

KABLO GÜDÜMLÜ HAVA PLATFORMU KULLANIMININ ASKERİ AÇIDAN DEĞERLENDİRMESİ

Remzi Erkam YİĞİTTÜRK¹
Milli Savunma Üniversitesi, İstanbul

Prof. Dr. Alim Rüstem ASLAN²
Milli Savunma Üniversitesi, İstanbul

ÖZET

Fiber ve farklı haberleşme altyapısının olmadığı, yetersiz kaldığı veya kesintiye uğradığı lokasyonlarda askeri amaçlar için keşif, gözlem ve takip faaliyetlerinin sürekli, sabit ve kesintisiz bir şekilde devam etmesi, alınan verilerin kesintisiz ve hızlı bir şekilde askeri karar merkezlerine aktarılması önem arz etmektedir. Kablo güdümlü hava platformları ve VSAT sistemleri bu gereksinime cevap vermektedir. Bu bildiride kablo güdümlü hava platformlarından ve genel olarak VSAT sistemlerinden bahsedilmiş ve birlikte kullanımları değerlendirilmiştir. Ayrıca lokasyona göre hava platform konsept tasarım aşamaları ele alınmıştır. Yer şekillerine göre irtifa belirlenmiş ve belirlenen irtifaya göre göreve ilk olarak görev yükü belirleme çalışması yapılmıştır. Görev yüküne göre hava platformu hacmi belirlenmiştir.

GİRİŞ

Askeri amaçlar için hava platformlarının kullanılması yeni bir uygulama değildir. Hava platformları veya aerostatlar savaş alanında iki yüzyıldan uzun bir süredir önemli bir rol oynamıştır. 1782’de Joseph ve Etienne Montgolfier tarafından icat edilmesinden 12 yıl sonra Fransız Jean Coutelle, düşman oluşumları ve hareketlerini gözlemlemek için 450 metre irtifaya kablo güdümlü bir balon kaldırmıştır. Gözetleme balonları 19.yüzyılda Amerika’da iç savaş esnasında ve Franko-Prusya Savaşları da dahil olmak üzere birçok savaşta kullanılmıştır. 20.yüzyılın başında, Fransızlar tarafından uzun menzilli gözetleme ve bomba taşıma gibi görevleri icra edebilen, elektrik motorla çalışan, rijit olmayan bir hava platformu inşa edildi ve kullanıldı. Almanlar ise ilk olarak 1908’de kullanmaya başladılar. [Moomey, 2005] Özellikle 1. ve 2. Dünya Savaşları’nda hava platformlarını malzeme tedarik, gözetleme ve bombalama görevleri için kullanmışlardır. [Yücel, 2019] O tarihlerden bu yana özellikle askeri amaçlar için hava platformları kullanılmaya devam edilmiştir.

Kablo güdümlü hava platformları, havadan hafif gazlar ile doldurulmuş ve yer ekipmanı ile demirlenirken havada kalan balonlardır. Bu balonlar, dijital kameralar veya haberleşme ekipmanları taşıyabilmektedir. Kablo güdümlü hava platformları, gözetleme, kalabalık yönetimi ve afet durumlarında kullanılması gibi çeşitli görevleri yerine getirmeleri için uygun maliyetli bir yol sağlayabilir. [U.S. Department of Homeland Security, 2013] Hava platformları özellikle sınır, meskûn mahal, askeri operasyon bölgeleri gibi lokasyonlarda gözetleme ve çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bu bölgelerde, hava platformları üzerinde bulunan görev yükü ile elde edilen veriler; askeri karargâhlar, üsler, karakollar gibi askeri lokasyonlara iletilir.

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Hezarfen Havacılık ve Uzay Teknolojileri Ens. Uydu Teknolojileri Prog., E-posta: reyigitturk@turksat.com.tr

² Prof. Dr., Hezarfen Havacılık ve Uzay Teknolojileri Ens., E-posta: aslanr@itu.edu.tr

Hava platformları, görevlerini ifa edecekleri bölgelere göre tasarlanmalıdır. Hava platformunun tasarımında birçok etken söz konusudur. Yer şekilleri, rüzgâr, görev yükü bu etkenlerden bazılarıdır.

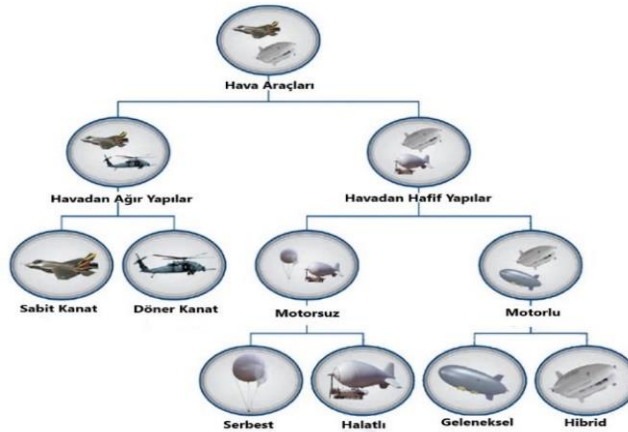
Bu bildiride askeri amaçlar için her 2 sistemin birlikte kullanımı değerlendirilmektedir. Fiber altyapının olmadığı, haberleşme sistemlerinin yetersiz kaldığı veya haberleşmenin koptuğu lokasyonlarda, askeri amaçlı olarak kullanılan kablo güdümlü hava platformları üzerinde bulunan görev yüklerinden alınan verilerin askeri merkezlerde hızlı bir şekilde yorumlanması ve müdahale edilebilmesi için kesintisiz bir bağlantının kurulması gerekmektedir. Uydu haberleşme sistemleri böyle bir ihtiyaca cevap vermektedir.

HAVADAN HAFİF YAPILAR ÇALIŞMA PRENSİBİ

İçerisindeki gazın atmosfer içerisinde öz kütle bakımından havadan daha hafif olan platformlar, motorlu ve motorsuz yapılardan oluşmaktadır. Üzerinde motor bulunmayan havadan hafif platformlarda, herhangi bir nokta ile bağlantısı bulunmayan balonlar ve bir veya daha çok noktaya bağlanmış ve sadece dikey yönde yönlendirmenin yapılabildiği Kablo Güdümlü Hava Platform sistemleri bulunmaktadır.

Üzerinde motor bulunan havadan hafif platformlarda ise ilk olarak; içerisinde bulunan havadan hafif gaz ile kaldırmayı gerçekleştiren ve üzerinde bulunan motor ile yönlendirmeyi yapabilen, iç iskelete sahip geleneksel yapılardır. İkinci olarak içerisinde bulunan havadan hafif gazın yanı sıra ve üzerinde bulunan motor ile platforma hem yönlendirme hem de kaldırma işlemini uygulayabilen hibrit yapılardır.

Birçok model görev amacı temel alınarak tasarlanmaktadır. Görev tanımında; sistemin görev yapacağı irtifa, sağladığı kaldırma kapasitesi, görev süresinin uzunluğu ve maliyet gibi birçok faktör etkili olabilir.



Şekil 1: Hava Araçları Sınıflandırılması [Yücel, 2019]

Hava platformları, görevlerini en iyi şekilde sürdürebilmeleri için maksimum taşıma kapasitesine ve minimum sürüklenme yapısına sahip olması gerekir. Hava platformları, görev amaçları, görev süreleri, çevre şartları gibi faktöre göre tasarlanmalıdır. Sürüklenme, kaldırma ve stabilizasyon gibi faktörlere göre 4 çeşit hava platformu modeli vardır. Bunlar; damla model, küre model, elipsoidal model ve helikite modelidir. [Khoury, 1999]

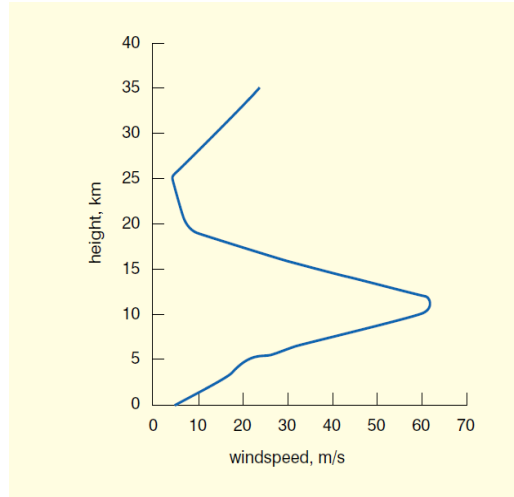
Tablo 1: Kablo Güdümlü Hava Platformu Modellerinin Kıyaslanması [Yücel, 2019]

Model	Model Örneği	Sürüklenme	Kaldırma	Stabilizasyon	Demirleme
Damla Model	TCOM LP	XXX	X	XXX	X
Küre Model	Rosaero Aerolift	X	XX	X	XXX
Elipsoidal Model	Aero Drum	XX	XXX	XX	XXX
Helikite Model	Allsopp	XX	XX	XX	X

Kablo güdümlü hava platform tasarımlarında; görev amacına göre, görev irtifasına göre uygun bir model seçilir.

HAVA PLATFORMU İRTİFASI VE ATMOSFER ETKİSİ

Hava platformunun görevini yaptığı irtifa, doğrudan üzerindeki görev yükü kütlesini etkilemektedir. Hava yoğunluğundaki değişim, hava platformlarının görev yükü kapasitesini azaltabilir. Yüksek irtifalara çıkıldıkça hava yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak platformun görev yükü kapasitesi düşecektir. İrtifa arttıkça atmosfer yoğunluğu, basınç ve sıcaklık düşerken rüzgar hızı artmaktadır. Hava yoğunluğunu ayrıca basınç ve sıcaklık değişimleri de etkilemektedir. Hava platformları, görevlerini ifa ederken rüzgârın şiddetine göre sürüklenirler. Bu yüzden, bulunduğu irtifadaki sürüklenme kuvvetinin ve rüzgâr dayanımının bilinmesi görevini sağlıklı bir şekilde yürütebilmesi açısından önemlidir. Kablolu hava platformlarında rüzgârdan dolayı halatın üzerine yük biner. Halatın üzerine yük binmesi uçuş operasyonunu olumsuz etkileyebilmektedir.



Şekil 2: İrtifaya Göre Ortalama Rüzgâr Değerleri [Amendola, Boccia, Massa ve Pace, 2007]

Şekil 2'de görüldüğü gibi halatlı platformlar için düşük irtifada gerçekleşecek görevler daha elverişlidir. Stratosfer katmanında 20-25 km arasında rüzgâr hızı çok düşük olduğundan dolayı yüksek irtifa platformları için bu irtifada gerçekleşecek görevler elverişlidir.

KABLO GÜDÜMLÜ HAVA PLATFORMLARI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Kablo güdümlü hava platformları genel olarak sınır, meskûn mahal bölgelerinde kamera, lidar, radar gibi sistemler kullanarak gözetleme amaçları için kullanılmaktadır. Görev yükü ağırlığına göre farklı hacimlerde tasarlanırlar. Stabilizeyi kablo ile sağlar. Kablonun diğer bir avantajı, görev yükü

için gerekli olan enerji buradan sağlanmaktadır. Eğer istenirse aynı halat üzerinden veri transferi de yapılabilir.



Şekil 3: Kablo GÜdümlü Hava Platformu (Helikite Model) [allsopp.co.uk, 2020]

Kablo GÜdümlü Hava Platformu sistemlerinin ortak özellikleri ve ortak bileşenleri aşağıdaki gibidir:

- Sabit bir bölgede konuşlandırmak ya da mobil olarak lojistiğini sağlamak amacıyla kamyonet ve römork gibi kara araçları üzerinde kullanılması,
- Kaldırma gazı ile dolu aerodinamik tasarıma sahip bir gövdenin uçuş öncesi veya uçuş sırasında halat yardımıyla irtifa kontrol istasyonuna bağlı bulunması,
- Temelde gövdeyi demirlemek, gövde üzerindeki görev yükünün enerjisini ve veri transferini sağlamak amacıyla halatın kullanılması,
- Gövdeye bağlı halatın gerginliğinin ayarlanması ve yükseltme işlemleri için vinç sisteminin kullanıldığı demirleme istasyonunun bulunması,
- Gövde içerisine gaz takviyesi yapmak için otomatik veya manuel olarak gaz boşaltma valflerinin bulunmasıdır.

Ortak olarak bahsedilen temel bileşenlere sahip KGHP sistemleri, görev ve amaca göre alt sistemleri farklılaşabilmektedir. Üzerinde bulunan kamera modelleri, kablo güdümlü hava platformlarının tasarımlarını değiştirmektedir. Gerek kameranın algılama mesafesi bakımından kablo güdümlü hava platformunun irtifasının belirlenmesi, gerekse de kameranın ağırlığı platformun tasarımına direkt etkileyen faktörlerdir.

Kablo GÜdümlü Hava Platformu Alt Sistemleri

Kablo güdümlü hava platformu üzerinde kamera sistemleri haricinde;

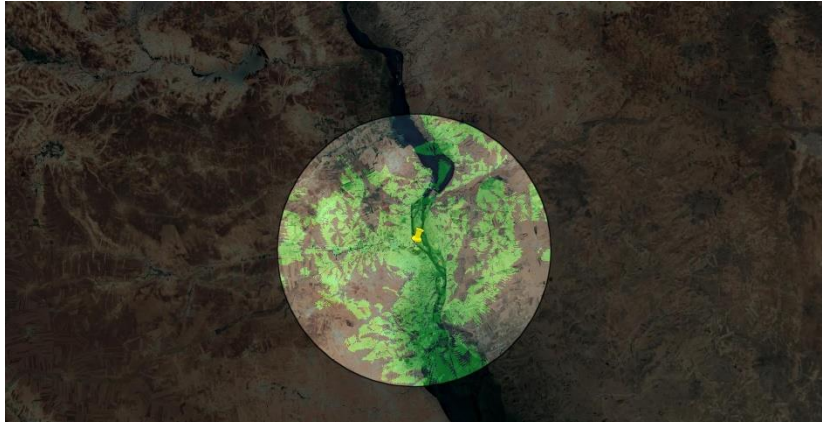
- Güç Dağıtım Ünitesi
- Dönüştürücüler
- Konnektörler
- Patlatma Ünitesi
- Patlatma Ünitesi Bataryası
- Balon Basınç Sensörleri
- Rüzgar Sensörü gibi elektronikler bulunmaktadır.

Hava platformlarının havada stabilitesini sağlayarak irtifasını koruyan ve üzerinde bulunan elektroniklerin beslemesini yapan, data alışverişini kablo yapmaktadır. Aynı halat içerisinde hem elektrik kablosu hem de fiber data kablosu yer almaktadır.

YÖNTEM

İrtifanın ve Kapsama Alanının Belirlenmesi

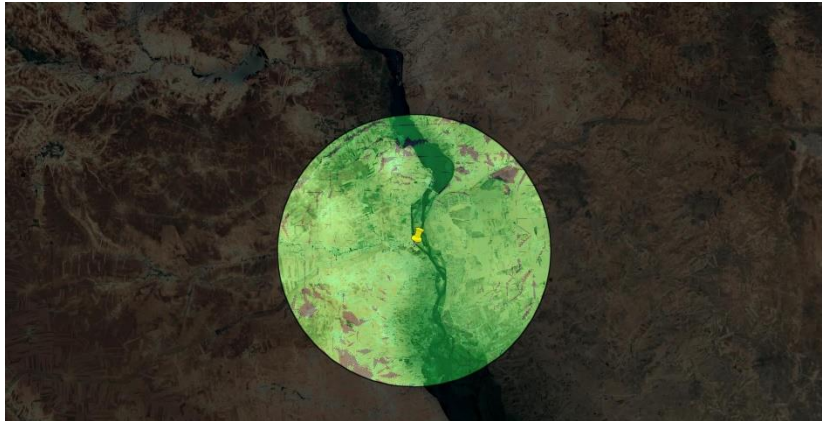
Kablo güdümlü hava platformunun görevini ifa edecekleri lokasyon platformun irtifasını belirlemektedir. Örneğin; dağlık bir bölgede kablo güdümlü hava platformunun irtifası görüntülemeye kör nokta bırakmaması için daha yüksek irtifalarda görevini yapması gerekir. Engebesiz düz bir bölgede ise hava platformunun yüksek irtifalara çıkmasına gerek yoktur. Şekil 4’de farklı 2 bölge için çeşitli irtifalarda 10 km yarıçapında direkt görüş alanları gösterilmiştir.



Şekil 4: 50 metre için direkt görüş alanı

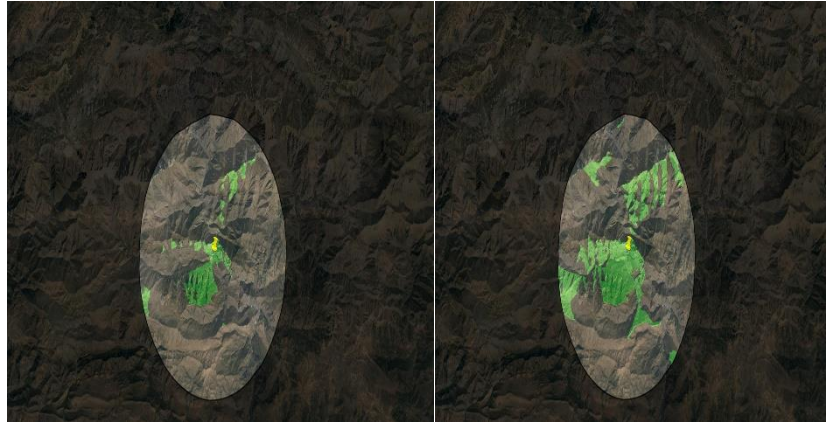
Şekil 4’de bulunan görselde; yeşil alanlar az engebeli bir bölgede 50 metre yükseklikteki bir noktadan direkt görüş alanı bulunan bölgelerdir.

Bu bölge için kablo güdümlü hava platformunun 50 metre irtifada çalışması kör noktaların fazla olmasından dolayı uygun değildir.



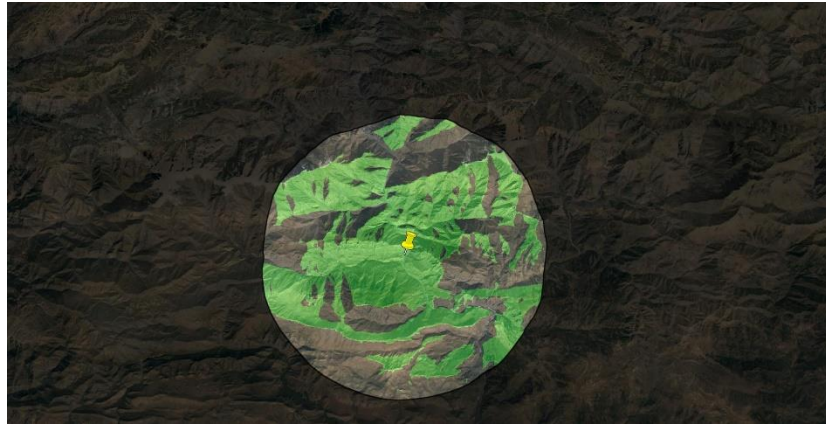
Şekil 5: 400 metre için direkt görüş alanı

Yukarıdaki görselde ise yine az engebeli bir bölgede 400 metre irtifada görüş alanı gösterilmiştir. Kör nokta çok az olduğundan dolayı bu bölge için 400 metre irtifada kablo güdümlü hava platformunun çalışması uygundur.



Şekil 6: 50 ve 400 metre için direkt görüş alanı

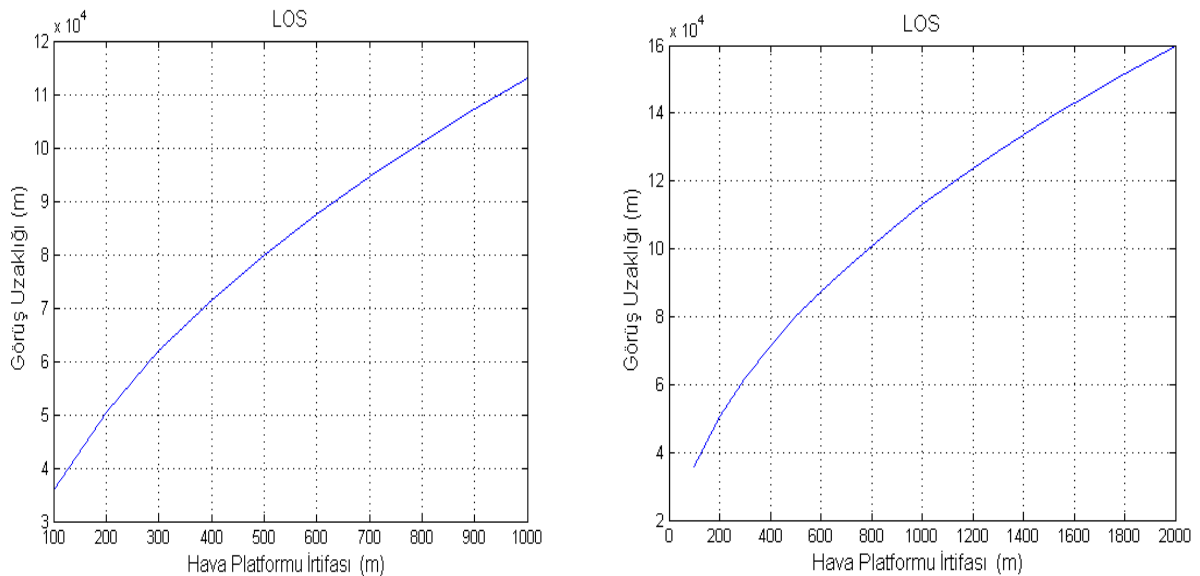
Şekil 6'da ise 50 ve 400 metre için dağlık bir bölgedeki görüş alanları gösterilmiştir. Görsellerde görüldüğü üzere her 2 irtifa için de kör nokta oldukça fazladır. Bu nedenle platformun daha yüksek bir irtifada çalışması gerekmektedir.



Şekil 7: 1500 metre için direkt görüş alanı

Şekil 7'de dağlık bir bölgede 1500 metre irtifa için görüş alanı gösterilmiştir. Görselde görüldüğü üzere platformun dağlık bölge için bu irtifada çalışması uygundur.

Engebesiz ve dağlık bölgeler için en uygun irtifada görevini ifa eden platformların görüş hattı (LOS – Line of Sight) grafikleri şekil'8'de verilmiştir.



Şekil 8: 400 ve 1500 metre için LOS

İrtifaya Göre Görev Yükünün Belirlenmesi

Engebesiz bölgede 400 metre irtifada görevini ifa eden kablo güdümlü hava platformu için Şekil 5'de 10 km'lik yarıçapta görüş alanı gösterilmiştir. Arazi genel olarak engebesiz ve görüş alanı içerisinde bulunduğundan dolayı 20 km'lik bir görüş menzile sahip kamera bu platform için idealdir. Bu platform için kamera modelleri Tablo 2'de belirtilmiştir. Bu kamera modellerine göre getir götür analizi yapılmıştır. Getir götür analizi için ilk olarak problem belirlenir. Burada problem 20 km görüş menzili sağlayan, minimum kütleli olan ve 7/24 görevini icra edebilecek bir görev referans alınarak belirlenmiştir. Bununla ilgili olarak kamera modelleri için firmalarda hazır olarak bulunan ürünler incelenmiştir. Güç tüketimi, kütle, görüş menzili gibi kriterlere göre listelenmiştir. Her bir değerlendirme kriteri için toplam olarak 1'e tamamlayacak şekilde değerlendirme kriterlerinin birbirlerine göre önem sırasına göre ağırlık faktörleri belirlenmiştir. En yüksek puanı alan model bu görev için platform üzerinde kullanılması üzere seçilmiştir.

Tablo 2: 400m için Kamera Modellerinin Kıyaslanması

Firma		Aselsan		CONTROP		FLIR		L3HARRIS	
Görsel	PUAN		PUAN		PUAN		PUAN		Ağırlık Katsayısı
Model Adı		CATS		İSky-30HD		Star SAFIRE 380-HD		WESCAM MX-15	
Kamera Özelliği	6	HDTV Kamera Çözünürlüğü: 1920x1080 Kapsama Açıları: Yükseliş +20° ile - 120° arası Yanca 360° sürekli	6	HD Kamera Çözünürlüğü: 1920x1080	7	HD Kamera 720p/1080p HD ve NTSC/PAL Kapsama Açıları: +30° ile -120° arası Yanca 360° sürekli	9	HD Kamera 1920x1080 Kapsama Açıları: +90° ile - 120° arası Yanca 360° sürekli	0.1
Menzil	9	30 km'ye kadar	9	18 km	9	30 km'ye kadar	10	20 km	0.3
Boyut	5	437mm x 519,5mm	9	305mm	8	380mm x 475mm	8	393,7mm x 481,33mm	0.1
Ağırlık	5	59kg	10	21kg	8	45.4kg	8	43,2kg	0.4
Çalışma Sıcaklığı	9	-54°C ile +50°C arası	7	?	8	-40°C ile +55°C arası	7	?	0.1
Güç Tüketimi	7	?	7	?	7	280W	7	280W	0.1
Toplam Skor		7.4		9.6		8.9		9.3	1.0

Hava platformu üzerinde yer alacak kamera tedarikçileri araştırılmış ve platform için uygun olabilecek 4 ürün incelenmiştir. Bu ürünlerin teknik özelliklerinin yer aldığı bir tablo oluşturulmuş ve getir götür analizi yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda en yüksek puanı kamera sistemi CONTROP firmasının İSky-30HD adlı ürünü almıştır.

Dağlık ve engebeli bölgede 1500 metre irtifada görevini ifa eden kablo güdümlü hava platformu için Şekil 7'de 10 km'lik yarıçapta görüş alanı gösterilmiştir. Kablo güdümlü hava platformlarının görev yaptıkları irtifa arttıkça halata binen yük artacak ve görev yükü kapasiteleri azalacaktır. Bu nedenle maksimum 1500 metre irtifaya çıkarılması hedeflenmiş ve üzerinde çalışılmıştır. Şekil 7'de de görüldüğü üzere platformun 1500 metre irtifaya çıkarılması senaryosunda dahi yarıçapın iç kısımlarda ve sınır noktalarda kör noktalar gözükmemektedir. Bu nedenle 10 km görüş menzili sağlayabilen kamera bu platform için idealdir. Bu irtifa için kamera modelleri Tablo 3'de belirtilmiştir. Yine bu kamera modellerine göre getir götür analizi yapılmış ve problem olarak 10 km görüş menzili sağlayan, minimum kütleli olan ve 7/24 görevini icra edebilecek kamera modelleri üzerinde durulmuştur. Firmaların ürünleri incelenmiş ve 400 metre irtifa için seçilen kamera modellerinde olduğu gibi çeşitli değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. En yüksek puanı alan model bu görev için platform üzerinde kullanılması üzere seçilmiştir.

Tablo 3: 1500m için Kamera Modellerinin Kıyaslanması

Firma		DST		CONTROP		FLIR		L3HARRIS	
Görsel	PUAN		PUAN		PUAN		PUAN		Ağırlık Katsayısı
Model Adı		OTUS U-250		İSky-20HD		Star SAFIRE 380-HD		WESCAM MX-10	
Kamera Özelliği	9	HD Kamera Çözünürlüğü 1920x1080	9	HD Kamera Çözünürlüğü: 1920x1080	7	HD Kamera 720p/1080p HD ve NTSC/PAL Kapsama Açıları: +30° ile -120° arası Yanca 360° sürekli	9	HD Kamera 1920x1080 Kapsama Açıları: +90° ile - 120° arası Yanca 360° sürekli	0.1
Menzil	10	12km	9	15 km	8	30 km'ye kadar	8	20 km'ye kadar	0.3
Boyut	8	254mm x 383mm	9	240mm	6	380mm x 475mm	7	260mm x 355mm	0.1
Ağırlık	9	12kg	10	10.7kg	5	45.4kg	7	17.3kg	0.4
Çalışma Sıcaklığı	7	-40°C ile +50°C arası	7	?	8	-40°C ile +55°C arası	7	?	0.1
Güç Tüketimi	7	70W	7	?	7	280W	7	?	0.1
Toplam Skor		9.7		9.9		7.2		8.2	1.0

Hava platformu üzerinde yer alacak kamera tedarikçileri araştırılmış ve platform için uygun olabilecek 4 ürün incelenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda en yüksek puanı kamera sistemi CONTROP firmasının İSky-20HD adlı ürünü almıştır.

Ağırlığa Göre Platform Optimizasyonu

400 metre irtifa ve 1500 metre irtifada görevini ifa edecek hava platform hacmi hesaplanırken üzerine binen yüklerin ağırlığı hesaplanır. Her 2 irtifa için de kameraların modelleri ve ağırlıklarına göre elektroniklerin ve halatın ağırlığı belirlenmiştir.

400 metre için kablo ağırlığı;

Elektrik kablosu (yüksek mukavemetli bakır – $8,92 \frac{g}{cm^3}$)

$$\frac{4}{3} * \pi * (\text{yarıçap})^3 * \text{yoğunluk} * l = m$$

8 mm yarıçap için 7,65 kg kablo ağırlığı çıkmaktadır;

Fiber Kablo (SMF-28e+TM – 100kg/km)

40 kg;

Data pairs (RS-485 – 40kg/km)

16 kg;

Kaplama tabakası (Kevlar – Yoğunluk $1.45 \frac{g}{cm^3}$)

2,4 kg;

400 metre için toplam kablo ağırlığı = $7,65+40+16+2,4=$ **66,05 kg**

1500 metre için kablo ağırlığı;

Elektrik kablosu (yüksek mukavemetli bakır – $8,92 \frac{g}{cm^3}$)

$$\frac{4}{3} * \pi * (\text{yarıçap})^3 * \text{yoğunluk} * l = m$$

8 mm yarıçap için 28,695 kg kablo ağırlığı çıkmaktadır;

Fiber Kablo (SMF-28e+TM – 100kg/km)

150 kg;

Data pairs (RS-485 – 40kg/km)

60 kg;

Kaplama tabakası (Kevlar – Yoğunluk $1.45 \frac{g}{cm^3}$)

9 kg;

1500 metre için toplam kablo ağırlığı = $28,695+150+60+9=$ **247,695 kg**

Tablo 4: 400 – 1500 metre için Hava Platformu Alt Sistem Ağırlıklarının Belirlenmesi

İrtifa	400 metre	1500 metre
Kamera Ağırlığı (kg)	21,0	10,7
Elektronikler Ağırlığı ve gondol (kg)	10,0	10,0
Halatın Ağırlığı (kg)	66,0	247,6
Balon, iç ve dış aparatlar (kg)	50,0	120,0
TOPLAM	147,0	388,3

Ağırlığa Göre Hacim Hesaplama

400 metre için;

$$\frac{\text{Toplam Kütle}}{(\rho_{Air} - \rho_{He})} = \frac{147,05}{(1,17864 - 0,179)} = 147,10295 \text{ m}^3$$

1500 metre için;

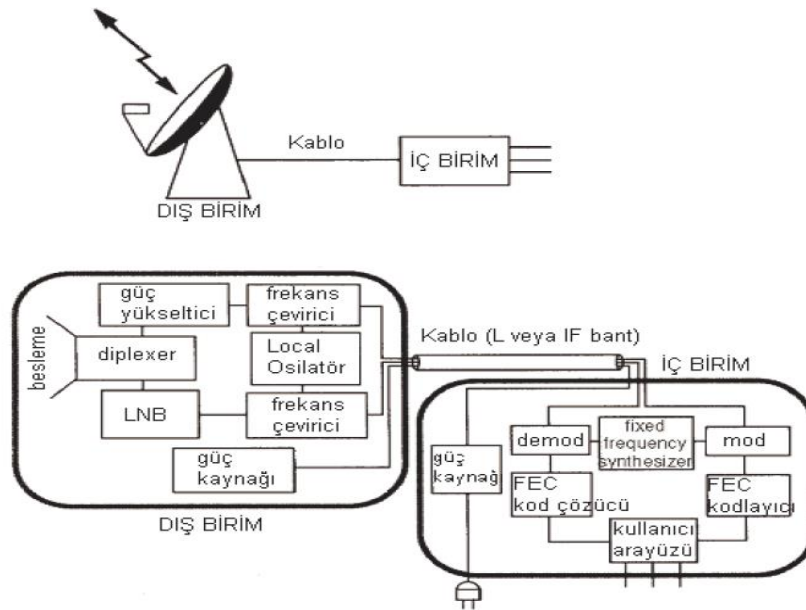
$$\frac{\text{Toplam Kütle}}{(\rho_{Air} - \rho_{He})} = \frac{388,395}{(1,17864 - 0,179)} = 388,5348726 \text{ m}^3 \text{ çıkmaktadır.}$$

1500 metre irtifada fiber ve elektrik kablusunun birlikte kullanımı platforma oldukça fazla yük bindirdiğinden dolayı hesaplanan hacim maksimum çıkmıştır. Bu nedenle 1500 metre irtifa için platform üzerine binen yükü azaltmak için fiber kablo yerine görüntü aktarım anteni kullanılmalıdır.

VSAT İSTASYON DONANIMLARI VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

VSAT istasyonları iç (indoor) ve dış (outdoor) ek donanımlarından meydana gelir. VSAT sistemi küçük çaplı (0,7-2,4 m) antenlere sahip uydu yer istasyonlarıdır. VSAT sistemlerinin ana görevi, “merkez yer istasyonu” (Hub istasyonu) ile coğrafi olarak birbirinden uzak noktalar arasında çift yönlü uydu iletişimi sağlamasıdır. VSAT sistemi; ses, veri, video konferans, internet gibi birçok hizmeti destekler. Günümüzde VSAT sistemlerinde daha çok star(yıldız) topoloji kullanılmaktadır. Terminalden çıkan veri önce merkez istasyona (Hub) inmelidir. Mesh topolojide ise, terminallerden çıkan verilerin Hub’a inme zorunluluğu olmayıp doğrudan başka bir terminale uydu üzerinden gönderilebilir. Dış donanımlar; uydu sinyalini alan ve gönderen uydu anteni, antene gelen sinyalin gürültüsünü bastıran, sinyali kuvvetlendiren ve frekansını düşüren uydu modemine yönlendiren LNB (Low Noise Block),), uyduya gönderilecek sinyalleri uydu frekansına ve anten üzerinden uyduya gönderilecek sinyali kuvvetlendiren donanıma BUC (Block Up Converter), LNB ve BUC ekipmanlarından gelen sinyalleri antene göndermeye ve almaya yarayan üniteye ise FEED adı verilir. FEED’in LNB ve BUC ile bağlantısını OMT adı verilen ünite sağlamaktadır. İç donanım,

VSAT modeminden oluşmaktadır. Dış donanımdan alışı aşamasında, L veya IF frekans bandında gelen sinyal sırası ile demodülasyon, kod çözme, şifre çözme gibi işlemlerden geçerek bilgiyi iletir. Bilgiyi gönderme aşamasında, modem temel bant sinyalini sırasıyla sıkıştırır, şifreler ve daha sonrasında kodlama ve modülasyon işlemlerinden geçirerek sinyali RF ara yüzünden dış donanıma iletir. [Maral, 2003]



Şekil 9: VSAT İç ve Dış Ünite [Maral, 2003]

Kablo güdümlü hava platformları üzerinde bulunan kameradan alınan verilerin askeri karargahlara aktarımı kablolu fiber kablolar ile ve uydu iletişimi kullanılarak yapılabilir. Kablo güdümlü hava platformlarının kullanıldığı bölgelerde genel olarak fiber altyapı bulunmadığından dolayı burada VSAT sistemleri önemli bir faktör olarak devreye girmektedir.

KABLO GÜDÜMLÜ HAVA PLATFORMU VE VSAT SİSTEMİNİN BİRLİKTE KULLANIMIN ASKERİ AMAÇLAR AÇISINDAN AVANTAJLARI

1. *Mobil Olmaları:* Her 2 sistem de taşınabilir sistemlerdir. Askeri amaçlar için kullanıldığında, görev lokasyonu sürekli olarak değişebildiğinden dolayı her 2 sistemin de mobil yani taşınabilir olması büyük önem arz etmektedir.
2. *Kolay Kurulum:* Kablo Güdümlü Hava Platformları gözlem ve keşif görevleri için gözlem uydu platformlarına göre çok kısa sürede operasyonel hale gelebilir. VSAT sistemleri ise uydu kapsama alanındaki fiber altyapının olmadığı kırsal, dağlık gibi birçok bölgelerde çok kısa ve kolay bir şekilde çanak anten montajını takiben basit bir konfigürasyonla birkaç saatte çalışır hale gelebilmektedir.
3. *Yaygın Coğrafya:* VSAT sistemleri sayesinde, karasal bir bağlantıya ihtiyaç duyulmadığından dolayı, uydu kapsama alanında herhangi bir noktada kullanılabilir.
4. *Düşük Maliyet:* Kablo Güdümlü Hava Platformları, benzer askeri görevleri icra edebilecek gözlem uydularına göre daha düşük maliyetlidir.
5. *Görev Yükü konfigürasyonu:* Kablo güdümlü hava platformlarında görev ihtiyacında, görev yükünün arızalanması durumunda balon aşağı indirilip, görev yükü üzerinde değişiklik yapıldıktan sonra tekrardan kaldırılabilir. Bu özellik; değişen teknoloji ve ihtiyaçlara kablo güdümlü hava platformunun uyum sağlayabildiğini göstermektedir.
6. *Süreklilik:* Her 2 sistem de kurulumları yapıldıktan sonra sürekli olarak görevlerini ifa edebilirler.
7. *Stabilite:* Kablo Güdümlü Hava Platformları, havada stabil bir şekilde kalması sayesinde sürekli olarak keşif,gözlem ve takip faaliyetlerini sürdürebilir. Belirtilen lokasyonlarda benzer görevi icra eden İHA ve gözlem uydularına göre bu özelliğiyle daha avantajlı konumdadır.

SONUÇ

Keşif ve gözlem faaliyetlerinde özellikle stabil bir şekilde verilerin alınması ve anlık olarak veri aktarım konusunda uygun sistemler seçilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, askeri amaçlar açısından kablo güdümlü hava platformları ve VSAT sistemlerinden genel olarak çalışma mantığından, alt sistemlerinden bahsedilmiştir. Ayrıca bu 2 sistemin birlikte kullanıldığında askeri amaçlar açısından avantajları anlatılmıştır. Bunun haricinde az engebeli ve dağlık bir bölge için kablo güdümlü hava platformu konsept tasarım aşamaları belirtilmiştir. Kablo güdümlü hava platformları tasarlanırken minimum hacim prensibine göre tasarlanmalıdır. Hava platformu tasarımında birçok parametre kullanılmaktadır. Bu bildiride ilk olarak lokasyona göre irtifa belirlenmiştir. İrtifa belirlendikten sonra menzil ve ağırlık gibi parametreler dikkate alınarak kamera modeli seçilmiştir. Ağırlığa göre platform hacmini hesaplamak için üzerine binen yükler belirlenmiştir. Arşimet ilkesine dayanılarak 400 ve 1500 metre irtifa için platform hacmi hesaplanmıştır. Buradan çıkarılan sonuç; kablo güdümlü hava platformlarını minimum hacim prensibine göre tasarlanması için, platformun üzerine binen yükün az olması gerekmektedir. Bu nedenle ihtiyaca göre az engebeli ve dağlık bölgelerde kör noktaları azaltacak şekilde olabildiğince irtifa düşük seçilmiştir. Dağlık bölgelerde platform irtifası, kör noktaları ciddi şekilde azaltmak için artırılır. Ancak; elektrik ve fiber kablonun birlikte kullanımı platform üzerine çok fazla yük binmesine ve maliyetin artmasına sebep olacağından dolayı bu irtifalarda fiber kablo yerine görüntü aktarım antenleri kullanılmalıdır. Engebesiz ve düz bölgelerde ise kör noktalar çok az olduğundan dolayı irtifa olabildiğince düşük seçilmiştir. Böylece fiber ve elektrik kablo uzunluğu daha az olup, hava platformunun üzerine binen yükün daha az olması sağlanmıştır. Sonuç olarak; bir kablo güdümlü hava platformunun her lokasyonda görevini yerine getirmesi imkansızdır. Bu bildiride yer şekillerinin etkisiyle tasarımlarının birbirlerine göre farklılıkları ele alınmıştır.

Kaynaklar

- Amendola, G., Boccia, L., Massa, G. ve Pace, P., 2007. GPS Solutions Journal, Cilt.12, s.163-171
- G, Khoury., 1999., *AIRSHIP TECHNOLOGY*
- G, Maral., 2003., *VSAT Networks Second Edition*
- Moomey, E., 2005. *Technical Feasibility Of Loitering Lighter-Than-Air Near-Space Maneuvering Vehicles*, Yüksek Lisans Tezi, Air Force Institute Of Technology, ABD
- Flexwala, A., Manvi, S., Singh, A., 2005., Journal Indian Institute of Science, Cilt.85, s.183-193
- U.S. Department of Homeland Security, *Tethered Aerostat Systems Application Note*, 2013
- Yücel, Ş., 2019. *Acil ve Afet Anında Kablo Güdümlü Alçak Hava Platformunun Haberleşme Amaçlı Kullanımının Değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi
- <http://www.allsoopp.co.uk/>, “Son Erişim: 1 Mart 2020”
- <https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/turksat-vsatsat>, “Son Erişim: 5 Mart 2020”
- <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/elektro-optik-sistemler/hava-platforumu-elektro-optik-sistemleri/cats-common-aperture-targeting-system>, “Son Erişim: 15 Mayıs 2020”
- <https://www.dst.se/27-products/gimbal/otus-u250/49-otus-u250>, “Son Erişim: 15 Mayıs 2020”
- <https://www.controp.com/category/long-range-payloads/>, “Son Erişim: 15 Mayıs 2020”
- <https://www.flir.com/products/star-safire-380-hld/>, “Son Erişim: 16 Mayıs 2020”
- <https://www.wescam.com/products-services/airborne-surveillance-and-reconnaissance/mx-15/>, “Son Erişim: 16 Mayıs 2020”