

KABLO BAĞLANTILI İNSANSIZ HAVA ARACI ÇÖZÜMLERİ

Doğanç Küçük¹

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiler ile İnsansız Hava Aracı (İHA) sistemlerinin sivil ve askeri kullanımı hızla artmaktadır. Havadan görüntüleme ve veri toplama uygulamalarında özellikle döner kanat yapısında olan İHA sistemleri ("dron"), havada asılı kalabilme, dikey kalkış ve iniş gerçekleştirebilme gibi özellikleri sayesinde sabit kanatlı sistemlere göre çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Sağladığı bu avantajların yanında, düşük havada kalma süresi dezavantajı sebebi ile taktiksel alanlarda kullanım alanları kısıtlıdır. Mevcut teknolojiler ile, döner kanat İHA'ların uçuş süreleri 30-60 dakika arasında değişiklik göstermektedir. Özellikle iletişim röle uygulamaları, geniş alan gözetleme sistemleri, trafik gözlemi gibi uygulamalarda uzun süreli operasyon ihtiyacı sebebiyle döner kanat İHA'lar kullanılamamakta ya da kısıtlı olarak kullanılmaktadır.

İHA'ların diğer bir gereksinimi ise iletişim ihtiyacıdır. Operatör ile kurulan kablosuz iletişim ağı üzerinden veri (algılayıcı, görüntü, kontrol, telemetri) iletişimi sağlanmaktadır. Özellikle sinyal kesicilerin kullanıldığı ortamlarda (askeri uygulamalar, miting, toplantı, vb.) İHA'ların kullanımı için sinyal kesicilerin kapatılması güvenlik açıkları yaratmaktadır. Diğer taraftan da kablosuz veri bağlantısı ile yüksek boyutlu veri aktarımı olanağı olmadığından, özellikle görüntü verileri sıkıştırılarak kullanılmaktadır. Geniş alan gözetleme yazılımları gibi yüksek çözünürlüklü veri gereksinimi olan uygulamalarda da kullanımı zorlaşmaktadır. Kablosuz iletişimin sızmalara karşı güvenli olması amacıyla da şifrelemeler kullanılmaktadır fakat %100 güvenlik sağlanamamaktadır. Operasyonlar için Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemlerine (GNSS) gereksinim duyuyor olması, kapalı alanlarda ve GNSS sinyallerinin karıştırıldığı ortamlarda kullanımlarını zorlaştırmaktadır.

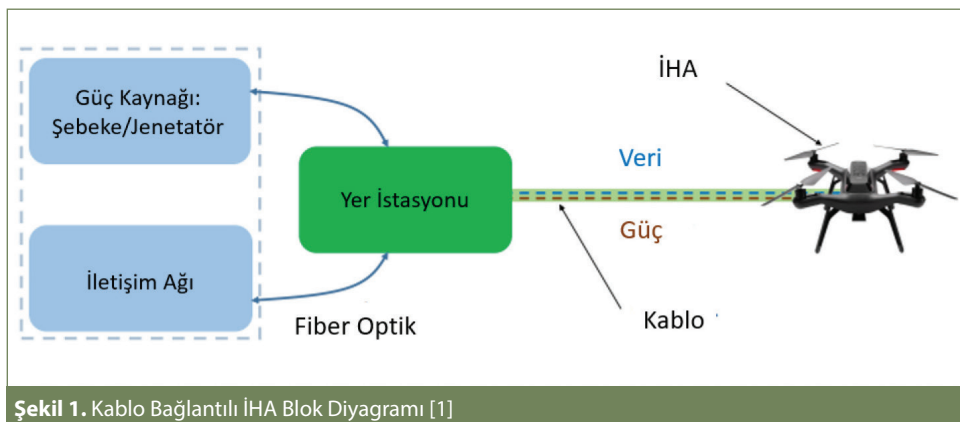
¹ Mekanik Mühendisi, Robonik Mekanik Teknolojileri - doganc@robonik.com.tr

2. ÇÖZÜM – KABLO BAĞLANTILI İHA (K-İHA) SİSTEMLERİ

K-İHA (kablo bağlantılı insansız hava aracı) çözümleri, ana hatları ile döner kanat sistemlerinin sahip olduğu avantajları kullanan ve diğer hava taşıtlarına göre düşük olan havada kalma süresini arttırmak için yer birimi ile kablo bağlantısı kullanarak veri ve güç transferi sağlanması temeline dayanmaktadır. K-İHA sistemleri kablo yönetimi, enerji ve veri transferi gibi işlemlerin gerçekleştirildiği yer istasyonuna (Yİ) sahiptir. Yer istasyonu ve İHA arasında enerji ve veri olmak üzere iki ara yüz bulunur [1].

Enerji hattı, Yİ ile İHA arasında kablo bağlantısı ile İHA'nın uzun süre operasyonlarında gerekli güç ihtiyacını sağlamak amacıyla kullanılır. K-İHA'nın temel güç ihtiyacının en büyük bölümü motorlar ve itki sistemi, kontrol elektronikleri ve faydalı yük gereksinimlerinden oluşmaktadır. Uzun bir kablodan yeterli gücün geçirilmesi, kablonun direnci sebebiyle iletim kayıplarına neden olur, kablo kalınlığı artırılarak iletim kayıpları düşürülebilir fakat kablo bağlantısının kalınlığı; sürüklenme ağırlığını ve kablonun ağırlığını da yükseltecektir. Gerekli güç ihtiyacını karşılayarak iletim kayıplarını ve kablo ağırlığını düşük tutan tek geçerli seçenek kablodan yüksek gerilim ile aktarımı sağlamak ve istenilen seviyelere güç dönüşümünü İHA içerisinde gerçekleştirmektir [2].

Veri iletim hattında da fiber optik kablolar, kablolu iletişim metotları ve elektrik hattı üzerinden haberleşme yöntemleri kullanılmaktadır. Diğer taraftan, güç ve veri kablolarının operasyonel olarak kullanımı amacıyla kablo gerilimi ölçen algılayıcılar ile geri beslemeli makara sistemleri kullanılmaktadır. K-İHA blok diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kablo Bağlantılı İHA Blok Diyagramı [1]

Halihazırda ticari olarak temin edilebilen K-İHA çözümleri, sert hava koşullarına dayanma kabiliyeti kanıtlanmış olarak, günlerce kesintisiz çalışma ile havada kalabilmektedir. Ağırlığından dolayı, kablo uzunluğu (irtifa) tipik olarak sınırlıdır ve genellikle 80-150 metre arasında değişmektedir [3].

3. UYGULAMA ALANLARI

Son yıllarda K-İHA sistemlerinin kullanım alanları gittikçe artmaktadır. Bu artışın temel sebebi, K-İHA sistemlerinin çeşitli operasyon türlerinde serbest İHA'lara göre çeşitli avantajlarının olmasıdır.

- **Uçuş süresi:** Döner kanat tipinde serbest İHA sistemlerinin uçuş tavanında operasyon süresi, ortalama olarak 30 dakika, toplam uçuş süreleri de 30-60 dakika arasındadır. Bu durum, sürekli gözlem ihtiyacı olan ya da batarya birimini değiştirip kalkış ortamının uygun olmadığı uygulamalar için sorun teşkil etmektedir.
- **Güvenlik:** Festivaller, doğal acil durumlar, kalabalık izleme vb. gelişen durumlarda, havadan gözlem imkanı güvenlik vb. açısından önemlidir. Ancak, gelişmiş teknolojilerine rağmen, İHA'larda kazalar meydana gelir. Buna karşılık, kablo bağlantılı İHA sistemleri, İHA'nın uçup yaralanmaya neden olacağı bir durumu önler. Ticari ürün olan K-İHA sistemlerinin sahip oldukları yedek batarya sistemleri, güç ve elektrik kesintisi gibi durumlarda İHA'nın güvenli bir şekilde inişini sağlamaktadır.
- **Kullanım kolaylığı:** K-İHA'lar statiktir ve kullanıcılara bir düğme ile durumsal farkındalık sunmaktadır. Başka bir deyişle, operatör için gelişmiş İHA uçuş becerilerine ihtiyaç yoktur.

- **Yasal izinler:** Birçok ülkede K-İHA sistemleri, sivil havacılık otoritelerinin İHA operasyonlarını düzenlediği mevzuat ve talimatların dışındadır. Ülkemizde de Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA) kapsamını belirleyen Madde-2'de, yere veya herhangi bir platforma bağlı olan insansız balon ve benzeri

sistemler, kapsam dışında olarak tanımlanmıştır [4].

- **Kesintisiz iletişim:** K-İHA sistemlerinde veri aktarımı kablo üzerinden ya da ayrı bir fiber optik hat üzerinden sağlandığından, sinyal kesiciler ("jammer") ve şehir içerisindeki kablosuz sinyal yoğunluğundan etkilenmez. Fiziki müdahale olmadan veri hırsızlığı yapılamaz. Kablosuz iletişim sistemlerine göre daha yüksek miktarda veri aktarımı sağlanabilir.
- **GNSS ihtiyacı:** K-İHA sistemleri sınırlı bir alanda ve irtifada kullanım sağlamaktadır, bu amaçla mevcut ticari ürünlerde görüntü işleme yöntemleri ve kablo pozisyonu kullanılarak GNSS sistemleri kullanılmadan otomatik pozisyon sabitleme, kalkış ve iniş işlemleri gerçekleştirilebilmektedir [5].

K-İHA sistemleri, sahip oldukları avantajların yanında ciddi bir dezavantaja sahiptir, bu da sınırlı operasyon alanı ve tavanıdır. Sistem yer birimine bağlantılı olması gerektiğinden kablo uzunluğunun izin verdiği ölçüde hareket izin vermektedir. Bu dezavantajın önüne geçebilmek amacı ile araçlarla bütünleşmiş kablo bağlantılı İHA sistemleri üreticiler tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemler görsel ve GNSS verisi ile bağlı oldukları aracı takip etmektedirler. Şekil 2'de kablo bağlantılı İHA araç takip sistemlerine bir örnek gösterilmektedir.



Şekil 2. Kablo Bağlantılı İHA Araç Takip Sistemi [6]

K-İHA sistemleri askeri bölgelerde, aşağıdaki kullanım alanlarında kullanılmaktadır;

- **Sınır gözetleme:** Coğrafi genişlik, doğal arazi sınırları, tartışmalı bölgenin çatışmadan kaçınan doğası ve çok daha fazlası göz önüne alındığında, sınır güvenliği zor

ve kritik bir hale gelmektedir. Bu kapsamda sürekli gözlem imkânı sağlayan K-İHA'lar erken tehdit tespiti, dost düşman ayrımı, kaçakçılık, kaçak giriş erken uyarı sistemi gibi birçok avantaj sağlamaktadır.

- **Taktiksel iletişim:** K-İHA sistemleri kablo üzerinden veri iletişimi sayesinde sızmalara karşı güvenli olduğundan, askeri iletişiminin sağlanması için iletişim rölelerinin faydalı yük olarak kullanıldığı operasyonlar mevcuttur.
- **Anti İHA sistemleri:** Mevcut anti İHA sistemleri, görsel, radyo iletişim alıcıları ve radarlar kullanılmaktadır. K-İHA sistemleri ile bu tip algılayıcılar ve radarların menzilin artırılması mümkündür. Şekil 3'te İHA tespit sistemi amaçlı 30x EO ve termal kamera gimbal, anti İHA radarı ve askeri tip radyo rölesi faydalı yüklerine sahip K-İHA gösterilmektedir.



Şekil 3. İHA Tespit Amaçlı Kablo Bağlantılı İHA Sistemi [7]

K-İHA sistemleri sivil hayatta ve endüstriyel ortamlarda, aşağıdaki alanlarda kullanılmaktadır;

- **Yangın, ilk yardım, doğal afet:** Müdahale ekiplerinin, tehlikeleri gerçek zamanlı olarak gözlemesi ve etkilenenleri tespit etmesine yardımcı olurken, olumsuz hava koşullarından etkilenen, erişilemeyen alanların doğrudan görünümünü de sunarlar. Bu aynı zamanda, uygun bir müdahalenin koordine edilmesine de yardımcı olur. Şekil 4'te itfaiye kullanımı amaçlı K-İHA gösterilmektedir.
- **Telekomünikasyon:** K-İHA sistemleri, hücresel, yüksek frekanslı radyo, Wi-Fi ve 4G/5G sinyallerini yayan, geçici ya da kalıcı geniş aralıklı ağlar oluşturabilir.
- **Görüntüleme, haber üretimi vb.:** K-İHA sistemleri, konser, spor müsabakaları vb. gibi kalabalık alanlarda yüksek çözünürlüklü güvenli ve gecikmesiz görüntü sağlamaktadır.



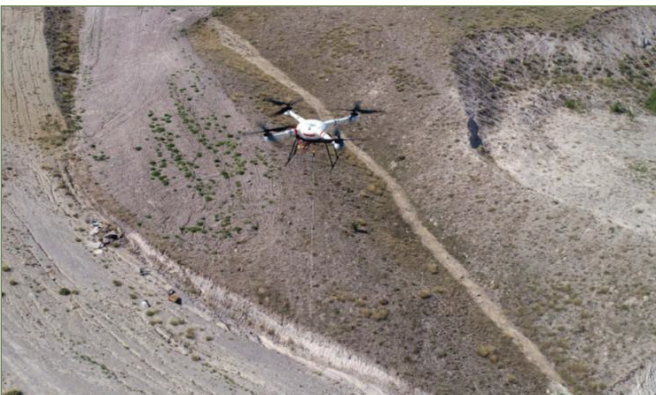
Şekil 4. İtfaiye Kullanımı Amaçlı Kablo Bağlantılı İHA Sistemi [8]

K-İHA sistemlerinin, askeri ve sivil kullanımlar için bahsedilen kullanım alanları dışında, araç güdümlü ya da sabit kullanım özellikleri sebebiyle, trafik gözlemi, tarım ve hayvancılık uygulamaları gibi farklı kullanım alanları da mevcuttur.

4. SONUÇ

K-İHA sistemlerinin kullanımı ülkemizde ve dünyada gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Dünyada Elistair, Hoverfly, Easy Aerial, Fotokite ve Zenith Aerotech firmalarının kullanıma hazır çözümleri bulunmaktadır [6-10]. Ülkemizde ise Otonom Teknoloji ve Robonik Mekatronik Teknolojileri gibi firmalar K-İHA sistemleri geliştirmektedir [11-12]. Geliştirilen sistemlerden bir örnek Şekil 5'te gösterilmiştir. İHA ile tümleşik kablo bağlantılı sistemlerin yanı sıra, ticari İHA'lar ile uyumlu kablo bağlantılı İHA dönüşüm sistemleri de piyasada bulunabilmektedir.

Özellikle araç ve gemi entegre çözümlerin geliştirilmesi, kablo bağlantılı İHA sistemlerinin sınırlı olan hareket alanı sorununa çözüm getirmektedir. Diğer taraftan İHA



Şekil 5. Ülkemizde Geliştirilen Kablo Bağlantılı İHA Örneği [11]

sistemlerinin gelişen teknolojileri ile, kablo bağlantılı İHA sistemleri günlerce sürebilecek operasyonlar gerçekleştirilebilmektedir.

Serbest İHA sistemleri için 2-4 saat arasında uçuş sürelerine ulaşılabilen benzin jeneratörlü ya da hidrojen jeneratörlü sistemler mevcut olsa da, bu sistemler yanabilen, patlayabilen yapıları sebebiyle geniş kullanım alanları bulamamaktadır. Serbest İHA sistemleri için yeni nesil batarya ve itki sistemleri geliştirilene kadar kablo bağlantılı sistemler ciddi bir seçenek olarak artarak kullanılacaktır.

KAYNAKÇA

1. **Kishk, M.A., Bader, A., Alouini, M.S.** 2020. "Aerial Base Stations Deployment in 6G Cellular Networks using Tethered Drones: The Mobility and Endurance Trade-off", IEEE Vehicular Technology Magazine, cilt 15, sayı 4, sayfa 103-111.
2. **Lynn, A.** 2020. "Design guide to powering tethered UAVs", <https://www.electronicsspecifier.com/industries/robotics/design-guide-to-powering-tethered-uavs/>, (son erişim tarihi: 19.08.2020).
3. **Kishk, M.A., Bader, A., Alouini, M.S.** 2020. "On the 3-D Placement of Airborne Base Stations Using Tethered UAVs", IEEE Transactions on Communications, cilt 68, sayı 8, sayfa 5202-5215.
4. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, "İNSANSIZ HAVA ARACI SİSTEMLERİ TALIMATI (SHT-İHA)", http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/talimatlar/2020/SHT-İHA_Rev-04.pdf, (son erişim tarihi: 12.07.2020).
5. **Tognon, M., Dash, S.S., Franchi, A.** 2016. "Observerbased control of position and tension for an aerial robot tethered to a moving platform", IEEE Robotics and Automation Letters, cilt 1, sayı 2, sayfa 732-737.
6. Easy Aerial, <https://www.easyaerial.com/>, (son erişim tarihi: 01.10.2021).
7. Zenith Aerotech, <https://zenithaerotech.com/>, (son erişim tarihi: 01.10.2021).
8. Fotokite, <https://fotokite.com/>, (son erişim tarihi: 01.10.2021).
9. Elistair, <https://elistair.com/>, (son erişim tarihi: 01.10.2021).
10. Hoverfly, <https://hoverflytech.com/>, (son erişim tarihi: 01.10.2021).
11. Robonik Mekatronik Teknolojileri, <http://www.robonik.com.tr/>, (son erişim tarihi: 01.10.2021).
12. Otonom Teknoloji, <https://www.otonomteknoloji.com/>, (son erişim tarihi: 01.10.2021).