

KONTROL SİSTEMLERİ

AVİYONİK

Aviyonik bölümü, uçuş bilgisayarları, kontrol ve telemetri sistemleri başta olmak üzere ATA-1 üzerindeki tüm elektronik sistemleri kapsayacaktır.

Aracın uzaydaki konumunu algılayacak ve önceden belirlenen yörünge üzerindeki yolculuğunu sağlayacak ayrıntılı ve gelişmiş bir uçuş yönetim sistemi, aviyonik bölümünü oluşturacaktır.

Aviyonik bölümü aşağıda sıralanan birimleri içerecektir:

- Uçuş Kontrol Yönetimi
- Konum Belirleme ve Yörünge Kontrol
- Seyrüsefer Ölçüm Birimi
- Seyrüsefer yol gösterme sistemi
- Seyrüsefer yönlendirme bilgisayarı
- Güç Besleme ve Kontrol Sistemi
- Elektrik ve Hidrolik Sürücüler
- Veri Kazanım ve Telemetri
- İletme zinciri
- Telemetri vericileri
- Antenler
- Uçuş kontrol yönetimi

Aracın çalışma kontrolü ve konum kontrol sistemi, yazılımının çalışması için en üst seviyede gerçek zamanlı bir işletim sistemi sağlayacaktır. Uçuş öncesinde, kontrol birimi fırlatmayı sırasıyla gerçekleştirecek, uçuş modunda ise yönlendirme verisini denetleyecek ve konum kontrol sistemi için gerekli komutları oluşturacaktır. ATA-1'e yerleştirilecek uçuş bilgisayarı, cirooskop-ivmeölçer gibi pek çok sayıda algılayıcı ile arayüz sağlayacaktır. Uçuş bilgisayarı, uzay aracının hareketlerinin bütünsel yönetimini sağlayacak, zamanlamayı ayarlayacak, dünyadan gelen komutları toplayıp işleyecek ve dünyaya dönen telemetri verisini yapılandıracaktır.

Konum belirleme ve yörünge kontrol

Konum belirleme ve yörünge kontrol sistemi; her eksen için pozisyonu algılayan cirooskoplar,

hız ölçen ivmeölçerler, hız ve pozisyon verisini yorumlayan kontrol anakartı ve kontrol anakartından gelen komutlara göre hareket eden azot gaz iticilerden oluşacaktır.

Konum kontrol için gerekli olan aracın kesin pozisyonu, konumu ve hızını içeren veri, cirooskop tarafından sağlanan seyrüsefer referans çerçevesine göre belirlenecektir. Pozisyon, konum ve hız parametrelerin ölçümü için seyrüsefer ölçüm birimi kullanılacaktır.

Seyrüsefer ölçüm birimi

İvme ve konumu ölçmek için araç üstünde kullanılan aygıtlar toplamına seyrüsefer ölçüm birimi denmektedir. Seyrüsefer ölçüm birimi, araca "çakılma" yöntemi ile monte edilecektir. Bu yöntem ile ölçüm birimi yerine sabitlenmektedir.

Birim, aracın üç ana eksen üzerindeki açısız oranı ve her üç eksenindeki yatay ivmelenmeyi ölçecek kapasitede olacak, gerekli işleme elektronikleri ve devreleriyle donatılacaktır. Birimin çıktıları, tek bir seri sayısal veri taşıyıcı üzerinden sağlanacaktır.

Geniş bir girdi-açı aralığına sahip bir cirooskop gövde hareketini algılayacak, cirokobun üstündeki ivmeölçer çıktısı aracın hızını hesaplamak için kullanılacak, yüksek hıza sahip bir bilgisayar koordinatları çevirecek, sonuç olarak konum ve hedefe olan uçuş yönü tahmin edilecektir.

Seyrüsefer referans

Seyrüsefer referans birimleri, karşılıklı olarak birbirine dik 3 eksenin açısız hareketlerini ölçmek için kullanılacaktır. Gövde üstünde 3 adet seyrüsefer referans birimi bulunacak, bunlardan bir tanesi, yalnızca herhangi bir donatım başarısızlığı durumunda faaliyete geçmek üzere, yedek birim olarak kullanılacaktır.

Birimin kalbi, hareketli parçası bulunmayan, yarıküresel yankı cirooskopudur. Dünya'nın yerçe-

kim yönünü algılayabilmek için kullanılacak cirooskoplar, mekanik, lazer-halka veya yarıküresel yankı cirooskopu olabilir. Teknolojik özellikleri, boyutu ve ağırlığı göz önüne alındığında ATA-1 sistemi için yarıküresel yankı cirooskopu tercih edilmiştir. Cirooskop içindeki duyarlı öge, kapatılmış silika kabuğudur. Kabuk üstünde durağan bir dalga oluşturulur ve kabuk eksen çevresinde döndürülürse, salınan elemanlar dalganın kabuğa oranla dönmeye yol açan etkiye maruz kalırlar. Yarıküresel yankı cirooskopları, kapatılmış-silika kabuğu içindeki dalganın hareketini ve dönüş açısını algılayarak. Dönüş açısı cirooskop eksenindeki açısız hareketin tam olarak ölçülmesini sağlamaktadır.

Seyrüsefer referans birimi, içerdiği araçların durumlarının belirlenmesi için, güç besleme voltajı, akım ve benzeri değişkenlerdeki önemli değişim belirtilerini içeren elektrik çıktı sinyallerini yer kontrol birimlerine gönderecektir.

Birimler, görev süresine göre gerekli performans yetilerine sahip olacak, test aşaması ve uçuş sırası için, simülasyon programlarında belirlenen gerekli süre boyunca çalışır durumda kalacaklardır.

Valf sürücü elektronik birimi: Seçilen itki modülünün araçları ile konum kontrol sistemi arasındaki arayüzü sağlayacaktır. Birim, itki modülünün ana motoru, iticiler ve belirli valfler için gerekli sürücüler dışında, bir de kontrol birimi içerecektir. Birim, tüm seviyelerde, iticilere ve ana motora durum çıktıları sağlayacaktır.

İvmeölçer

Motor yanması sırasında oluşan son hızı ölçmek için kullanılacaktır. İvmeölçer, gerekli hıza ulaşıldığını gösterdiğinde, konum kontrol sistemi motor yanmasını durduracaktır. İvmeölçerin duyarlı eksen, z-eksenine (burnun gösterdiği yön)

göre hizaya getirilir. Fakat, motor herhangi bir yönde manevra edilebileceği için hız değişikliğinin yönü her zaman için z-ekseni boyunca olmak zorunda değildir. Dolayısıyla, uçuş bilgisayarındaki hız algoritması, motorun ne zaman kapatılacağını belirlerken, yanlış ayarlama göz önüne alınacaktır. İvmeölçer gerekli duyulan yer test süresi ve uçuş süresince çalışır durumda olacak şekilde tasarlanacaktır.

Seyrüsefer yönlendirme bilgisayarı

Yol gösterme sistemi, aracın veri- len pozisyon, konum ve hızda istenilen hedefe gitmesi için gerekli manevraların hesaplanmasından sorumlu olacaktır.

Seyrüsefer yönlendirme bilgisayarı, sistemin kalbi görevini yaparak, yol gösterme algoritmalarını seyrüsefer ölçüm birimi tarafından alınan ham veriye uyarlayacak ve sonuç olarak çıkacak yönlendirme bilgisini uçuş kontrol yönetimi sistemine bildirecektir. Uçuş kontrol yönetim sistemi, aldığı bilgi doğrultusunda, aracın istenilen yörüngede kalabilmesi için gerekli konum ve konum hız komutlarını oluşturacaktır. Yol gösterme algoritmaları uçuş kontrol yönetim sistemine, yazılımının bir parçası olarak dahil edilecektir. (Örneğin, dinamik basınç yeteri kadar düştüğünde, kapalı bir yol gösterme algoritma döngüsü, rüzgar ve ideal olmayan araç davranışları gibi rahatsızlıkların etkilerini azaltmak için kullanılacaktır.)

Veri kelime biçimi: Seri ara yüz üzerinden transfer edilen veri, 24 bit kelimeler içinde olacaktır. Her kelime 8 bitlik bir etiket içerecektir. Etiket 3 bitlik veri bilgisi, bir bitlik veri çeşit tanımlaması, 2 tane kullanılmayan ve 2 tane de durum bitinden oluşacaktır. Veri etiketi ve ileti sırası örnekte verilmiştir.

Konum kontrol sistemi

Konum kontrol sistemi, yol gösterme sistemi tarafından belirlenen manevraları gerçekleştirecektir. ATA-1 roketinin ilk kademesi 3 ana ekseninde nozul saptırma sistemi ile, ikinci kademesi ise burun yönü ekseninde elektrikle indüklenen hidrolik manevra sistemi ile yönlendirilecektir. İkinci kademede burun doğrultusundaki dönme kontrolü, azot iticilerle sağlanacaktır.

Sistem, seyrüsefer yönlendirme bilgisayarına sağlanan veri ile konum ve konum hız komutları oluşturan uçuş kontrol yönetimi tarafından yönetilecektir.

Motor tetikleyici manevra kadranı sistemi: Roket motorunun itme vektörünü değiştirerek roketin konumunu kontrol eden, önceden programlanmış bir kontrol sistemi olarak işlem yapacaktır.



Bazı portatif izleme sistemleri

Motor manevra kadranı tetikleyicileri: ana motoru yerleştirmek için kullanılacaktır. Her tetikleyici aşağıdaki birimlerden oluşacaktır:

Direk akım elektrik fırça motoru olan gaz dolu, uç uca eklenmiş halka kaynaklı birleşim, yatay hareketi sağlayacak oynar başlık birleşim ve, pozisyon bilgisi için yatay değişken diferansiyel transformatörü .

Motor manevra kadranı elektroniği

Motor manevra kadranı tetikleyicileri, konum kontrol sistemi elektronik anakartına, 2 adet motor manevra kadranı elektronik sistemi ile arayüz sağlamaktadır. Her elektronik sistem, uçuş bilgisayarıdan gelen pozisyon komutlarını, manevra kadranı tetikleyicileri için doğrudan tork komutlarına çevirecek 2 adet servo döngüsü içerecektir. Uçuş bilgisayarı, pozisyon komutları yayınlamaktadır. İki elektronik sistem, bu komutları, ana motorları hareket ettirmek için tetikleyicilere güç verecek belirli voltajlara çevirecektir. Yatay değişken diferansiyel transformatör, motor hareketlerini izleyecek ve voltaj sinyallerini tekrar bilgisayara geri gönderecektir.

Tetikleyiciler, simülasyon programları sonucunda elde edilen gerekli itici manevra sayısı ve gerekli tetikleme sayısını gerçekleştirecek performansla sahip olacak; yanma süreleri 1 saniye ile 3,5 saat arası sürecek şekilde işlem yapabileceklerdir.

Elektrik sistemi

Güç sistemleri, anakarttaki diğer sistemler ve içerdikleri aygıtlar için elektrik üretecektir. Araç üstünde kullanılan güç sistemi, görev süresi ve aracın çalışacağı yer gibi faktörlere bağlı olacaktır. Aracın elektrik devrelerinin açılıp kapanması, ana yol denen merkezi dağıtım devresi ile olan bağlantının, komutlarla oluşturulup kesilmesi ile gerçekleştirilecektir.

ATA-1 elektrik sistemine güç, elektrik tedarik kontrol birimiyle verilecektir. Uçuş öncesi işlemlerde, birim gerekli elektrik gücünü araç kablo- sundan, uçuş sırasında iç güç tedarik biriminden sağlayacaktır. İç güç 24 ile 32 volt arası çıktı veren bir batarya tarafından sağlanacaktır. Güç tedarik kontrol birimi, RS485 veri yolu sayesinde, uçuş yönetimi kontrol birimince kontrol edilecektir. RS485, 32 alıcı, verici veya bileşeni tek bir hat üstünde birleştirilecektir. Maximum voltaj aralığı -7V ile +12V arasında olacaktır. İletişim için tek bir kanal olacak, cevap süresi 0.5 saniye- den az olmak koşuluyla bu kanal üstünde hem veri ve bit hem de bit senkronizasyonu transfer edilecektir.

Batarya

İki ya da daha fazla birleşmiş hücreye sahip, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek doğrudan akım üreten batarya kullanılacaktır. Ortalama 28 volt olmak üzere, 24 ile 32 volt arası çıktı verecektir. Yeniden şarj edilemeyen lit- yum hücreler, yüksek enerji yoğunlukları yüzün- den gerekli iç güç kaynağı olarak tercih edilmek- tedir.

Komut - veri işleme ve telemetri

Veri iletişimde; ATA-1'den yer istasyonu ve- ya alıcıya, aşağı bağlantı (downlink) ile iletilen ve aracın durum ve performans bilgilerini içeren ve- riye telemetri, yer istasyonundan ATA-1 üstünde- ki sisteme yukarı bağlantı (uplink) ile gönderilen gerekli komutlaraya telekomut denmektedir.

Veri işleme ve telemetri sistemi, aracın ve uçuşun performans ve durumuna ilişkin kontrol bilgilerinin iletişimini sağlayacaktır. ATA-1'in uçuş performans ve sağlık durumu, yer istasyon- larına aşağı bağlantı ile gönderilecek, yer istas- yonlarında toplanan ve depolanan telemetri ve iz- leme verisi, kontrol merkezlerine iletilecektir. Tüm uçuş verisi fırlatmadan birkaç saat sonra analiz edilmiş ve belgelendirilmiş olacaktır. Sis- tem;

- Veri kazanım birimleri
- Fonksiyonel kazanım birimleri, (uçuş bilgi- sayarına ATA-1'in kontrolü için gerekli ölçümleri sağlayan birimler - algılayıcılar)
- Telemetri işleme birimi (kazanım birim- lerinden alınan verinin toplanması ve kısımları ayrılması /veri işleme modülü + çift yönlendirici + veri biçimlendirici)
- Sinyal düzenleyici
- Telemetri vericilerinden oluşacaktır. Tele- metri vericisi 500kHz'lık bant genişliğine ve en az 5 W'lık bir güç çıkışına sahip olacak ve L ya da S-bandı üzerinden çalışacaktır. Faydalı yük ve uçuş kameralarından gerçek-zamanlı optik veri alabilmek için, bir video vericisi ayrıca sisteme konulabilir. Komut ve veri altyapısı uçuş bilgisa- yarı tarafından sağlanacaktır.

Donanım, yazılım ve yönetimi

Donanım:

- a) Merkez işleme modülü:16 bit radyasyo- na dayanlı mikroişlemciye dayanan işleme bi- rimi ile işlemcinin çevresel devrelerini içerecektir.

İleti sırası										
Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	Veri	
1	1	0	1	1	X	X	A	B	X-ekseni ivme	
2	1	0	0	1	X	X	A	B	Z-ekseni ivme	
3	1	1	0	1	X	X	A	B	Y-ekseni ivme	
4	0	1	1	1	X	X	A	B	Y-ekseni oran	
5	0	1	0	1	X	X	A	B	Z-ekseni oran	
6	0	0	1	1	X	X	A	B	X-ekseni oran	

b) Hafıza modülü: 64 Kbyte RAM, 8 Kbyte PROM, RAM hata bulucu ve düzeltici devre ve RAM yazma koruma devresini içerecektir.

c) Tedarik ve kontrol modülü: Telemetri veri tedarik devreleri ve açma/kapama komutları oluşturma devrelerini içerecektir.

d) İletişim modülü: Telekomut kabul devreleri ve telemetri video oluşturma devrelerini içerecektir.

e) Seri telemetri modülü: Telemetri kod çözümleyicisinden seri telemetriyi alan devreleri içerecektir.

Yazılım

a) İşletim sistemi: Uygulama programlarının çalışmasını kontrol eden ana yazılım, donanım ile uygulama programları arasındaki arayüzü, ayrıca uygulama programları arasındaki iletişim ve senkronizasyonu sağlayacaktır.

İşlem yönetimi: Bir işlemin, belirlenmiş başka bir işlemi durdurmasına veya başlatmasına izin verecek şekilde çalışacaktır.

İşlem programlama: Gerekli işlemler (uygulama programı) için uygulama kontrolü sağlayacaktır.

İşlem iletişim ve eşzamanlılığı: İki işlem arasında mesaj değişimine izin verecek şekilde çalışacaktır.

Zaman yönetimi: Belirli bir zaman dilimi için işlem çağrısını iptal edecek şekilde çalışacaktır.

Aygıt yönetimi: Modüllerle ilgili donanım sinyallerini denetleyecektir.

Hata denetimi: Hata tanımlama kesintilerini verecektir. (RAM hatası gibi)

b) Uygulama programları: İhtiyaçları karşılayacak görevleri yerine getiren uygulama yazılımıdır.

Telekomut analiz programı: Yer destek alt sistemlerinden telekomut çerçevelerini alacak, bunları analiz edecek ve diğer uygulama programlarına dağıtacaktır.

Telemetri biçim oluşturma programı: Çeşitli veri alanlarından veri alacak, bunları yeniden yapılandırarak ve yer destek alt sistemlerine gönderecektir.

Telemetri veri tedarik programı: ATA-1 üstündeki alt sistemlerden veri alacak ve bunları bir sonraki veri nakline dek depolayacaktır.

Seri telemetri tedarik programı: Seri telemetri verisini telekomut kod çözümleyicisinden alacak ve bunları bir sonraki veri nakline dek depolayacaktır.

Açma/kapama komut oluşturma programı: Diğer uygulama programlarından komut mesajlarını alacak ve komutları roket üzerindeki gerekli alt sistemlere gönderecektir.

Zaman ayarlı komut oluşturma programı: Telekomut analiz programından zaman ayarlı telekomutları alacak, bunları depolayacak ve gerekli zaman biriminde açma/kapama komut oluşturma programına gönderecektir.

Bakım programı: ATA-1 üzerindeki işlemlerden olay ve hata raporlarını alacak ve bunları bir sonraki veri nakline dek depolayacaktır.

Tetkik programı: Modüllerin performanslarını teşhis edecek ve sonuçları bakım programına yönlendirecektir.

Uçuş kontrol yönetimi, konum kontrol sistemi ve seyrüsefer yönlendirme bilgisayarı için, düşük maliyetleri ve yeterlilikleri göz önüne alınarak 32 bit 80386/486 anagövdeler kullanılacaktır.

Olay Tanımı	SCET	SAAT
Her iki kamera komutunun çalıştırılması	335	1354282800:204
UVSpektrometrenin çalıştırılması	335	1354282800:207
	13:28:45	

tır. Uçuş kontrol yazılımı C veya Unix programlama dillerinde geliştirilecektir. Tüm sistemler arasındaki iletişim arayüzü için RS485 veriyolu kullanılacaktır.

Yapılan incelemelere göre aşağıda belirtilen özelliklere sahip bir bilgisayar, roketle yerleştirilecek uçuş bilgisayarı olarak kullanılabilir.

- Intel i 386EX ana işlemci olmak üzere;
- 16-25 MHzlik programlanabilir sistem saati
- 4 Mbyte TMR hafıza
- 64 Mbyte RAMDISK
- 4 DMA kanalı
- 1 Mbyte programlanabilir adres-aralığı
- 64 Kbyte I/O adres-aralığı
- 3 adet bağımsız 16 bitlik programlanabilir zamanlayıcı (her biri 5MHz'e kadar saat girdi frekanslarını idare edebilecek kapasitede olacaktır)
- 786 Kbyte EDAC hafıza
- program ve veri depolama için EEPROM

Seri depolama

Bilgisayar hafızasının bir bölümü, uzay aracının faaliyetlerini kontrol etmek amacıyla dünyadan gelen komut serileri ve programlar için seri depolama işlemi yapacaktır. Aracın kontrolünü uzun bir zaman elde tutabilmek amacı ile yeni gelen her seri ve program, sürekli olarak kullanılan eski komutların üzerine yazılacaktır.

Araç saati

Araç saati bilgisayar tarafından yürütülecek ve aracın ömrü boyunca geçen zamanı ölçecektir. Gerçek zamanlı komutlar haricinde, araç sistemlerinde neredeyse tüm faaliyetler araç saati tarafından ayarlanacaktır. Saat, değerini bir artırarak her saniye artan basit bir sisteme de sahip olabilir; birden çok tanecikte izleme ve kontrol yapan, birçok ana ve ikincil alanlardan oluşan karmaşık bir yapıda da olabilir.

Araca gönderilen pek çok komut türü, belirli saat sayısında başlayacak şekilde ayarlanacaktır. Telemetride, veri yaratma zamanını belirleyen sayı, mühendislik ve bilimsel verilerin anakart üstündeki depolama aracına mı yoksa direk olarak dünyaya mı gideceğini belirleyecektir.

Telemetri paketleme ve kodlama

Bilimsel aletlerden ve araç altsistemlerinden gelen telemetri verisi, bilgisayar tarafından alınacak ve telemetri çerçevesi veya kullanılan paket şemasına uygun olarak paketlere ayrılacaktır. Eğer araç veriyi gerçek zamanlı olarak indirmiyorsa, paket veya çerçeve, aracın vericisine gönderilecek, indirilemiyorsa, veri nakli mümkün olana dek depolama aracına yazılacaktır.

Mühendislik verisi, şalter pozisyonlarından, voltaj, ısı ve basınç kadar çok farklı ölçümlerden oluştuğu için, binlerce ölçüm toplanacak ve telemetri akımına konulacaktır.

Bilimsel veriler ve mühendislik verilerinin depolanması ve nakledilmesinden önce, bilgisayar üstünde bazı veri işleme devreleri gerçekleştirilebilir. Bilgisayar, nakledilecek bit sayısını azalt-

mak için veri sıkıştırma yöntemleri uygulayabilir ve veri kaybını önlemek amacıyla bir veya birden fazla kodlama şeması uygulayabilir.

Hata düzeltme ve koruma

Uçuş sistemi, belirli düzeyde kendi kendini kontrol etme yeteneğine sahip olacaktır. Yer destek takımları, aracı ne kadar izlese ve kontrol etse de, ışık zamanı fiziksel olarak araçtaki anormalliklere anında müdahaleyi her zaman mümkün kılmaz. Hata düzeltme algoritmaları, aracın birden fazla altsisteminde çalışacak ve oluşabilecek herhangi bir aksiliğin etkisini azaltmada ya da iletişimdeki bir bozukluğu düzeltmede rol oynayacaktır.

Koruma, sistemi kapatmak veya dış etkenlerden gelen zararı önlemek amacıyla bileşenlerin yeniden yapılandırılmasını içerecektir.

Elektronik ve hidrolik sürücüler

Sürücüler, elektrik ve hidrolik sistemlerle kontrol komutları oluşturan bilgisayar sistemleri arasında arayüzleri sağlayacaklardır.

Radar radyo vericileri

Kesin bir saha güvenliğinin yanısıra aracın ve faydalı yük modülünün izlenmesini sağlamak için saha radarlarına yardımcı olacak iki adet C-bandı radar radyo vericisi yerleştirilecektir.

Uçuş kontrolü

Ateşleme kontrol sistemi

Ateşleme kontrol sistemi (AKS), fırlatma sistemini kontrol edecektir. Radyo mesajı veya manuel olarak alınan girdi verisinden ateşleme çözümlerini hesaplayacak ve operasyon talimatlarına ilişkin veriyi görüntüleyecektir. Sistem, hesaplanan veriyi, fırlatma yükleyici modülü ayarlamak için kullanacaktır. Sistem manuel olarak çalıştırılacak ve taşıyıcı ekip başlığında bulunan ateşleme kontrol panelinden kontrol edilecektir. Ateşleme kontrol panelinde (AKP) veri ve operasyon talimatları girilecek ve görüntülenecektir. AKS, AKP klavyesinden manuel olarak girilen veri ve radyo mesajıyla alınan digital veri girdisini kullanarak çalışacaktır. Radyo mesajları AKS'ye otomatik olarak girilecek, mesaj alındı bilgisi alarm şeklinde AKP'de görüntülenebilecektir.

Fırlatma kontrol birimiyle arayüz

Intel (486DX33) işlemci (EP CCAs-Ethernet)

Sıcaklık kontrol sistemi

Faydalı yük ve elektronik parçaları içeren kısım, termal ve akustik kuşatma duvarları içerecektir. Parçanın dış yüzeyi, sıcaklığı, kabul edilebilir düzeylerde tutmak için izole edilecektir. Sıcaklık değişimlerini en aza indirmek amacıyla iç yüzeyde sıcaklık kontrol kaplamaları kullanılacaktır.

Sıcaklık kontrol sistemi kalkış öncesi, kalkış ve uçuş sırasındaki sıcaklığın, kabul edilebilir sınırlar içinde kalmasını sağlayacaktır. Sistem yalıtım battaniyeleri, radyatör panelleri, ısıtıcılar ve soğutucular içerecektir.

Uçuş sonlandırma sistemi

Uçuş sonlandırma sistemi, itkinin kesilmesi ve yakıt tankının patlatılmasıyla sağlanacaktır.

Elif Müftüoğlu