

MİKRO HAVA ARAÇLARI

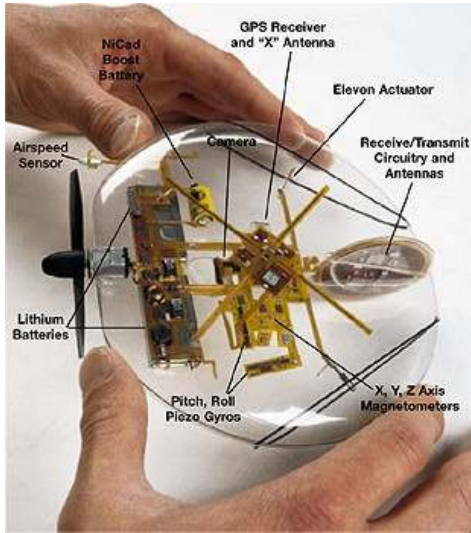
UHUM-MEDAK

1. 1. Giriş

Mikro hava araçları gibi uç bir konu, öncelikle havacılık teknolojilerindeki en son gelişmeleri hiç kaçırmadan takip eden meraklıları ilgilendirecektir muhakkak. Ancak, özellikle yazıya dahil edilen tarihçe bölümü ile, inovasyon sistemleri, bilim ve teknoloji politikaları, hatta belki bilim tarihi/felsefesi gibi alanlarla ilgilenenlere de hitap etme amacı güdüldü. Bir ileri teknoloji ihtiyacının ortaya çıkışı, bu teknolojinin bir hedef olarak belirlenişi, projelerin netleşmesi ve araştırmalara geçilmesi aşamaları, bir “durum çalışması”na konu olabilecek ayrıntılar içeriyor.

2. 2. Tanım

En uzak iki noktası arasındaki uzunluğu 15 cm’den büyük olmayacak şekilde üretilmesi için üzerinde araştırmalar sürdürülen yeni nesil uçaklara “mikro hava aracı” ya da “MHA” denilmektedir. Bunlara mikro-İHA (Unmanned Air Vehicle, İnsansız Hava Aracı) ya da mikro-UHA (Remotely Piloted Air Vehicle, Uzaktan Kumandalı Hava Aracı) denildiği de görülmektedir [2]. Ancak, kimi benzer özelliklere sahip olsalar da MHA’lar su ana kadar üretilen en küçük İHA ya da UHA’lardan en az bir mertebe daha küçük olacaktırlar [6]. Ayrıca MHA’ların uzaktan kumanda edilenleri de denenmesine rağmen asıl amaç bunların “kendi kendine kumanda” eder hale gelmesidir.



Şekil 1. Otonom hareket edebilen bir MHA.

Pek çok havacılık ve uzay teknolojisinin olduğu gibi MHA’ların da esas olarak askeri alanlarda kullanılması öngörülüyor. Ancak bunun dışındaki alanlarda da MHA’lardan yararlanılması mümkün görünüyor. Örneğin, zararlı böceklerin öldürülmesinde, kimyasal bulutların emisyonunun ölçülmesinde, afetlerden sonra hayatta kalanların yerlerinin belirlenmesinde, vahşi hayvan sürülerinin izlenmesinde, tarım arazilerindeki azot konsantrasyonunun ölçülmesinde, yanan binalarda mahsur kalanlara ulaşılmasında MHA’lar kullanılabilir [1,5]. Uçak kazalarından oyuncaklara dek MHA’larla ilgili pek çok senaryo üretilmektedir. Hemen hemen bir el büyüklüğündeki boyutları, kullanım yelpazesini benzersiz bir şekilde genişletiyor.

3. 3. Tarihçe

Bilim-kurgu yapıtları dışında MHA’lardan ilk kez 1990’ların başında bahsedilmeye başlandı. RAND şirketinin mikro sistemler ve MIT Lincoln Laboratuvarı’nın mikro uçucular üzerinde yürüttüğü araştırmaların bir sonucu olarak 1992 yılında bir MHA üretilmesi için çalışmalar başlatıldı. 1995 yılına gelindiğinde bir atölye çalışmasına konu oluşturacak kadar veri toplanmıştı. DARPA (Defense Advanced Research Projects

Agency, Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı) tarafından düzenlenen bu atölyede MHA'ların fizibilitesi incelendi ve hedefler belirlendi. Buna göre bir MHA'nın en büyük boyutu 15 cm'den küçük toplam ağırlığı ise 4 ounce'tan az olacaktı. Ayrıca, saatte 20-40 mph hızla uçabilmesi ve 20-60 dk. boyunca havada kalabilmesi gerekiyordu. Tabii ki tüm bunları da makul bir maliyetle gerçekleştirmeliydi [3,6]. Asıl hedef ise bir sinek büyüklüğünde MHA'lar üretmekti.



Şekil 2. Mars'ta kullanılmak üzere tasarlanan MANTA.

Hedeflerin netleştirilmesinin ardından, 1997 yılında çeşitli kurumlara toplam 12 milyon dolar tutarında fon verilerek çalışmalar hızlandırıldı. Aralarında MIT, CalTech gibi üniversitelerin de bulunduğu 6 kuruluş, MHA teknolojisinin çeşitli yönleriyle ilgili araştırmalarını sürdürüyorlar [12]. Çalışmaların sonuç verme aşamasına geldiği bildiriliyor [7,11].

4. 4. Teknik Sorunlar

İlk bakışta küçük bir hava aracı üretmenin oldukça kolay olduğu, halihazırda uçmakta olan herhangi bir uçağın uygun ölçekte küçültülerek üretilmesinin yeterli geleceği düşünülebilir. Ancak sorun ilk bakışta görüldüğünden çok daha karmaşıktır. Malzeme, avyonik, kontrol, itki, aerodinamik, dinamik alanlarının tümünde sorunlarla karşılaşmaktadır.

Şimdi, bu alanlara ilişkin yaşanan sorunlara kısaca değinelim:

4.1 4.1 Aerodinamik

Bir uçağın tasarımında ilk olarak aerodinamik sabitler ve değişkenler dikkate alınmaktadır. Fakat ne yazık ki uçak belli bir orana göre küçüldüğünde aerodinamik değişkenler de aynı oranda küçülmemektedir. Bu durum, kimi uçak/havacılık mühendisleri tarafından "Bir sineğin asla uçamayacağı aerodinamik hesaplarıyla kolaylıkla ispat edilebilir!" şeklinde ironiyle ifade edilmektedir. Bu şu anlama gelmektedir: Büyük bir jet uçağının aerodinamik özelliklerinin hesaplanması sırasında akışkanların hareketini tanımlayan Navier-Stokes denklemlerinde büyük Reynolds sayısına (Re) göre yapılan kimi sadeleştirmeler, MHA boyutları söz konusu olduğunda artık geçerli değildir.

Ayrıca, MHA'ların boyutları minimuma indirilirken, kaldırma yüzeyinin maksimize edilebilmesi için kanat eni ve boyu birbirine yakın seçilmektedir (yani $AR \approx 1$). Bu nedenle kanadın "stall" hücum açısı (α_{stall}) yükselmekte, kaldırma kuvvetinin katsayısı (C_L) ile α arasındaki ilişki de nonlineer hale gelmektedir [9]. (Bu yönleriyle MHA'lar delta kanatlı uçaklara benzemektedirler.) Bu etken de hesaplamaları güçleştirmektedir.

MHA tasarımında karşılaşılan bir diğer sorun ise, bu uçuş rejimi için yeterli deney verisinin olmayışıdır. Araştırmacılar yıllardır yüksek Re ve düşük AR 'ye sahip uçaklara yoğunlaştıklarından, bu aralıkta bir boşluk oluşmuştur. $Re < 150\ 000$ iken Navier-Stokes denklemlerinin tamamıyla vizkos olması nedeniyle, bu rejimde tam analitik/teorik çözümler henüz hazır değildir. Günümüz bilgisayar teknolojisi ise, sayısal akışkanlar dinamiği yöntemleri kullanılarak bu denklemlerin hızla çözülmesine olanak tanımamaktadır [8].

MHA tasarımcıları, bu boşluğu telafi için bir yandan deneysel çalışmalara hız kazandırırken bir yandan da daha önce kuş ve böcek uçuşu konusunda yapılan çalışmalarını incelemişlerdir [11]. Ortaya çıkan "sineksi" tasarımlar, bu incelemelerin oldukça yararlı olduğunu göstermektedir...

4.2 4.2 İtki

İstenen boyutlarda bir MHA başarıyla tasarlanabilse bile bunun uçması için gereken gücün nasıl üretileceği ciddi bir sorundur. Yani, havacılık sanayii, Wright kardeşlerin yaklaşık 100 yıl önce karşılaştıkları sorunla bir kez daha karşı karşıyadır: Yeterince hafif bir güç kaynağı bulmak!

Öncelikle belirtilmelidir ki, bataryalar, birkaç dakikadan uzun süren uçuşlar için çok ağırdır. O nedenle, yeni ve hafif bataryalar bulunmadığı sürece, itki için pil kullanılması olanaksızdır [5].

Fotoelektrik malzemeyle kaplanan kanat fikri de çok cazip değil. Çünkü, bu boyutlardaki bir uçan aracın, kanat çırpma ya da elektronik aksamı çalıştırmak için yeterli ışığı toplayacak kanat yüzeyi yoktur [11].

Piezoelektrik motorlardan güç elde edilmesi de çok verimli bir sonuç sağlamamaktadır: Çünkü bunların aktif hale getirilmesi için de elektriğe ihtiyaç vardır.

Ağırlık sorununu ortaya çıkmadan yok etmek isteyen kimi araştırmacılar gücün MHA dışında sağlanması fikrini ortaya attılar: Bu fikre göre, bir anten aracılığıyla mikro dalga ışın demeti gönderilerek MHA'ya enerji verilecek [2]. Bu yöndeki çalışmalar bir yandan sürse de, pek çok uzman MHA için gereken enerjinin MHA'nın kendi bünyesinde üretilmesi gerektiği konusunda hem fikirler.

Halen, MHA'ların güç sorununun MHA içinde çözümü için çeşitli kurumlarda ilginç araştırmalar yürütülüyor. MIT Epstein laboratuvarlarında, bilgisayar çipi boyutlarında bir mikro turbojet geliştirilmesi yönünde araştırmalar sürdürülüyor. Georgia Tech uzmanları ise moleküler dinamik simülasyonlarını kullanarak minik nanojetler'de, yalnızca 200 000 propan molekülü içeren yanma olaylarını inceliyorlar [11].



Şekil 3. Entomopter

4.3 4.3 Avyonik ve Kontrol

Öncelikle hatırlanmalıdır ki, bir yolcu uçağı için ihmal edilebilir boyutlarda olan hava hareketleri bir MHA için hayati önem taşımaktadır. Çünkü bu hava hareketlerinin hızları, neredeyse MHA'ların kendi hızlarıyla aynıdır, hatta daha büyük olması olasılığı da vardır. Ayrıca, sistem küçüldükçe, hareketler de daha beklenmedik/ani bir hal almaktadır. Bu nedenle, MHA'nın bir insan tarafından, uzaktan kontrol edilmesi çok güçtür. İnsan beyni, bu küçüklükte bir makinayı kontrol etmek için gereken reaksiyon hızına sahip değildir. Öyleyse, MHA'ların kendi kendilerini kontrol etmeleri gerekecektir! Henüz büyük uçaklarla ilgili kontrol sorunlarının bile tam olarak aşılamadığı hatırlanacak olursa, bir MHA'nın kontrolü sorununun boyutları daha iyi anlaşılacaktır.

Bu sorunun çözümü için elastik zarlı kanatların kullanılması gündemdedir. Bu kanatların, özellikle kötü hava koşullarında aeroelastik etkileşimi iyileştirerek başarıyı arttıracığı umuluyor [4].

Gündemde olan bir diğer fikir ise, değişik bir kanat tasarımıyla birlikte yönlendirilmiş motor egzosundan yararlanılarak, araca ekstra bir yük oluşturmadan kontrolün kolaylaştırılmasıdır [5].

Kontrol ve avyonik sistemlerinin hafif olması zorunluluğunu ise burada belirtmeye gerek yok sanıyoruz.

4.4 4.4 Yapı

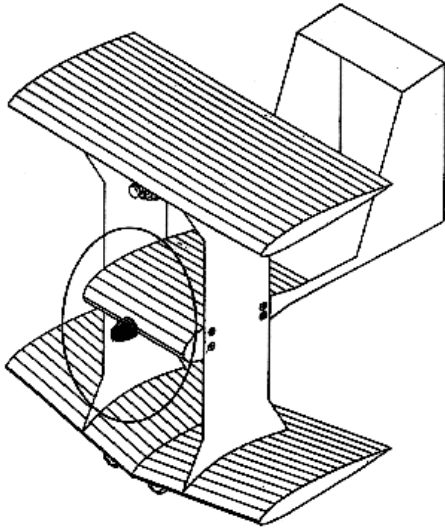
Tüm diğer alanlarda olduğu gibi yapıda da esas sorun ağırlıktır. Malzemenin hafif olması gerekliliği araştırmacıları kompozite

yöneltmiştir. MHA'nın hareket özellikleri dolayısıyla, kanatların özel zar yapıda malzemelerden yapılması ya da kanat çırpan MHA'larda kanatlara binen farklı yüklere malzemenin verdiği tepkilerin incelenmesi tek başlarına birer uzmanlık konusu haline gelmiştir.

5. 5. Son Çalışmalar ve Sonuç

Bir yandan araştırmalar sürerken, bir yandan da—henüz hedeflerden oldukça uzak olunmakla birlikte—giderek daha küçük boyutlarda MHA'lar üretilmektedir.

Yeterli teorik ve deneysel bilginin yokluğunda, yine de pek çok ilginç MHA modeli geliştirilmektedir. Robert Englar'ın Coanda etkisinden yararlanan MHA'sı, Robert Michelson'un böcekimsi “entomoptor”u bunlar arasında sayılabilir [3].



Şekil 4. Skydog.

Ayrıca, her yıl öğrenciler için düzenlenen MHA tasarım yarışmasında da kimi başarılı örnekler rastlanmaktadır [8, 10]. Missisipi State üniversitesi'nden Dr. Masoud Rohani ve öğrencileri tarafından tasarlanarak üretilen Skydog da bunlardan biri.

Araştırmalar bu hızla sürerse, pek yakın bir gelecekte “robot sinekler/kelebekler” gökyüzünde uçmaya başlayacaklar demektir. Bu ilginç hava araçlarının nasıl kullanılacağı ise, bu teknolojiye sahip olanlar tarafından belirlenecek.

6. 6. Kaynakça

- [1] ”What are Micro Aerial Vehicles,” <http://www.aero.ufl.edu/~issmo/MHA/info.htm>, 1998.
- [2] Kuska, Dale, “Micro-UAV’s Possible in near Future,” <http://www.dtic.mil>,
- [3] “Tiny Spies in the Sky,” <http://www.discovery.com>
- [4] “MEMs for Micro Air Vehicles,” <http://www.aero.ufl.edu/>
- [5] Stone, Amy, “Flying into the Future,” <http://www.gtri.gatech.edu>, 1998.
- [6] McMichael, James M. ve Francis Michael S., “MHAs—Toward a New Dimension in Flight,” <http://www.arpa.gov/tto>, 1997.
- [7] BAE Systems, “OAV Capability Statement,” <http://www.arpa.gov/tto/oav/bae-cap.doc>.
- [8] Torres, Gabriel ve Mueller, Thomas J., “Micro aerial Vehicle Development: design, Components, Fabrication and Flight-Testing,” <http://www.nd.edu/~MHA/auvsi/torres.htm>.
- [9] “Micro Aerial Vehicle Research,” <http://www.nd.edu/~MHA/research.htm>.
- [10] “Multidisciplinary Design, Construction, and Flight-Testing of a Very Small Remotely Piloted Reconnaissance Airplane,” <http://www.ae.msstate.edu/~masoud/projects/MHA.html>, 1999.
- [11] “Wilson, Jim, “Micro Warfare,” *Popular Mechanics*, sf. 62-5, Şubat 2001.
- [12] “DARPA Selects Micro Air Vehicle Contractor,” <http://www.defenselink.gov>, 1997.