

## AKTİF KONTROLLÜ FAYDALI YÜK TAŞIMA SİSTEMLERİNİN ALT SİSTEM BAZINDA TASARIMI, TEST VE METOTLARI

Ümit MERCAN\*

Hava Harp Okulu  
Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü  
Uzay Bilimleri Anabilim Dalı  
emercansi@hotmail.com

Gökhan İNALHAN

İstanbul Teknik Üniversitesi  
Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi  
Uçak Mühendisliği  
inalhan@itu.edu.tr

*Geliş Tarihi: 17 Temmuz 2013, Kabul Tarihi: 10 Ocak 2014*

### ÖZET

Türkiye'nin coğrafi şartları ve jeostratejik konumu göz önünde bulundurulduğunda zamana karşı hızlı hareket etmenin önemli olduğu doğal afet, kara ve deniz üzeri arama kurtarma, operasyon bölgesine mühimmat ve erzak nakli görevlerinin insansız paraşüt sistemi ile icra edilmesi bir ihtiyaç haline gelmiştir. Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığı, bu ihtiyaç karşısında havacılık ve uzay bilimleri alanında gelişen teknoloji ve çağın gereksinimlerine uygun insansız yeni nesil sistem ve cihazlara sahip olma yarışında yerini almıştır. Bu kapsamda, uzaktan kumandalı ve otonom olmak üzere iki farklı opsiyonda çalışabilen aktif kontrollü faydalı yük taşıma sistemi teknolojisini yakından takip etmekte olup, mili imkan ve kaynaklarla üreterek envantere dâhil etmeyi amaçlamaktadır.

Dünya genelinde bu amaçla aktif olarak kullanılmakta olan sistemler GPADS (Guided Precision Aerial Delivery Systems) kavramı ile bilinmektedir. Türkiye'de henüz kullanım alanı bulunmayan GPADS teknolojisi, bu çalışma ile detaylı olarak incelenmiş olup, Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaç duyduğu sisteme ilişkin kavram tanımlaması yapılarak tasarıma yönelik sistemin sahip olması gereken teknik özellikler ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda, Türkiye'deki kurum ve kuruluşların ortak çalışması ile sistemin milli olarak üretilebileceği ve en iyi uçuş performansını veren ram air tipi paraşüt sisteminin askeri standartlara bağlı kalmak koşuluyla tasarım aşamasında kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** GPADS, ram air paraşüt, uzaktan kontrol, otonom sistem.

### A STUDY OF THE ACTIVE CONTROLLED USEFUL LOAD PARACHUTE SYSTEMS IN TERMS OF SUBSYSTEM DESIGN, TEST AND METHODS

### ABSTRACT

Taking into account the geography and the geostrategic location of Turkey, it has become a necessity to perform tasks which are time sensitive such as natural disaster, search and rescue and airlift of ammunition and supplies to operation zones by using unmanned parachute systems. Turkish Air Force (TURAF) Headquarters, in response to this necessity, has claimed its place in the race of possessing new generation unmanned systems and devices which are suitable for developing technology and other improvements of the era in the fields of aviation and space sciences. Within this scope, TURAF closely follows the active controlled useful load-carrying system technology which can be operated in two different options, remote controlled and autonomous, and aims to possess this technology by producing it using local means and sources.

Across the World, the system actively used for this purpose are known as Guided Precision Aerial Delivery Systems (GPADS). GPADS technology, which has not been used in Turkey yet, has been studied in detail with this thesis. In this context, a description of the concepts regarding the system TURAF needs has been made, and the technical specifications that the system on draft requires have been put forward. At the end of the study, it has been concluded that the system can be produced domestically with the cooperation of institutions and organizations in Turkey, and that the ram air canopy which produces the best flight performance results should be used during the design phase provided that the compulsory military standards are met.

\* Sorumlu Yazar

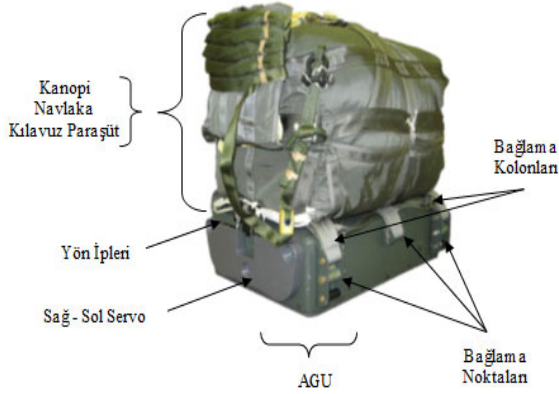
**Keywords:** GPADS, ram air parachute, remote control, autonomous system.

## 1. GİRİŞ

Havacılıkta geçmiş yıllarda olduğu gibi uçak, helikopter gibi hava araçları uçan sınıfında tek başına kuvvet çarpanı olarak yetersiz kalmaktadır. Bunların çeşitli sebeplerle yetersiz kaldığı görevlerde kullanılmak üzere insansız hava araçları konsepti ortaya konulmuş olup, bu konseptlerden birini de uzaktan kumandalı ve otonom çalışabilen faydalı yük taşıma sistemi olarak bilinen GPADS (Guided Aerial Delivery Systems) oluşturmaktadır.

Aktif kontrollü faydalı yük taşıma sistemleri, uçaktan atılan bir yükün radyo kontrolü kullanılarak uzaktan kumanda ile ya da uçuş planlaması yapılarak otonom şekilde önceden koordinatları girilmiş hedef noktasına ulaştırılması için rüzgâr, sürat, yükseklik, basınç ve yön tespiti gibi anlık verilerin işlenmesini sağlayan ekipmanları içermektedir.

Sistemin en önemli özelliği, insansız hava aracı olarak kullanılması ve bu sayede özellikle sıcak çatışmaların yaşandığı hassas bölgelerde personel kaybı yaşanmadan görevin icra edilmesine imkân vermesidir. Doğal afet bölgesine ya da kapalı köy ve okul yollarına tıbbi yardım malzeme ve ekipmanlarının ulaştırılması, arama kurtarma faaliyetlerine destek sağlanması sistemin sivil kullanım alanlarından bazılarını oluşturmaktadır.



Şekil 1. Sistem entegre yapısı [1].

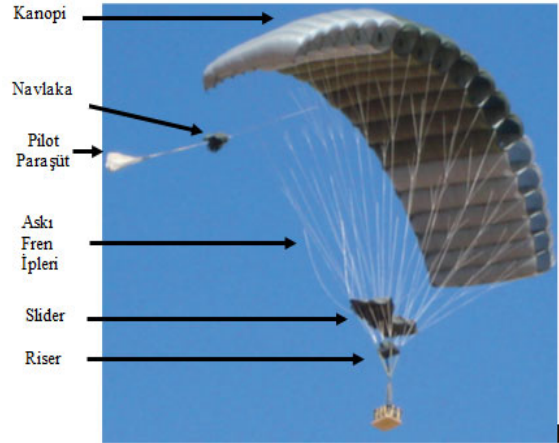
## 2. SİSTEMLER

Aktif kontrollü faydalı yük paraşüt sistemleri Ram Air Tipi Paraşüt Sistemi, Güdüm, Kontrol ve Navigasyon Sistemi (AGU) ve Faydalı Yük Taşıma Sistemi olmak üzere 3 ana sistemden meydana gelmektedir. Bu alandaki örnekler olan Airborne Systems'ın ürettiği MicroFly™, FireFly™, DragonFly™ ve 2K1T™, MMIST Sherpa'nın ürettiği Provider™ ve Ranger™, Wamore'un ürettiği UltraFly™ ile Uçman Havacılık'ın ürettiği Kuzgun™ 150 sistemleri ve

teknik özellikleri bu çalışmada dikkate alınmıştır. [2-6]

Ram air tipi paraşüt, kubbe tipi standart paraşüt tiplerinden farklı olarak hücum ve firar kenarına sahip insanlı ya da insansız olarak hareket edebilen bir hava aracıdır. Paraşütün imal edilmesinde kullanılan iplerin uzunluğundaki küçük farklılıklar ya da kumaşın kesimindeki ufak bir ölçü farklılığı, çok iyi ya da kötü bir kanat tasarımı ortaya çıkarabilmekte, bu da doğrudan paraşütün uçuş karakteristiğini ve aerodinamik yapısını etkileyerek uçuş performansını değiştirmektedir.

Ram air tipi paraşüt sistemi pilot paraşüt, navlaka, kanopi, askı, yön ve fren ipleri, slider ve riser olmak üzere 6 temel alt sistemden oluşmaktadır.



Şekil 2. Ram air tipi paraşüt sistemi [7].

Ram air kanopi, alt ve üst yüzeyi kumaştan yapılmış bir kanopiden ve uzunlamasına sıralanan birden fazla içi hava dolabilen hücreden meydana gelmektedir. [8] Bu hücreler uçak kanat yapısına benzer özellik göstermekte olup, boylamsal kanallar yaratarak hava akımının kanopi hücum kenarındaki nispeten büyük hücre ağızlarından geçmesini sağlar. Kanopi firar kenarında hiç boşluk olmayıp havanın dışarı çıkışı engellenir. Bu sayede hücre ağızından giren hava kanopi içerisinde tutularak paraşütün havada kalması sağlanır. Navlaka ana paraşütün (kanopinin) belirli bir teknikle katlanarak içerisine konulduğu çantadır. Uçuş ve havacılık terminolojisinde bilinen adı "Deployment Bag" olup, kısaca "D-BAG" olarak tabir edilmektedir. Sistem kapalı olarak hava aracından atıldığında, hava ile ilk olarak teması sağlayan ve içine dolan hava ile şişerek ana paraşütün içine yerleştirildiği navlakadan çıkmasını sağlayan küçük paraşüte pilot paraşüt adı verilmektedir. İpler kanopideki bağlantı yerlerine göre kısıdan uzuna doğru alfabetik harfler ile ifade edilmektedir. Hücum kenarına bağlanan ve en önde yer alan iplere 'A' ipleri denir. Arkaya doğru gittikçe

sırasıyla 'B', 'C', 'D' ve yön, fren ipleri olarak adlandırılırlar. Aralarındaki uzunluk dağılımı ile kanopi yatay ekseninde ileri doğru gidebilecek yeteneğe sahip olan parafoil yapıyı oluşturmaktadır.

Slider, kanopinin boyutuna göre değişik ölçülerde kare ya da dikdörtgen bir şekilde olan ve kanopinin ani şok nedeniyle patlamasını engelleyen, düzgün ve istikrarlı şekilde açılmasını sağlayan, iplerin açılıştaki karışmasını önleyen bir ekipmandır. Askı iplerinin paraşüt kanopisinden aşağıya doğru gelerek birleştiği kolonlara "riser" adı verilmektedir. Bu yapılar paraşüt ile taşınmak istenilen yükün ağırlığını doğrudan üzerine alan ana taşıyıcılardır. [9]

İnsani yardım, arama kurtarma ve yoğun çatışmanın olmadığı operasyon alanlarında paraşüt sistemi tekrar tekrar kullanılabilir şekilde dizayn edilmektedir. Ortalama 20-25 atlayış sonrası test edilerek kullanılmak üzere imal edilmiş paraşütler, bu atlayış sayısını karşılayabilecek sağlamlıkta imal edilmektedirler. Ancak bu dizayn, maliyeti doğrudan etkileyerek artışa sebep olmaktadır. Paraşütün kaybolma, zarar görme ve işlevini kaybetmesi durumlarında operasyon giderleri ayrıca artmaktadır. Bunun yanı sıra her atlayış sonrası tekrar kullanıma hazır hale getirebilmek için paraşütün hazırlık safhası bulunmaktadır. Bu safha operasyon esnasında zaman kaybına sebep olmakta ve muharebe sahasında üstünlüğün karşı tarafa geçmesine yol açabilmektedir. Yoğun çatışmanın yaşandığı ve sıcak temasın meydana geldiği hassas muharebe sahalarında ise malzeme ve mühimmat nakli için planlanan görevlerde, düşük maliyetli tek kullanımlık ram air tipi paraşüt tekrar katlanma gereksinimi olmadığı için operasyonel esneklik sağlamaktadır.

Güdümlü, kontrol ve navigasyon sistemi, aktif kontrollü faydalı yük taşıma sistemine komuta ederek yükün istenilen hedef noktasına ulaştırılmasında aktif rol oynayan elektronik, mekanik ve aviyonik alt sistemleri bünyesinde muhafaza eden ve ram air tipi paraşüt sistemi ile faydalı yük taşıma sistemi arasında bağ oluşturan Air Guidance Unit (AGU) olarak ifade edilmektedir.

Faydalı yük taşıma sistemi, hedef noktaya indirilecek yükün, atılacak olan hava aracına göre hazırlanarak bir bütün haline getirildiği, ana sistemin uçuşu süresince mevcut yükün çeşitli meteorolojik etkenlerden korunmasını sağlayan ve yük hedef noktaya ulaştığında çarpma sonucu oluşan şoka dayanıklı alt bileşenleri içeren bir sistemdir. Taşıma pleyti, taşıma ağı, bağlama tokası, bağlama zinciri, pleyt ek cihazı ve termal örtü olmak üzere 6 temel alt sistemden oluşmaktadır.

Taşıma pleyti, üzerine yerleştirilen yükün emniyete alınarak uçağa herhangi bir hasar vermeden yüklenmesi için kullanılan, alt ve üst yüzeyleri paslanmaz alüminyum alaşımdan, ara katmanı ise balsa ağacından oluşturulmuş özel tabandır.

Taşıma ağı, düğümlerle birbirine bağlanmış, naylon polyester karışımından tek parça halinde üretilen ve yükün dengeli bir şekilde taşınmasına yardımcı olan teçhizattır. Pleyt ağlarının ve bağlama zincirlerinin olmadığı ya da kullanılmadığı durumlarda yükün pleyte sağlam bir şekilde bağlanarak zarar görmesini engellemek amacıyla kullanılan sabitleme halatlarına bağlama tokası adı verilmektedir. Bağlama zinciri pleyt üzerinde taşınacak malzemenin ağır ve metal yapıda olması durumunda bağlama tokası yerine kullanılmaktadır. Pleyt ek cihazı görev ihtiyacı sebebiyle birden fazla pleytin havadan atılacak olması durumunda, uçak içerisine yerleştirilen pleytlerin birbirine bağlanarak kaymaması amacıyla kullanılmaktadır. Uçuşun en riskli bölümleri olan iniş ve kalkış esnasında içeride bulunan pleytler bu cihaz ile kilitlenmediği takdirde, yer çekimi ve uçağın manevraları sonucunda kayarak birbirine çarpabilir ve aerodinamik dengenin bozulması ile uçak beklenmedik bir şekilde "stall" durumuna geçerek kaza kırım yaşanabilir. Termal örtü irtifa değişimleri sonucunda meydana gelen ani sıcaklık değişimlerinde, yükün bu değişimlerden etkilenmesini geciktirerek zarar görmesini engellemek amacıyla kullanılır. Dış yüzeyi PVC, iç yüzeyi ise alüminyum folyo ve polietilenden imal edilmektedir.

### 3. TEST VE METOTLAR

Üretimi yapılan kanopi kumaşı, askı ve fren ipleri ile kolonlardan oluşan paraşüt alt sistemlerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik içeriğine göre özelliklerinin askeri standartlarda olması için uygulanması gereken test metotları "FED-STD-191 Textile Test Methods" ile doküman haline getirilmiştir.

MIL-STD-810-F standardı, AGU'nin kara, hava ve deniz yolu ile taşınması, depolanması, açık alanda bekletilmesi esnasında çevresel faktörlerin malzeme üzerinde zamanla meydana getirdiği etkileri uygun laboratuvar ortamı değerlerine göre incelemek ve sistemin (-) 31 °C ile +65 °C aralığındaki askeri standartlarda verimli çalışıp çalışmayacağını ortaya koymak için kullanılmaktadır.

**Tablo 1.** Kanopi kumaş test ve metotları [10].

<b>“FED-STD-191 TEXTILE TEST METHODS” KUMAŞ TEST TABLOSU</b>	
<b>TEST ADI</b>	<b>METOT NU.</b>
Hava Geçirgenliği	5450 - 5452
Ph Değeri	2811
İp, Kordon Büküm Oranı	4050 – 4052
Malzeme Genişliği	5020
Dokuma Kalınlığı	5030
Kopma Mukavemeti	5104
Yırtılma Mukavemeti	5134
Su Geçirgenliği	5500 - 5502
Aşınma	5300

**Tablo 2.** İp ve kolon test ve metotları [10].

<b>“FED-STD-191 TEXTILE TEST METHODS” İP VE KOLON TEST TABLOSU</b>	
<b>TEST ADI</b>	<b>METOT NU.</b>
Boy – Ağırlık Oranı	6004
Daralma/Çekme Oranı	6010
Su Geçirgenliği	6011
Kopma Mukavemeti	6015
İp/Kolon Sertliği	6020

**Tablo 3.** AGU test ve metotları [7].

<b>AIR GUIDANCE UNIT TEST TABLOSU</b>	
<b>STANDART ADI</b>	<b>STANDART NU.</b>
Environmental Certification	MIL-STD-810-F
Electromagnetic Interference (EMI)	MIL-STD-461-F
Electrostatic Discharge (ESD)	MIL-STD-1686-C

**Tablo 4.** MIL-STD-810-F test ve metotları [11].

<b>(MIL-STD-810-F) TEST TABLOSU</b>		
<b>TEST ADI</b>	<b>METOT NU.</b>	<b>PROSEDÜR NU.</b>
Alçak İrtifa Basıncı	500.4	II
Yüksek Sıcaklık	501.4	I
Alçak Sıcaklık	502.4	I
Yağmur	506.4	I, III
Nem	507.4	-
Titreşim	514.5	I, II, III

MIL-STD-461-F standardı, AGU’ın içerisinde bulunan elektronik, elektromekanik sistem ve alt sistemlerin birbirleri üzerinde meydana getirdikleri elektromanyetik girişimlerin kontrol edilerek elektromanyetik uyumun sağlanması amacıyla belirlenmiş standartları ortaya koyan temel bir dökümandır. Elektromanyetik enterferans yani elektromanyetik girişimler, herhangi bir elektronik cihazın diğer cihazlar üzerinde meydana getirdiği ve cihazın verimli çalışmasını engelleyen olumsuz etkenlerdir. Buna karşılık cihazlar arasında birbirini etkilemeden çalışma ortamının sağlanmasına da elektromanyetik uyumluluk adı verilmektedir.

Elektromanyetik testler, ışımaya yoluyla yayılım, iletkenlik yoluyla yayılım, ışımaya yoluyla alınganlık, iletkenlik yoluyla alınganlık seviyelerinin ölçümleri üzerine 4 ana grupta toplanmaktadır. [12]

Birbirinden farklı yüklere sahip olan iki cisim belli bir mesafede birbirlerine yaklaştırıldığında sahip oldukları elektronlar birinden diğerine ani şekilde geçiş yapar. Birbirinden farklı gerilim potansiyeline sahip herhangi iki cisim arasında gerçekleşen elektrik yükü alış veriş sonucunda meydana gelen olaya Electro Static Discharge (ESD) denilmektedir. ESD’nin kontrol altına alınması amacıyla ESD kontrol programları geliştirilmiştir. ESD kontrol programı için kapsamlı gereksinimleri oluşturmak ve standartları belirtmek üzere MIL-STD-1686-C standart dökümanı oluşturulmuştur. Bu standart, elektrikle çalışan patlayıcı aletler hariç tutulmak kaydıyla elektrik-elektronik parçaların, cihaz ve ekipmanların dizayn, üretim, test, kontrol, paketlenme, veri yükleme faaliyetleri esnasında elektrostatik etkilerden korunmasına yönelik olarak ortaya konulmuş olan ESD kontrol programında ihtiyaç duyulan performans gereksinimlerini tanımlamakta, prosedürleri ve korunmayı belirten önleme standartlarını içermektedir [14].

**Tablo 5.** MIL-STD-461-F test metotları [13].

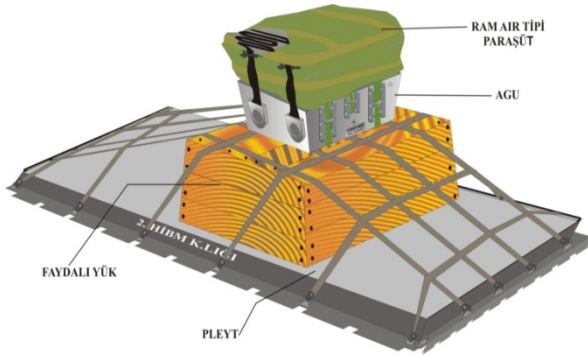
MIL-STD-461-F TEST TABLOSU	
TEST ADI	METOT NU.
İletkenlik Yoluyla Yayınım, Güç Kablosu	CE101,CE102
İletkenlik Yoluyla Yayınım , Anten Terminali	CE106
İletkenlik Yoluyla Alınganlık, Güç Kablosu	CS101
İşma Yoluyla Alınganlık, Anten Portu, İstenmeyen	CS104
İşma Yoluyla Alınganlık , Sistem Akımı	CS109
İşma Yoluyla Alınganlık , Kablolar	CS114
İşma Yoluyla Yayınım, Manyetik Alan	RE101
İşma Yoluyla Yayınım , Elektrik Alan	RE102
İşma Yoluyla Yayınım , Anten Çıkışları	RE103
İşma Yoluyla Alınganlık, Manyetik Alan	RS101

**Tablo 6.** TURAF kanopi tasarım özellikleri [2].

RAM AIR TİPİ KANOPİ TEKNİK ÖZELLİKLERİ	
Ana Kanopi Ağırlığı	67 lb
Yüzey Alanı	1025 ft <sup>2</sup>
Kenar Uzunluğu	56 ft
Hücre Sayısı	19
Max. İp Taşıma Kapasitesi	300 lb
Açılış Şoku (Max.)	4.5 g's
Max. Bırakılma Yüksekliği	25,000 ft
Min. Bırakılma Yüksekliği	4000 ft
Max Süzülüş, L/D (Rüzgarsız)	3.25-3.75:1

Kanopi için düşük geçirgenlik özelliğine ve inceliğe sahip olması nedeniyle MIL-C-44378 (TYPE I) standartına sahip kumaş tercih edilmektedir. Bu standarttaki kumaşın inceliği 0.0076 mm'den küçük olup ağırlığı 39.67 g/m<sup>2</sup>, genişliği 36",48", düz ve tek dokumaya sahip, naylondan imal ve geçirgenliği 0-5 CFM'dir.

#### 4. TÜRK HAVA KUVVETLERİ İÇİN SİSTEM TASARIMI



**Şekil 3.** TURAF aktif kontrollü faydalı yük taşıma sistemi.

Türk Hava Kuvvetlerinin isteklerini karşılayabilecek aktif kontrollü paraşüt sistemine ait bir kanopinin ortalama ağırlığı 30 kg. ve yüzey alanı 95 m<sup>2</sup> olup, teknik özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Askı, yön ve fren ipleri için düşük uzama katsayısı özelliğine sahip olması nedeniyle MIL-C-7515 standardı tercih edilmelidir. Bu standarttaki iplerin taşıma kapasitesi 725 kg. olup, uzama katsayısı % 1 - 1,5 oranındadır.

Riser için kopma sınırı daha yüksek olması nedeniyle MIL-W-530 (TYPE II) standardı tercih edilmelidir. Bu standarttaki riserlerin kopma sınırı 1100 lbs (499 kg) olup, 5,6 mm inceliğe, 254.00 - 279.10 g/m ağırlığa ve düz desensiz doku yapısına sahiptir.

AGU'nin inişte meydana gelebilecek herhangi bir kırılma, parçalanma ya da şekil bozulmalarına karşı dış yüzeyde bir bütün olarak mukavemeti yüksek olan kompozit alaşım, bağlantı mekanizmalarında ise paslanmaz çelik kullanılması dayanıklılık açısından uygun olacaktır. Paraşüt ile yük arasında bağlantı kuran kolonların irtibatlandırılması amacıyla yan yüzlerde toplamda 4 adet bağlantı mekanizması, riserlerin AGU'nin ağırlığını taşıması amacıyla da 2 adet sabit bağlantı mekanizması monte edilecektir.

Dış ölçüleri 45 x 35 x 25 cm. olup, düşme anında kutunun zarar görebileceği en muhtemel bölgesi olan taban kısmında gövdenin genelinde kullanılan 1 cm.lik kompozit alaşım yerine 1,5 cm.lik bir kompozit alaşım kullanılacaktır. Böylece tabanın mukavemeti ve dayanıklılığı artırılacak ve kullanım ömrü uzayacaktır.

**Tablo 7.** Malzeme tasarım özellikleri.

PARAŞÜT SİSTEMİ MALZEME TASARIM ÖZELLİKLERİ		
KANOPI	STANDART	MIL-C-44378 (TYPE-I)
	İNCELİK	< 0.076 mm
	AĞIRLIK	39.67 g/m <sup>2</sup>
	GENİŞLİK	36'',48''
	DOKUMA	Düz, Tek
	KUMAŞ	Naylon
	GEÇİRGENLİK	0-5 cfm
ASKI, YÖN VE FREN İPLERİ	STANDART	MIL-C-7515
	KAPASİTE	725 kg
	UZAMA	% 1 - 1,5
RISER	STANDART	MIL-W-530 (Type II)
	KOPMA SINIRI	1,100 lbs
	KALINLIK	5.60 mm
	DOKU YAPISI	Düz, desensiz

Sistemin uçuş karakteristiği sebebiyle salınım hareketi ile hareketi esnasında meteorolojik hadislere bağlı olarak oluşan titreşimi ve düşüş esnasında meydana gelebilecek şokları önlemek amacıyla kutu içerisinde 3 cm kalınlıktaki bir polietilen köpük kullanılacaktır.

AGU içerisindeki basınç ile dış ortam basıncı arasındaki dengeyi korumak amacıyla kullanılacak olan basınç dengeleyici valf yan yüz üzerine monte edilecektir.

Kutu üzerinde dışarıya ile bağlantısı olan, hız, yön ve hücum açısı verilerini aktaran pito ve statik cihazlar, rüzgâr sensörü, küresel konumlama anteni, alıcı verici anteni, batarya bloğu, dijital ekran ile tuş takımları ve RS-232 data portu bulunmaktadır. Bu cihazlar paraşütün uçuşunu ya da iplerin hareketini engellemeyecek şekilde kutu üzerine yerleştirilecektir. Görevin türüne göre iniş yerinin su üstü olması ya da yağmur şeklinde meteorolojik hadisenin yaşanması

durumlarında, kutunun içerisine su girerek elektronik cihazların arızalanmasına engel olmak amacıyla sızdırmaz lastik kullanılacaktır. Kutu ön yüzünde uçuş yolunu görebilecek şekilde mini kamera yerleştirilerek uçuş esnasında sistemin yol haritası takip edilebilecektir. Renk seçiminde görevin hassasiyeti, sistemin havada ve yerde fark edilme durumları dikkate alınarak kamuflaj özelliği vermesi sebebiyle haki ya da gri renk tercih edilecektir.

## 5. SONUÇLAR

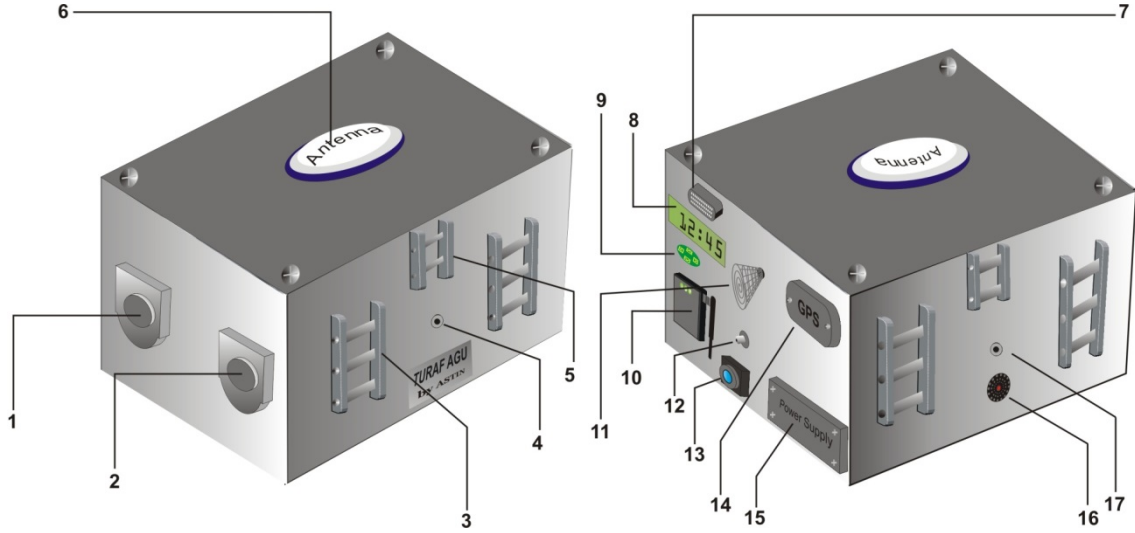
Araştırma sonucunda yatay ekseninde hareket ve dikey ekseninde manevra kabiliyeti yüksek olan ram air tipi paraşüt sisteminin, yükü hedef noktasına ulaştırmada en uygun yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır.

Sistem Türkiye’de yeni bir kavram olmakla birlikte araştırılmaya ve geliştirilmeye açık bir konudur. Türk Hava Kuvvetlerine bağlı Hava İkmal Bakım Merkezlerinde insan ve uçaklar için tasarlanmış kubbe tipi paraşüt üretimi ve tamiri yapılabilmektedir. Hem kubbe tipi hem de ram air tipi paraşüt sistemlerinde kullanılan askeri standartlar aynı standart ve testlere tabidir. Bu kapsamda ram air tipi paraşüt sisteminin sahip olması gereken askeri standartlar bilinmekte olup, sistemin tasarımının yapılarak üretilebilmesi için personel eğitimi ve ekipmana ihtiyaç duyulmaktadır. Gerekli testler ise mili imkânlar dâhilinde ilgili kurumlarda yapılabilecek özelliktedir.

Türkiye’de sivil ya da askeri alanlarda henüz kullanımı bulunmayan sistem, öncelikle hava indirme ve arama kurtarma görevlerinde aktif rol alan askeri personelin kullanımına sunulmak üzere tedarik edilmelidir. Ancak sistemin doğrudan üretimine geçilmesi yerine, ilk aşamada göreve ilişkin temel ihtiyacı karşılayacak sayıda satın alma yöntemiyle tedarik edilmesi daha uygundur. Tedarik sonrasında kazanılacak olan bilgi ve tecrübe doğrultusunda akademik ve teknik personelin katılımıyla oluşturulacak bir çalışma grubu tarafından proje kapsamında prototip olarak üretim yapılabilecektir.

Sistemin sivil ve askeri kullanım alanlarının kesiştiği noktalarda ortak kullanım imkanı yaratılabilecektir. Kış mevsiminde kapanan köy ve okul yollarında canlılara erişim ile doğal afet sonucu yardım ve arama kurtarma çalışmalarına destek görevlerinde Türk Hava Kuvvetleri, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı ve Sivil Savunma Teşkilatı arasında görev planlamasının yapılması kriz anlarında çözüm için kısa sürede fayda sağlayacaktır.

Sistemin Hava Kuvvetleri K.lığının sahip olduğu kuvvet çarpanlarından uçak ve helikoptere destek olacağı ve yakın gelecekte insansız hava aracı kategorisinde yeni bir kuvvet çarpanı olacağı değerlendirilmektedir.



- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Sol servo                       | 10. Radyo alıcı-verici cihazı |
| 2. Sağ servo                       | 11. Rüzgar sensörü            |
| 3. Kanopi-yük bağlantı mekanizması | 12. Pitot tüpü                |
| 4. Statik delik                    | 13. Mini kamera               |
| 5. Kanopi-AGU bağlantı mekanizması | 14. Konumlama ünitesi         |
| 6. Konumlama anteni                | 15. Batarya bloğu             |
| 7. RS-232 bağlantı portu           | 16. Basınç dengeleyici valf   |
| 8. Digital ekran                   | 17. Statik delik              |
| 9. Tuş takımı                      |                               |

Şekil 4. TURAF AGU tasarımı.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Airborne Systems, 2K1T™, One-Time Use Parachute For GPADS. <http://www.airborne-sys.com>.
- [2] HDT Global Airborne Systems. (2013). JPADS Equipment and Capabilities Presentation by Gary McHugh.
- [3] Airborne Systems, Guided Precision Aerial Delivery System. <http://www.airborne-sys.com>
- [4] MMIST, Sherpa Ranger™, Sherpa Provider™. <http://www.mmist.ca>
- [5] WAMORE, UltraFly™, Precision Guided Airdrop System. <http://www.wamore.com>
- [6] Uçman Havacılık, Kuzgun™ 150 Kumandalı Kargo Paraşütü. <http://www.ucman.com.tr>
- [7] HDT Global Airborne Systems, (2013). Technical WriteUp, Guided Precision Aerial Delivery System (GPADS) Technical Description,
- [8] Babbar, Y. Computational Analysis of Ram Air Parachute Canopy, 5th Semester Aeronautical

Engineering Department, Punjab Engineering College, Chandigarh.

- [9] Aydın, Ö. (5-6 Mart 2013). Kişisel Görüşme, Paraşüt Öğretmeni, Türk Hava Kurumu İnönü Hava Eğitim Merkezi Başkanlığı, Eskişehir.
- [10] FED-STD-191. (1978). Federal Standart For Textile Test Methods. <http://www.everyspec.com>.
- [11] MIL-STD-810-F. (2000). Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests. <http://www.everyspec.com>.
- [12] Apaydın, Ö. (2004), Elektromanyetik Ortam Etkileri ve Elektromanyetik Uyumluluk.
- [13] MIL-STD-461-F. (1999). Requirement for The Control of Electromagnetic, Interference Characteristics and Equipment. <http://www.everyspec.com>.
- [14] MIL-STD-1686-C. (1995). Electrostatic Discharge Control Program For Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices). <http://www.everyspec.com>.

## ÖZGEÇMİŞLER

### **Hv.Mu.Ütgm. Ümit MERCAN**

1983 yılında Nevşehir’de doğmuştur. İlk, orta ve liseyi İzmir’de bitirmiş olup, 2005 yılında Hava Harp Okulu Elektronik Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. 2’nci Ana Jet Üs K.lığı, Hava Teknik Okullar K.lığı, 10’uncu Tanker Üs K.lığı, Genelkurmay Elektronik Sistemler (GES) K.lığında görev yapmış olup, halen 210 Numaralı Taşanabilir Hava Radar Kıta Komutanlığı’nda görevine devam etmektedir.

### **Doç.Dr. Gökhan İNALHAN**

1975 yılında Eskişehir’de doğdu. 1997 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü’nden ikincilik ile mezun oldu. Yüksek Lisans ve Doktora derecelerini Uçak ve Uzay Mühendisliği konularında Stanford University’den 1998 ve 2004 senelerinde aldı. 2003 senesinde aynı Üniversite’den Mühendislik Ekonomik Sistemleri ve Yöneylem Araştırması üzerine Doktora Yandal (Ph. D. Minor) derecesi verilmiştir. Doktora çalışmasında insanlı ve insansız hava araçlarının merkezci kumanda ve kontrol sistemlerinden bağımsız bir şekilde, yerel

kablosuz ağlar üzerinden koordinasyon uçuşunu sağlayan bir metod geliştirmiş ve bu çalışma deneysel sistemler üzerinde uygulanmıştır. 2004-2006 seneleri arasında Massachusetts Institute of Technology’de doktora sonrası araştırmacı olarak görev almış olup, Draper Laboratuvarları ile beraber yürütülen NASA Projesinde İletişim ve Navigasyon Grup Liderliği’ni üstlenmiştir. 2006 senesinde beri İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Mühendisliği Bölümü’nde yer almaktadır ve halihazırda Bölüm Başkan Yardımcılığını yürütmektedir. AIAA, IEEE üyesi olan Gökhan İnalhan, uçuş kontrol ve aviyonik sistemleri, insansız hava araçları ve uzay sistem tasarımı konuları üzerine 80’nin üzerinde uluslararası makale,kitap bölümü ve bildirisi bulunmaktadır. Kuruculuğunu ve Direktörlüğü’nü yaptığı Kontrol ve Aviyonik Laboratuvarında AB, TÜBİTAK, Bilim Sanayii Teknoloji Bakanlığı Ar-Ge projeleri başta olmak üzere birçok sivil ve askeri havacılık kurumunun projeleri başarı ile tamamlanmıştır. Yapılan çalışmalar 2011 ve 2013 senesi TÜBİTAK Başarı öykülerine girmiştir. İTÜ bünyesinde birçok idari görevi yürüten Doç. Dr. Gökhan İnalhan, halihazırda Ar-Ge, Teknoloji ve İnovasyon konularında İTÜ Rektör Danışmanlığı yapmaktadır.