yazar[[12]](#footnote-13)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke |
| On Üçüncü Yazar[[13]](#footnote-14)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | On Dördüncü Yazar.[[14]](#footnote-15)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke | On Beşinci Yazar[[15]](#footnote-16)  Ticari veya Akademik Bağlantısının Tam Adı Soyadı, Adres, Şehir, Ülke |  |

**Özet bölümü, makalenizin başında yer almalıdır. Bir paragraf uzunluğunda olmalı ve toplam 1.500 karakteri geçmemelidir, aksi halde bu bölüm değerlendirmeye alınmayacaktır. Referans numarası yer almamalıdır. Makalede ele alınan konular ve raporun amaç(lar)ı genel olarak belirtilmelidir. Makalede sistem mimarisi, analiz ve yeni gözlemlenen bulgulara ilişkin özet sonuçlar belirtilmelidir; Okuyucuların sistemle ilgili temel ve vazgeçilmez özellikleri anlaması için makaleyi tamamıyla okumak yerine gerektiğinde özetle ulaşmalıdır. Özet, kalın karakterlerle yazılmalıdır.**

1. **Terimler**

Tüm sembolleri birimleriyle tanımlayan bir terimler listesi oluşturulmalıdır. Bu bölümde, makalede kullanılan tüm semboller veya kısaltmalar yer almalıdır. Eğer bir terim Havacılık ve Uzay Mühendisliği alanında yaygın olarak tanınmıyorsa, o terim “Terimler” bölümünde değil metinde geçtiği ilk yerde tanımlanmalıdır. Örnek terimler aşağıda sunulmuştur;

*A* = salınım genliği

*a* = silindir çapı

*Cp*= basınç katsayısı

*Cx* = *x* doğrultusundaki kuvvet katsayısı

*Cy* = *y* doğrultusundaki kuvvet katsayısı

d*t* = zaman adımı

*Fx* = araç üzerinde etkiyen toplam basıncın *X bileşeni*

*Fy* = araç üzerinde etkiyen toplam basıncın *Y bileşeni*

*h* = yükseklik

*i* = seyir için zaman indeksi

*j* = yön indeksi

1. **Giriş**

Bilimsel bir makalenin girişi ters üçgen şeklini takip eder. İlk aşama genel araştırma konusuyla başlar, giderek spesifik araştırma konuları, karşılaştığınzı soru(lar) ile çözümleri için gerçekleştirdiğiniz çalışmalara doğru daralır. Birbirini takip eden beş seviye aşağıda sunulmuştur;

1. Genel araştırma konunuzu (roket tasarım) belirtin,
2. Özel araştırma konularınızı (roket alt sistemleri) belirtin,
3. Karşılaştığınız sorun(lar)ı genel olarak belirtin,
4. Çözüm(ler)inizi genel olarak belirtin,
5. Çözümlerinizdeki hipotez(ler)iniz ve yöntem(ler)inizi belirtin

Makalenizin giriş bölümünde tüm bilginizi göstermenize gerek yoktur, detayları ilgili bölümlerde sunmanız beklenmektedir. Doğrudan tasarım görevleriniz, karşılaştığınız sorun(lar) ve çözüm(ler)iyle ilgili hususları anlatın. Bu bölümde, sistemin temel problemleri ve genel çözüm yaklaşımı tanıtılmalı; detaylı teknik açıklamalara alt bölümlerde yer verilmelidir.. İkna edici olmaya gelince, öz bilgiler uzun ve karmaşık olanlardan daha kıymetlidir. Bu bölüm azami 5.000 karakteri geçmemelidir, aksi halde bu bölüm değerlendirmeye alınmayacaktır.

Bu bölümde; takım üyelerinden öğrenci olanların öğrenim durumları (lise/üniversite, üniversite bölümleri), mezunların bilgileri (mezun olduğu okul ve bölüm ile çalıştığı kurum/kuruluş bilgileri) ve takım içerisindeki rollerinin de yer aldığı bir şema oluşturulması ve sunulması gerekmektedir.

# Operasyonel Görev Konsepti

# Operasyonel Görev Konseptinde, takımlar yarıştıkları kategoriye uygun olarak roketlerinin uçuş görevlerini (uçuş görev profilinin safhaları ve ilgili uçuş zamanlamasında yapılacak görevler şematik olarak gösterilmek kaydıyla) tanıtacaklardır. Sıralı olarak roketin atış anından kurtarılmaya kadar olan bütün süreçleri içermelidir. Çizim elle yapılmamış olmalıdır.Her aşama, görselde numaralandırılarak ve ‘Uçuş Profili Tablosu’ formatında açıklanmalıdır. Uçuş görev profiline ilişkin tüm görseller CAD tabanlı dijital çizimlerden oluşturulmalı, el çizimi görseller kullanılmamalıdır. Uçuşun her safhası numaralandırılmalı ve bu safhalar ayrı bir tabloda açıklanmalıdır. Vektörel nicelikler belirtilirken yön işaretlemeleri mutlaka gösterilmelidir.

Operasyon Görev Kopseptinin şartnameye uygun olmaması, şartname isterlerine aykırı veriler içermesi, şartname isterlerinin sağlandığını açıkça göstermemesi elenme sebebidir. Operasyon Görev Konsepti özet cümleler ile kapsayıcı bir şekilde anlatılmalıdır.

# A graph with a red line and a red text Description automatically generated with medium confidenceA table with numbers and letters Description automatically generated

# Görev yükünün hangi aşamada roketten nasıl ayrılacağı hem görsel grafikte hem de uçuş profili tablosunda belirtilmelidir.

Bu bölüm azami 5.000 karakteri geçmemelidir, aksi halde bu bölüm değerlendirmeye alınmayacaktır.

# Sistem Mimarisi ve Analizi

Bu bölümde önce genel sistem mimarisi daha sonra ilgili alt başlıklar altında alt sistem ve bileşenlerine ilişkin tanıtım ve analizler sunulacaktır.

## Genel Sistem Mimarisi

Takımlar tasarladıkları sistemi genel olarak tanıtacaklardır. Tanıtıma ilave olarak sistem içindeki alt sistemleri gösteren şekil/grafiklerin bu bölümde etkin olarak kullanılması beklenmektedir.

Kullanılacak görselde statik marjin, roketin fonksiyonel her bölümünün boy ve uzunluk bilgileri yer almalıdır. CAD tasarımı yapılmış olan roketin ölçeksiz (birebir boyutta) Open Rocket’e uyarlanması (yansıtılmış olması) gerekmektedir. Open Rocket üzerinden alınmış ekran görüntüsünde bulunan «Boy-Kütle-Çap» bilgisini içeren sol üst köşe, «Stabilite-CG-CP» bilgisini içeren sağ üst köşe, «Apogee-Maks Hız-Maks İvme» bilgisini içeren sol alt köşe yakınlaştırılmış şekilde eklenmelidir.

Tasarımı yapılan roketle ilgili kriterler aşağıdaki tablo örnek alınarak sunulacaktır. Tablo doldurulurken birimlere dikkat edilmeli, birimsiz kriterler doğru bir şekilde paylaşılmalıdır;

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **KRİTER** | **ÖLÇÜ** | **KRİTER** | **ÖLÇÜ** |
| Boy (mm) |  | Kalkış İtki/Ağırlık Oranı |  |
| Çap (mm) |  | Rampa Çıkış Hızı (m/s) |  |
| Roketin Kuru Ağırlığı (gram) |  | Stabilite (0.3 Mach için) |  |
| Yakıt Kütlesi (gram) |  | En Yüksek İvme (g) |  |
| Motor Kuru Ağırlığı (gram) |  | En Yüksek Hız (m/s) |  |
| Görev Yükü Ağırlığı (gram) |  | En Yüksek Hız (Mach) |  |
| Toplam Kalkış Ağırlığı (gram) |  | Tepe (Apogee) Noktası İrtifası (m) |  |

## Sistem Analizi

Genel sistem tanıtımı sonrasında sistemi oluşturan alt sistemlerin birbiriyle bağlantıları ve fonksiyonel ilişkileri bu bölümde tanıtılacaktır. Bu analizi desteklemek için uygun şekil ve grafiklerin de etkin olarak kullanılması beklenmektedir.

Bu bölüm azami 5.000 karakteri geçmemelidir, aksi halde bu bölüm değerlendirmeye alınmayacaktır.

## Yapısal

Her bir alt sistem için üç boyutlu CAD çizimleri ve iki boyutlu teknik ölçüler birlikte sunulmalıdır. Paylaşılacak iki boyutlu görseller imalat teknik resimi olarak paylaşılmamalıdır. Sistemlerin önden ve yan görünüşten ölçüleri verilmelidir. İki görünüş ile detaylarıın aktarılması mümkün olmayan parçalar için ek olarak bir görünüş daha verilebilir. İlgili görsellerde bütün ölçüler milimetre cinsinden verilmelidir. İki boyutlu ölçüleri verilen her bir alt sistemin yanında izometrik görünümde üç boyutlu CAD çizimleri paylaşılmalıdır.

Yapısal bölümünde bulunan her bir alt sistem için seçilen malzemenin özellikleri, kullanılacak imalat yöntemleri, özel bir geometri içeriyorsa geometri seçim sebepleri ilgili başlığın altında açıklanmalıdır. İlgili açıklamalarda özet tablolar kullanılmalı, sonuçlar teknik bir dille yorumlanmalıdır.

### **Burun Konisi**

Bu bölümde, burun konisi tasarımı açıklanmalıdır. Tasarımı oluşturan unsur(lar) için seçim kriterlerinden bahsedilmeli ve seçim gerekçeleri anlatılmalıdır. Burun konisi çizimleri paylaşılmalıdır. Burun konisi omuzluğu tanıtılmalı ve burun konisi ile nasıl bağlandığı detaylı açıklanmalıdır.

### **Kanatçıklar**

Bu bölümde, kanatçık tasarımı açıklanmalıdır. Tasarımı oluşturan unsur(lar) için seçim kriterlerinden bahsedilmeli ve seçim gerekçeleri anlatılmalıdır. Kanatçık çizimleri paylaşılmalıdır. Kaç adet kanatçık kullanılacağı, kanatçık bağlantısının nasıl yapılacağı detaylı açıklanmalıdır.

### **Gövde**

Bu bölümde, gövde tasarımı açıklanmalıdır. Tasarımı oluşturan unsur(lar) için seçim kriterlerinden bahsedilmeli ve seçim gerekçeleri anlatılmalıdır. Kaç adet gövde borusu kullanılacağı açık bir şekilde belirtilmelidir. Bağlantı için entegrasyon gövdesi kullanılıyor ise entegrasyon gövdesi tanıtılmalıdır. Gövdelerin bağlantısı için kullanılacak metod açıklanmalıdır. Bu bölümde gövde içi parçalardan bahsedilmemelidir. Gövde üzerinde bulunan fonksiyonel boşluklar (erişim kapakları, elektronik buton boşluğu vb.) tanıtılmalıdır.

### **Gövde İçi Yapısal Parçalar**

Bu bölümde, gövde içerisinde bulunan yapısal destek parçaları, motor sabitleme ve yataklama için kullanılan parçalar tanıtılmalıdır. Gövde içerisinde bulunan ve sadece yapısal işlevi olan parçalar tanıtılmalıdır. İlgili parçaların ölçüleri paylaşılmalıdır.

### **Roket Montaj Stratejisi**

Bu bölümde, roket içerisinde bulunan bütün alt sistemlerin, gövdelerin, entegrasyon gövdelerinin ve ilgili diğer tüm parçaların nasıl montajlandığı CAD görselleri yardımı ile açıklanmalıdır. Paylaşılan görseller anlaşılır ve net olmalıdır. Mümkün olan en az adımda montaj stratejisi açıklanmalıdır. Montaj stratejisi içerisinde roket motoru montajı, hakem altimetresi montajı ve eğer kullanılıyor ise SGÜ (Sıcak Gaz Üreteci) montajı ayrıca belirtilerek açıklanmalıdır. İlgili montaj stratejilerinin şartname ve eklerine uygun olduğu ispatlanmalıdır.

## Analizler

A1 kategorisindeki takımlar analiz bölümünü hazırlamayacağından bu başlığı silmelidir. Bu bölüm, A2 kategorisi için zorunlu olmayıp, A3 ve A4 kategorisi için zorunludur. A2 kategorisinde kendi inisiyatiflerinde analiz hazırlayan takımlara ilave puan uygulanacak olup, analizler bütün isterleri sağlayacak şekilde kapsamlı, açık ve net bir şekilde olması gerekmektedir. Analiz paylaşmayacak takımlar bu başlığı silmelidir.

Paylaşılan bütün analizler için, analizin ne amaçla yapıldığı ve yapılan analiz sonucunda elde edilen verilerin nerede kullanılacağı önce özet olarak açıklanmalıdır. Analizler ile ilgili bilgi verilirken temel literatür bilgileri rapor içerisinde açıklanmamalıdır. Rapor içerisinde hangi modelin kullanıldığı, kullanılan modelin neden seçildiği açıklanmalıdır. Analiz için kullanılan program ve kullanılan çözüm ağı belirtilmelidir.

### **Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Analizleri**

Roketin uçuşu boyunca ulaştığı en yüksek hız değeri ile bu değere ulaşılan irtifadaki atmosfer koşullarında akış analizi yapılmalıdır. HAD analizlerine ilişkin grafikler (roket üzerindeki yükler, sıcaklıklar, akış çizgileri vb.) ve bir tablo halinde roketle ilgili maksimum değerler (yükler, sıcaklıklar vb.) paylaşılmalıdır.

### **Yapısal Analizler**

Roketin kritik bağlantı noktaları, gövdeler ve kanatçık bağlantıları için mukavemet analizleri yapılmalıdır. İlgili analizler parçaların en yüksek zorlanmaya maruz kalacağı durumlar için yapılmalıdır. Bu durumlar uçuş boyunca en yüksek ivme, uçuş boyunca en yüksek hız değerinin görüldüğü anlar ve paraşüt açılmasında gerçekleşir. Analizlere ilişkin grafikler ve bir tablo halinde roketle ilgili maksimum değerler paylaşılmalıdır

## Aviyonik

Bu bölümün girişinde Uçuş Kontrol Bilgisayarı (UKB) olarak kullanılacak ticari ve/veya özgün sistem(ler) genel olarak tanıtılmalıdır. UKB’ler açıklanırken mümkün olduğunca diyagram ve görseller kullanılmalı, karmaşık ve uzun cümlelerden kaçınılmalıdır. Bu bölümün giriş kısmında sistemin mimarisi ve temel yapısı açıklanmalıdır. Aviyonik başlığı altında görev yükünün barındırdığı elektronik sistemlerden bahsedilmemelidir.

Kullanılan UKB’ler açıklanırken eğer sistemin dahili olarak haberleşme özelliği var ise tanıtılmalıdır. UKB başlıkları altında haberleşme bilgisayarlarından bahsedilmemelidir. Başlıkların içerisinde ilgili başlıkla ilgili olmayan bilgiler verilmesi halinde bölümün tamamı değerlendirmeye alınmayacaktır. Aviyonik sistemler ile ilgili tasarım detayları açıklanırken yarışma şartnamesi isterlerinin açık ve net bir şekilde karşılandığı ispatlanmalıdır.

Rapor boyunca UKB’lerden “yedek” veya “ana” sistem olarak bahsedilmemelidir. Yarışma şartnamesi gereği kullanılan UKB’ler birbirlerinin yedekleri değil birbirinden bağımsız çalışan sistemlerdir. Rapor boyunca ticari sistemlerden “birincil” veya “ticari” UKB olarak bahsedilmeli, özgün sistemlerden ise “ikincil” veya “özgün” UKB olarak bahsedilmelidir.

### **Aviyonik Sistem UKB Yapısı**

Ticari ve özgün UKB’lerin benzerlikleri ve farklılıkları özet bir tablo ile sunulmalıdır (tablonun formatı ve içeriği takım tarafından geliştirilmeli ve beklenen kıyaslamalar ilk bakışta anlaşılmalıdır). UKB’lerin ayrılma sistemleri ile ve birbirleri ile olan bağlantısı açıklanmalıdır. UKB’ler arasında elektriksel veya kablosuz bağlantı olması diskalifiye sebebidir.

### **Birincil (Ticari) UKB Yapısı**

Bu bölümde, kullanılmasına izin verilen ticari sistemlerden hangisinin kullanılacağı ve neden bu sistemin seçildiği açıklanmalıdır. Kullanılacak ticari UKB (Şartname Ek’indeki güncel ticari ürünler listesinden seçilmiş sistem kullanılması zorunludur) için ürünün tam adı ve kodu paylaşılmalıdır. Kullanılan ticari kartın tasarım mimarisi veya bileşenleri detaylıca anlatılmamalıdır. Seçilen sistemin neden seçildiği anlatılmalı ve performans özelliklerinin yeterliliği ispatlanmalıdır.

Seçilen ticari sistemin ayrılma sistemini tek başına aktifleştirebildiği ispatlanmalıdır. Bu hesaplar SGÜ kullanan takımlar için kartın çıkış gücü ile SGÜ’leri aktifleştirebileceğinin teyiti veya DC motor kullanan takımlar için ilgili kartın seçilen motoru sürebileceğinin ispatı niteliğinde olmalıdır.

Seçilen ticari sistemin çevre birimleri ile bağlantısını gösteren bir blok diyagram paylaşılmalıdır. Blok diyagram, kartın iç yapısını içermemelidir. Blok diyagram içeriğinde batarya, güç anahtarı, eyleyici bağlantısı gibi temel kısımlar yer almalıdır.

Ticari UKB herhangi bir şekilde direkt olarak eylecileri sürmüyor ise, motor sürmek ve benzeri işlemler için ilave elektronik sistemler kullanılıyorsa kullanılan ilave sisteme olan ihtiyaç gerekçeleriyle açıklanmalıdır. Eyleyicilerin çalışmasını sağlayan algoritmanın ticari UKB tarafından koşturulduğu ve arada karar verici başka bir sistem olmadığı açık bir şekilde ispatlanmalıdır.

Ticari UKB kullanılırken yapılacak ayarlar açıklanmalıdır. Ticari sistemler kendi algoritmaları ile geldikleri için ticari sistemlerin algoritmaları ve veri filtreleme sistemleri takımlar tarafından açıklanmamalıdır.

### **İkincil (özgün) UKB yapısı**

Özgün UKB kullanmayacak A1 kategorisi takımları bu bölümden sorumlu değildir. A1 kategorisi takımlardan özgün UKB kullanmayacaklar bu bölümde sadece “Özgün UKB kullanılmamaktadır” ifadesi yazmalıdır. KTR aşamasında özgün aviyonik sistemle ilgili rapor paylaşmamış A1 kategorisindeki takımlar özgün UKB ile uçuş yapamayacaktır.

Takımlar tarafından geliştirilen özgün UKB’nin temel performans parametreleri bu bölümde açıklanmalıdır. UKB’nin hangi sensörler ile hangi ölçümleri yapabildiği, ne tipte eyleyiciler ile çalışabildiği detaylı açıklanmalıdır.

Kullanılacak UKB’lerin yapısını gösteren temel seviye blok diyagramı, temel devre elemanları, kontrol çıkışları, güç girişleri, Ö-UKB testi için haberleşme alt sistemi, ek çevre birimler (batarya, switch vb.) bu bölümde paylaşılmalıdır. UKB’ler haberleşme bilgisayarı özelliği taşıyor ise kısaca bahsedilmeli haberleşme detayları bu bölümde paylaşılmamalıdır. UKB olmayan haberleşme sistemlerinden bu bölümde bahsedilmemelidir. Blok diyagramının gösteriminde roket üzerindeki diğer kartlar ve sistemlerle olan ilişkisi ve bağlantılarıyla devre elemanlarının kurtarma algoritmasındaki rolleri detaylı anlatılmalıdır. Blok diyagramları açık ve net olmalı ancak devre kartı şeması (İngilizce – PCB layout) şeması paylaşılmamalıdır.

Ö-UKB test düzeneği ile yapılacak olan bağlantı için seçilen arayüzleri, bağlantı elemanları ve kabloların yapısı bir diyagram ile paylaşılarak kısaca açıklanmalıdır.

Özgün UKB’lerdeki alt sistem/bileşenlerin ürün adı, ürün kodu/ürün türü, kurtarma algoritmasında verileri kullanılıp kullanılmadığı ve kurtarma algoritmasında kullanılan verilerin işlevi vb. bilgi sunulmalıdır. Örnek tablo aşağıda sunulmuştur;

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BİLEŞEN** | **ÜRÜN ADI/KODU/TÜRÜ** | **KURTARMA ALGORİTMASININ İŞLETİMİ** | |
| **VERİLERİ KULLANILIYOR MU?** | **KULLANILAN VERİLERİN İŞLEVİ** |
| İşlemci |  | *İşlemci için boş bırakılacaktır* |  |
| 1. Sensör | BMP 180 Basınç Sensörü | (Evet/Hayır) |  |
| 2. Sensör |  | (Evet/Hayır) |  |
| 3. Sensör (Varsa) |  | (Evet/Hayır) |  |
| Haberleşme Modülü (Varsa) |  | (Evet/Hayır) |  |
| GPS Modülü (Varsa) |  | (Evet/Hayır) |  |

### **İkincil (özgün) UKB Algoritması**

Özgün UKB kullanmayan A1 kategorisi takımları bu bölümde sadece “Özgün UKB kullanılmamaktadır.” yazmalıdır.

Özgün UKB’lerin algoritmaları açık ve net bir şekilde açıklanmalıdır. Algoritma açıklanirken karmaşık ve uzun cümleler kullanılmamalı, akış şemaları kullanılmalıdır. Kullanılan algoritmaya ilişkin akış şemasında; algoritmada kullanılan parametrelerin hangi sensörden geldiği açık ve net bir şekilde anlatılmalıdır. Kurtarma sistemini tetikleyecek parametreler listelenmeli ve neden seçildiği belirtilmelidir (kullandığı parametreleri doğru sensörlerden almayan veya eksik olarak açıklayan takımlar diskalifiye edilecektir). Algoritma içerisinde haberleşme ve yer istasyonu ile ilgili adımlar var ise bunlar paylaşılmamalıdır.

Algoritmada ayrılma sistemini tetiklemesi için seçilen parametreler ayrı bir tablo ile sunulmalı ve bu kriterlerin nasıl ve ne için seçildiği açıklanmalıdır.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PARAMETRE** | **KAYNAK SENSÖR** | **EŞİK DEĞERİ** | **ALGORİTMADAKİ ROLÜ** |
|  |  |  |  |

Özgün UKB’lerin test edilmesi kapsamında test cihazı ile Ö-UKB arasında çalışacak olan yazılımın UKB ana algoritması ile nasıl entegre edildiği ve çalışma yapısı açık şekilde algoritma şeması olarak paylaşılmalıdır.

### **Aviyonik Sistem Haberleşme Yapısı**

Bu bölümde, roket üzerinde bulunan haberleşme sistemlerinin yapısı açıklanmalıdır. Görev yükü haberleşmesinden bahsedilmemelidir. Kullanılan haberleşme bilgisayarının haberleşme bilgisayarı özelliği taşıyan bir UKB mi yoksa ayrı bir sistem mi olduğu açıkça belirtilmeli ve sistem özet olarak tanıtılmalıdır.

Seçilen haberleşme modülünün hangi sebepler ile seçildiği açıklanmalıdır. Kullanılacak anten türü, antenin işlevsel özellikleri ve roket üzerinde nerede ve nasıl konumlandıracağı belirtilmelidir. Link bütçesi hesabı paylaşılmalıdır.

Roket üzerinden yer istasyonuna iletilecek veriler tanımlanmalıdır. Yer istasyonuna indirilen verilerin Hakem Yer İstasyonuna nasıl iletileceği detaylı açıklanmalıdır.

## Kurtarma Sistemi-Roket Ayırma Sistemi (Paraşüt Açma Sistemi)

Bu bölümde, kurtarma sistemi genelden özele doğru tanıtılacaktır.

Ayrılma sisteminin roketin içindeki konumu ve mekanizması roketin üç boyutlu çizim/grafiğinde (CAD) ilgili bölüm şeffaflaştırılarak paylaşılmalıdır. Kullanılmasına karar verilen kurtarma sisteminin tüm tasarım ve üretim bilgileri paylaşılmalıdır. SGÜ kullanacak takımlar sadece SGÜ kullandıklarını belirtmelidir. SGÜ’ler takımlara hazır olacak verilecek olup takımların SGÜ’ler hakkında malzeme bilgisi veya üretim yöntemi paylaşması mümkün değildir. SGÜ kullanacak takımlar bu paylaşımı SGÜ’lerin mekanik olarak bağlanacağı sistem için yapmalıdır.

Burada kurtarma sistemi ve parçaları ile alakalı CAD görüntüsü, üretim teknik resmi, üretim yöntemleri, malzeme bilgisi ve eğer kurtarma sistemi ve parçaları üretildiyse üretilen parçanın görseli paylaşılmalıdır.

SGÜ harici sistem kullanacak takımlar sistemlerinin çalışma mekanizmasını açık ve net bir şekilde CAD görselleri ile adım adım açıklamalıdır. Ayrılma sistemi aktifleştiğinde roketin hangi bölümünden hangi parçaların ne şekilde dışarı çıkacağı açıkça belirtilmelidir. Ayrılmaların gerçekleşeceği irtifalar belirtilmelidir. Paraşüt ayrılmasının nasıl gerçekleşeceği patlatılmış CAD görüntüleri ile anlatılmalıdır.

Piroteknik malzeme kullanarak roket ayrılması gerçekleştirmek isteyen takımlar tarafından tablo (aşağıda yer almaktadır) doldurulacak olup, piroteknik malzeme kullanmayan ekipler bu sayfada piroteknik malzeme kullanmadıklarını açıkça belirtmelidir. Bu tablonun eksikliği diskalifiye nedenidir. SGÜ kullanacak takımlar şartnamenin ilgili ekinde paylaşılmış olan bilgileri kullanarak basınç hesabı yapmalı kullanacakları SGÜ adetini belirlemeli ve raporda hangi ayrılma aşamasında kaç adet SGÜ kullanacağını açıkça belirtmelidir. SGÜ’lerin içerisinde kullanılan piroteknik malzeme ve miktarı takımlar ile paylaşılmadığı için takımların herhangi bir piroteknik malzemenin bilgileri üzerinden hesap yapıp malzeme miktarı belirlemesi mümkün değildir.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **BASINÇLANDIRILACAK HACİM ÇAPI (mm)** | **BASINÇLANDIRILACAK HACİM (m3)** | **HEDEF BASINÇ (Pa)** |
|  |  |  |

## Kurtarma Sistemi-Paraşütler

Bu bölümde, roket ve görev yükü kurtarması için kullanılacak paraşütler tanıtılmalıdır.

Paraşüt bölümünü roket üzerinde göstermek için paraşütlerin roketin içindeki konumu roketin üç boyutlu çizim/grafiğinde (CAD) ilgili bölüm şeffaflaştırılarak paylaşılmalıdır.

Kurtarma sisteminin roket içerisinde kaplayacağı hacim bilgisi paylaşılmalıdır. Roketin alt sistemlerinin kurtarma işlevi aşama aşama belirtilmelidir.

Kurtarmada kullanılacak paraşütlerin renk ve boyut detaylarıyla açıklanmalıdır. Mavi, beyaz ve gri renkler paraşüt için kesinlikle seçilmemelidir. Kırmızı, turuncu, bordo, kahverengi vb. havada kolaylıkla fark edilebilir renklerden biri tercih edilmelidir.

Paraşüt tasarımı özet olarak anlatılmalı ve paraşüt ile düşüş hızlarının şartnameye uygun olduğu (roketin düşüş hızı hesaplamaları detaylı anlatılıp yarışma şartnamesindeki kısıtlara uyduğu kanıtlanmalıdır) gösterilmelidir. Paraşütlerle ilgili bilgiler, düşüş hızı, renk, boyutlar (kapalı-açık), kütle gibi bilgiler tablo halinde gösterilmelidir.

Her bir paraşüt sisteminde kullanılacak bağlantı elemanları detaylıca tanıtılmalı, paraşüt ipler ve şok kordonları mukavemet özellikleri ve boyutları ile tanıtılmalıdır.

Kurtarılacak her unsur üzerindeki GPS, radyo sinyali vericisi ve her unsur için ayrı ayrı anlatılmalıdır. Bu gösterimleri yanlış veya eksik yapan takımlar diskalifiye edilecektir.

## Görev Yükü

Görev yükünün boyutları, kütlesi ve işlevi (varsa bilimsel işlevleri) tanıtılmalı ve CAD görüntüsü verilmelidir. Herhangi bir işlevi olmayan bir görev yükü kullanılıyor ise görev yükünün işlevi olmadığı açıkça belirtilmelidir. A2 kategorisi için zorunlu olan bilimsel görev yükü EK-4’ten seçildi ise tam adı ve numarası ile belirtilmelidir. Görev yükünün roketten hangi aşamada ve nasıl ayrılacağı ve bulunacağı açıklanmalıdır. Görev yükünün kurtarılması için üzerinde konum belirleyen bir sistem olması zorunludur. Görev yükü üzerinde bulunacak konum belirleme sistemi detaylı bir şekilde paylaşılmalıdır.

Görev yükünden yer istasyonuna aktarılacak veriler tablo olarak paylaşılmalıdır.

## A6 Kategorisi Hibrit Roket Motoru Tasarımı

Bu bölüm sadece A6 Kategorisi takımları tarafından doldurulmalıdır. Diğer kategorilerde bu başlık silinmelidir Bu bölümde, A6 kategorisinde yarışan takımların tasarladığı özgün hibrit roket motoruna ilişkin detaylı bilgiler sunulmalıdır. Rapor kapsamında; motorun genel tanımı, yakıt ve oksitleyici seçimi, üretim yöntemi, yanma odası ve enjektör tasarımı, ateşleme sistemi, test düzeneği, matematiksel modelleme ve performans hesaplamaları sistematik biçimde açıklanmalıdır. Sunulan tüm bilgiler, tasarlanan motorun performansını, güvenliğini ve test edilebilirliğini açıkça ortaya koymalıdır. CAD çizimleri, hesaplamalar, simülasyon çıktıları ve sistem bileşenlerine ait teknik detaylar eksiksiz şekilde paylaşılmalıdır.

### **1. Motor Tasarımı Genel Tanıtımı**

Motorun tipi, hedeflenen itki seviyesi, yanma süresi ve dış ortam koşullarına göre yapılan tasarım tanımı (Design Definition) sunulmalıdır.

### **2. Motor Tasarımı Genel Tanıtımı**

Seçilen yakıt ve oksitleyici çifti açıklanmalı, seçim gerekçeleri teknik olarak sunulmalıdır. Termokimyasal hesaplar ile özgül itki ve yanma sıcaklığı gibi temel performans parametreleri verilmelidir.

### **3. Katı Yakıt Üretimi**

Kullanılan hammadde ve üretim yöntemi detaylandırılmalıdır. Üretim süreci boyunca uygulanan karıştırma, döküm ve kürleme adımları ile homojenlik ve geometrik kontrol yöntemleri açıklanmalıdır. Nihai ürünün kütlesi ve geometrisi belirtilmelidir.

### **4. Yanma Odası**

Yanma odasının boyutlandırması, CAD tasarımı ve teknik çizimleri paylaşılmalıdır. Kullanılan malzemeler, sızdırmazlık önlemleri ve varsa öncül/ardıl hacimler tanıtılmalıdır. Soğutma ihtiyacı ve termal dayanım analizleri sunulmalıdır.

### **5. Enjektör**

Kullanılacak enjektör tipi, delik çapları, debi kapasitesi, enjektör geometrisi ve üretim yöntemi tanıtılmalıdır. Enjektör dolum karakteristiği zamana bağlı olarak simülasyon ile açıklanmalıdır.

### **6. Ateşleyici**

Motoru ateşleyecek sistem tanıtılmalı, çalışma prensibi açıklanmalı ve yeterliliği ilgili hesaplarla kanıtlanmalıdır. Kullanılan ateşleyici piroteknik değilse, tasarım gerekçeleri açık şekilde belirtilmelidir.

### **7. Test Düzeneği**

Statik testlerde kullanılacak düzeneğe ait mimari, sensör yerleşimi, basınç ve debi ölçüm sistemleri tanıtılmalıdır. Veri toplama ve kontrol sisteminin yapısı ve işlevi açıklanmalıdır. Düzeneğin tüm bileşenlerine ait kapasite hesapları paylaşılmalıdır. Test düzeneğine ait P&ID şeması bileşen numaralandırmaları ile birlikte paylaşılmalıdır

### **8. Performans Hesapları**

Motorun itki-zaman ve basınç-zaman grafiklerinin yanı sıra sürekli hâl koşullarında iç balistik analiz sonuçları sunulmalıdır.

### **8. Matematiksel Model**

Motorun hesaplamalarında kullanılan matematiksel model açıklanmalı, vana seçimi ve akış modeline uygunluk gerekçelendirilmelidir.

## Değişiklik Takibi

# Ön Tasarım Raporunda (ÖTR) sunulan ancak KTR aşamasında değişen içerikler aşağıdaki tablo kullanılarak belirtilmelidir (değişenlerin ÖTR’de hangi sayfada olduğu belirtilmelidir);

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DEĞİŞİM KONUSU** | **ÖTR’DE DEĞİŞEN İÇERİK** | **ÖTR’DE DEĞİŞİKLİĞİN BÖLÜM VE SAYFASI** | **KTR’DE BÖLÜM VE SAYFASI** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# Raporun bu bölümündeyse ÖTR’de var olmayıp (gerek rapor formatındaki değişiklikler gerekse takımın ÖTR’de eksikliklerinden kaynaklı) KTR’de yeni eklenen içerikler belirtilmelidir. Bu içeriğin KTR’de hangi bölüm ve sayfada olduğu belirtilmelidir. Örnek tablo aşağıda verilmiştir;

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **YENİ İÇERİK KONUSU** | **YENİ İÇERİĞİN DETAYI** | **YENİ İÇERİĞİN KTR’DEKİ BÖLÜM VE SAYFASI** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# Testler

KTR aşamasında, takımların hazırlayacağı teknik rapora ilave olarak testlere yönelik videolarla gösterim yapması gerekmektedir. Zorunlu olarak belirtilen testleri paylaşmayan veya testlerle ilgili beklenenleri yeterince (yeterlilik kararı her rapor için Yarışma Komitesi tarafından ayrıca alınabilir) paylaşmayan veya paylaştığı test bilgileri yetersiz bulunan takımlar diskalifiye edilecektir. Bütün test videoları Youtube’a yüklenmeli ve videonun linki raporların yükleneceği konumda link için ayrılmış yere konulmalıdır.

Yapılan testler ve sonuçlarıyla ilgili özet bilgiler bu kısımda, detay bilgiler ise ilgili Ek’lerde yer almalıdır.

Tüm testler için yazılan rapor aşağıdaki sorulara cevap verecek nitelikte bilgiler içermelidir;

* Test(ler)in Tarihi,
* Test(ler)in Düzeneği,
* Test Yöntem(ler)i,
* Test(ler)in Fotoğrafları,
* Test(ler)den Elde Edilen Veriler,
* Verilerin Analizi ve Sonuçlar.

## Aviyonik Testleri

KTR aşamasındaki aviyonik testleri sadece özgün UKB’ler için yapılmalıdır. Ticari UKB’ler için bu aşamada herhangi bir test paylaşılmamalıdır. A1 kategorisinde özgün UKB kullanacak olan takımlar KTR aşamasında testlerini paylaşmak zorundadır. KTR aşamasında test paylaşmayan takımlar özgün UKB’lerini yarışma alanında kullanamayacaklardır. A1 kategorisi için iletişim testleri KTR aşamasında zorunlu değildir. Özgün UKB kullanmayan A1 kategorisi yarışmacıları bu başlık altında herhangi bir test paylaşmayacaktır. Diğer kategoriler için ise paylaşılacak testler özgün sistemin testleri olmalı, ticari sistemin testleri paylaşılmamalıdır.

### **Algoritma Testleri**

Bu test ile takımlar özgün UKB’leri ile aynı sensör mimarisine sahip bir prototip oluşturmalıdır. Prototip için devre kartının üretilmiş olması gerekmemektedir. Sensörler modül olarak breadboard üzerinde bir araya getirilebilir. Devre kartını üretmiş olan takımlar nihai devre kartları ile bu testi gerçekleştirebilirler.

Testin amacı ayrılma sistemini aktifleştirecek olan algoritmanın çalışma prensibinin kontrolüdür. Takımlar gerekirse algoritmaları için belirledikleri eşik değerleri değiştirerek ancak algoritma mantığını değiştirmeden algoritmalarını test etmelidirler. Yapılan test sonucunda ayrılma sisteminin aktifleştirildiği görsel veya işitsel bir çıktı ile gösterilmelidir.

Örnek bir test senaryosu olarak, ayrılma algoritmasında roketin yer normali ile yaptığı açı ve irtifa değerini kullanan bir sistem için breadboard üzerine yerleştirilen bir prototip aviyonik sistemin yer ile yaptığı açı el ile değiştirilebilir. Sonrasında ise sistem bir emiş sistemi (örneğin elektrik süpürgesi) yardımıyla vakumlama yapıp irtifa değişimi sağlanabilir. Yapılan değişiklikler sonucun kurtarma sisteminin aktivasyonunu modellemek için bir LED lambası yakılabilir ya da bir ses sistemi (örneğin buzzer) aktive edilebilir. Yapılan bu adımlar en fazla 30 saniyelik bir video ile gösterilmelidir.

### **Haberleşme Testleri**

Aviyonik sistemde kullanılan haberleşme bilgisayarının (ya da haberleşme bilgisayarı fonksiyonuna sahip bir UKB’nin) yer istasyonu ile haberleşebildiği mutlaka gösterilmelidir. Haberleşme sistemi ile aynı mimariye sahip bir prototip oluşturulmalıdır. Nihai sistemde kullanılacak haberleşme modülü ve antenler kullanılmalı ve örnek bir sensör verisi paketi yer istasyonuna en az 50 metre mesafeden iletilmelidir.

## Yapılan bu test en fazla 30 saniyelik bir video ile gösterilmelidir.Kurtarma Sistemi Testleri

İlk olarak ayrılma sistemi konsepti test edilmelidir. Roket için hesaplanan ayrılma sistemi hacminde bir prototip oluşturulmalı ve nihai ayrılma sistemi ile aynı prensip (örneğin yay ile ayrılma yapılacak ise yay sistemi, soğuk gaz ile yapılacak ise bir soğuk gaz kaynağı, DC motor kullanan bir mekanizma var ise benzer bir motor kullanılarak test yapılmalı) ile çalışan bir sistem kurulmalı ve bu sistemin konseptte çalıştığı ispatlanmalıdır. Sistemin montaj ve kullanıma hazır hale getirme aşamaları gösterilmelidir.

Kurtarma sistemi testi için toplam 30 saniyeyi geçmeyecek bir test videosu paylaşılmalıdır.

# Sonuç ve Değerlendirmeler

Sonuç bölümü makalenin ana noktalarını gözden geçirse de özet bölümünde yer alanları sonuç bölümüne kopyalamayınız. Bir sonuç, çalışmanın önemini detaylandırabilir veya önerilerde bulunabilir. Sonuç bölümünün makalenin numaralandırılması gereken son bölümü olduğunu unutmayın. Ekler (varsa), teşekkür ve referanslar numarasız olarak listelenmelidir.

**Ekler**

1. Kütle Bütçesi (Roket üzerinde bulunan bütün alt sistem ve bileşenlerin kütlesini içeren bir tablo sunulmalıdır.)
2. Test Sonuçları Raporları (İcra edilen testlerle ilgili test planı, test düzeneği, veri/görüntü toplama ve veri/görüntü analizlerine yönelik teknik detaylar sunulmalıdır)
3. Hata Türleri ve Etkileri Analizi (Yarışma Komitesi tarafından paylaşılan şablon esas alınacaktır.)
4. Kontrol Listesi (Ek-9 ile paylaşılan şablon esas alınacaktır.)
5. Roket Bütünleme Stratejisi ve Akış Diyagramı ile Kontrol Listesi
6. Fırlatma Öncesi İşlemler (Roketin uçuş öncesinde mekanik ve elektronik son hazırlıkları, roketin rampaya sürülmesi, haberleşme testleri, tüm elektronik bileşenlerin aktive edilmesi vb.) Kontrol Listesi

**Teşekkür**

Sponsorluk bilgileri ve finansman verileri burada yer almalıdır. Teşekkür, araştırma sırasında yardım sağlayan (tasarım, üretim, rapor hazırlama vb.) bireylere ve/veya kuruluşlara, olabildiğince kısa ve öz bir şekilde belirtilmelidir.

**Referanslar**

Dipnotlar, belirtildekileri sayfanın altındaki 1” boşluk üstüne yerleştirilmelidir. Şablona dipnot eklemek için, gerekli olduğunda word programındaki ana menüden Ekle>Dipnot özelliğini kullanın.

Tüm referansları raporun sonunda listeyin ve numaralandırın. Metin içinde referansları alıntılamak için karşılık gelen köşeli numaralar kullanılmalıdır [1]. Birden fazla alıntı için, referans numaralarını virgülle ayırın [4, 5], veya bir aralığı göstermek için tire kullanın [6-8]. Metin içindeki referans alıntıları numaralı sırayla olmalıdır.

Referans listesinde, tüm yazarların adlarını verin; 10'dan fazla yazar varsa "vd." kullanın. Yayımlanmamış çalışmalar "yayımlanmamış" olarak, yayımlanmak üzere gönderilmiş veya kabul edilmiş çalışmalar "yayımlanmak üzere gönderildi" olarak alıntılanmalıdır. Özel olarak alınan bilgiler ve kişisel web siteleri, referans listesinde değil, dipnot olarak belirtilmelidir.

Referanslar, standart yayın referans stiline göre alıntılanmalıdır. Yayıncıların adları ve konumları listelenmeli; raporlar ve makaleler için ay ve yıl eklenmelidir. Çeviri dergilerinde yayımlanan makaleler için, lütfen önce İngilizce alıntıyı, ardından orijinal yabancı dil alıntısını verin.

Örnek referans formatı aşağıdaki gibidir;

1. Anderson, J. D. (2016). Fundamentals of Aerodynamics (6. Baskı). McGraw-Hill Education.
2. Cesaroni 8429M2020-P. (2010). Thrustcurve.Org. https://www.thrustcurve.org/motors/Cesaroni/8429M2020-P/
3. Fleeman, E. (2006). Tactical Missile Design (2. Baskı). AIAA.
4. High Power Rocket Safety Code. (2012). National Association of Rocketry. https://www.nar.org/wp-content/uploads/2018/08/High-Power-Rocket-Safety-Code.pdf
5. Model Rocket Safety Code. (2012). National Association of Rocketry. <https://www.nar.org/wp-content/uploads/> 2018/08/ Model-Rocket-Safety-Code.pdf
6. NASA Glenn Research Center. (t.y.). Brief History of Rockets. The Beginner’s Guide to Aeronautics Rocket Index. https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/TRC/Rockets/history\_of\_rockets.html

7. Shearer, D. A., Shearer Vogt and Associates, LLC, & Vogt, G. L. (2020). Rocket’s Educator Guide. NASA. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/rockets-educator-guide-20.pdf

1. İlk Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-2)
2. İkinci Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-3)
3. Üçüncü Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-4)
4. Dördüncü Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-5)
5. Beşinci Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-6)
6. Altıncı Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-7)
7. Yedinci Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-8)
8. Sekizinci Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-9)
9. Dokuzuncu Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-10)
10. Onuncu Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-11)
11. On Birinci Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm /İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-12)
12. On İkinci Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin [↑](#footnote-ref-13)
13. On Üçüncü Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-14)
14. On Dördüncü Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-15)
15. On Beşinci Yazarın Unvanı, Okul-Bölüm/İş Yeri ve Adresini ekleyin. [↑](#footnote-ref-16)