

Nano ve Mikro İnsansız Hava Araçları



İlk önce bilgisayar çağı, daha sonra internet çağı derken insanlık hızla robotik çağına doğru ilerliyor. Robotik ve otomasyon üzerine en büyük konferans olan IEEE International Conference on Robotics and Automation geçen ay Almanya'da düzenlendi. Geçmişte elektromanyetik dalgaların kâşifi Heinrich Hertz'e ve günümüzün modern otomobillerinin mucidi Karl Benz'e de ev sahipliği yapan Karlsruhe'deki konferansa özellikle bu yıl tüm dünyadan gösterilen yoğun ilgi, yakın bir gelecekte insanlığı ne büyük değişikliklerin beklediğinin önemli bir işareti. Bu yıl düzenlenen konferansa robotların öğrenme yetenekleri, nesnelere tanıyabilme yetenekleri, insansız robotlar gibi klasik konuların yanı sıra özellikle nano ve mikro robotik alanındaki gelişmeler de damga vurdu. Ne de olsa artık günümüzün gelişmiş teknolojisi sayesinde nano ve mikro ölçekli robotların geliştirilmesi ve üretimi gittikçe sıradan bir iş haline gelmeye başladı. Özellikle ABD, Almanya ve Hollanda'da geliştirilen bu tip robotların öncü modelleri son zamanlarda birbiri ardına dünya kamuoyuna tanıtılmaya başlandı. Fakat burada her ne kadar farklı ülkelerdeki farklı farklı projelerden bahsediyor olsak da hepsinin ortak bir özelliği var: Konu üzerine uğraşan bilim insanlarının tüm bunları gerçekleştirirken doğadan ilham alması!

BionicOpter

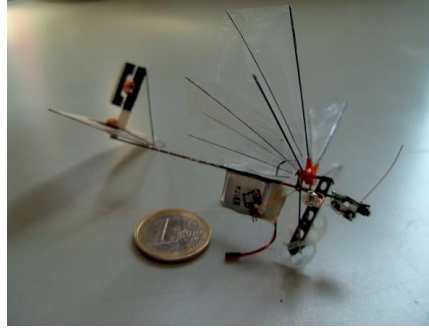


Yeni nesil insansız hava araçları dönemi başlıyor

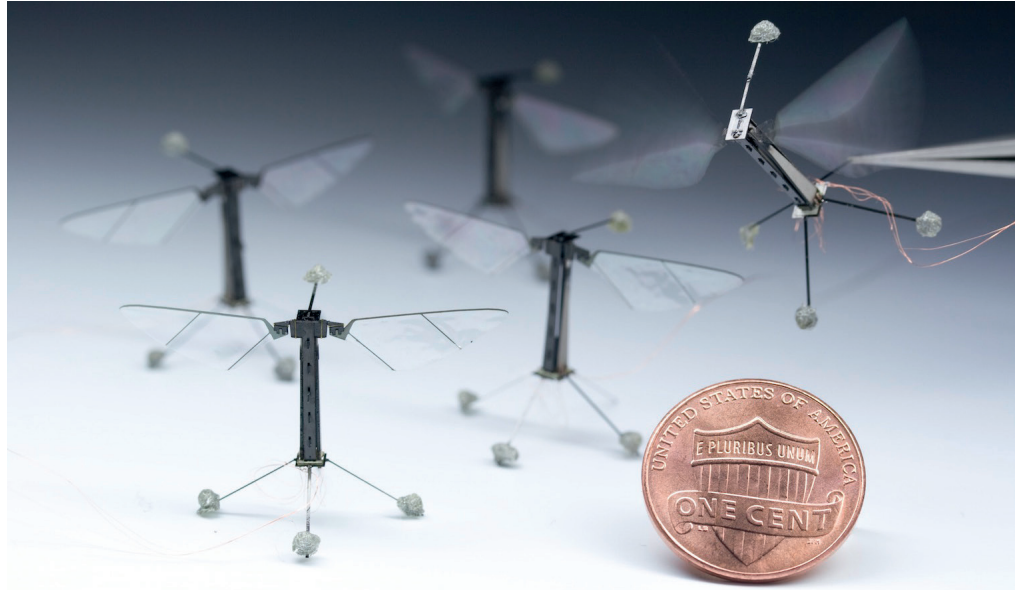
Mikro ve özellikle nano insansız hava araçları üretimi robotik kapsamına giren ve son yıllarda hayli gelişmekte olan alanlardan biri. Net bir tanımlaması olmamasına karşın ABD Savunma Bakanlığı İleri Araştırma Projeleri Ajansı (*The Defense Advanced Research Projects Agency*) DARPA'nın tanımlamasına göre, boyu 15 cm'den daha uzun hava araçları mikro insansız hava araçları sınıfına girerken, boyu 15 cm'den daha kısa ve ağırlığı 20 gramdan daha az hava araçları nano insansız hava araçları sınıfına giriyor.

Nano ve mikro insansız hava araçlarının en önemli özelliklerinden biri ise küçük oldukları için hem radarlar tarafından hem de insanlar tarafından çıplak gözle tespit edilmelerinin çok zor, hatta birçok durumda mümkün olmaması. Bilim insanları, yakın bir gelecekte itibaren özellikle doğal felaketlerde havadan kontrol ve destek, kamu güvenliği (örneğin şüpheli şahısların ve hedeflerin takibi) gibi sivil alanlarda günlük hayatımıza girecek olan bu araçların geliştirilmesinde her geçen gün önemli adımlar atıyor. Fakat gelecekte sadece açık alanlarda değil aynı zamanda evler, fabrikalar gibi kapalı alanlarda da çeşitli görevler üstlenecek bu araçların hareket yetenekleri şu an için yine de kısıtlı ve daha da geliştirilmeyi bekliyor. Bunu yaparken özellikle doğadan ilham alan bilim insanları, karşılaştıkları teknik problemleri doğadaki canlıların, örneğin bazı kuşların uçuş tekniklerini inceleyerek çözmeye çalışıyor. İdeal olarak tasarlanan araçların hemen hemen hepsinin, aynı doğadaki örnekleri gibi sadece kanatlarını çırparak hareket etmesi ve uçuşu planlanıyor. Bunun en önemli nedeni ise doğadaki canlı örneklerin en az malzeme ve en az enerji ile en fazla verim almaları, kendi kendilerini onarma özellikleri, geri dönüşümlü ve doğa dostu olmaları, sessiz çalışmaları, estetik yapıları, dayanıklı, esnek ve uzun ömürlü olmaları (bkz. Dr. Kılıç Ekici, Ö., "Doğadaki Tasarımlar Bilim ve Teknolojiye Yeni Ufuklar Açıyor", TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi, s. 30-32, Mayıs 2013).

Bilim insanlarının kafasını yoran ve halen güncelliğini koruyan en önemli problemlerden ikisi ise bu araçları enerji yönünden besleyen enerji kaynaklarının ağırlığı ile kapasitesi ve araçların henüz otomatik karar verme mekanizmasının olmaması. Her ne kadar bazı açılardan bu nano ve mikro insansız hava araçlarının üretimi henüz emekleme döneminde bulunsada başarılı projeler daha şimdiden gün ışığına çıkmaya başladı. Gelin, şimdi bu projelerden en önemlilerine bir göz atalım.



DelFlymicro'nun toplam ağırlığı sadece 3 gram olup boyu 10 cm'dir. Bu özellikler ile *DelFlymicro*, aynı zamanda dünyanın mikro kamera taşıyan en ufak *Ornithopter*'i yani havadan ağır olmasına rağmen kanatlarını çırpması sayesinde uçan hava aracıdır.



RoboBee adlı bu nano insansız hava aracı kanatlarını oldukça çevik ve güçlü elektronik kasları sayesinde tıpkı gerçek bir böcek gibi saniyede 120 kez çırparak uçabiliyor.

DelFly (Hollanda)

Hollanda'nın ünlü eğitim kurumlarından Delft Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilen *DelFly* adlı insansız hava araç-

ları serisi (*DelFly I*, *DelFly II* ve *DelFly micro*) türlerinin en iyi örneklerinden. 50 cm uzunluğundaki ve 21 gram ağırlığındaki *DelFly I* modelinin başarısından sonra yine aynı üniversite tarafından *DelFly II* modeli geliştirilmeye başlanır. 2006'nın Aralık ayında yeni modelin tasarımı ve geliştirilme süreci bittiğinde ortaya çıkan tablo, geliştirme sürecinde yer alan mühendislerin bile beklentilerini aşar. 28 cm uzunluğunda ve bir mikro kamerası olduğu halde toplam ağırlığı 16 gramı geçmeyen *DelFly II*, 1,6 gram ağırlığındaki elektromotoru sayesinde kanatlarını saniyede 14 kere çırparak sadece bir saniyede 15 metre sürat yapmakla kalmıyor, yine bir saniye içinde yarım metre gibi azımsanamayacak bir mesafeyi geri geri kat edebiliyor. Bütün bu özelliklerinin yanı sıra *DelFly II*'nin seçilen bir hedefin üstüne geldiğinde bir helikopter gibi asılı durabilme yeteneği de var. Fakat araştırma ve geliştirme ekibi tüm çabalara rağmen, bu tür araçlar için günümüzde bile geçerli olan klasik bir problemin üstesinden o zaman da gelememiştir:

Hem hafif ve küçük hem de aracın uzun süreli enerji ihtiyacını karşılayacak bir enerji kaynağının geliştirilmesi. Bundan dolayı *DelFly II*'nin uçuş süresi, yaptığı manevralara ve mikro kamerasının kul-

lanılıp kullanılmamasına bağlı olarak, en fazla 15 dakika ile sınırlıdır. *DelFly* serisinin en yeni temsilcisi ise *DelFly micro*'dür. Adından da anlaşılacağı gibi bu model, kendinden bir önceki model olan *DelFly II*'nin daha küçük bir sürümüdür. *DelFly micro*'nun toplam ağırlığı sadece 3 gram, boyu da 10 cm'dir. Bu özellikleri ile *DelFly micro*, aynı zamanda dünyanın mikro kamera taşıyan en ufak Ornithopter'i yani havadan ağır olmasına rağmen kanatlarını çırparak uçan hava aracıdır. *DelFly micro*, özellikle Ornithopter'lerin aerodinamiğinin anlaşılması açısından iyi bir örnektir; bu özelliğinden dolayı diğer araştırma ve geliştirme programlarında kullanılmaya hayli elverişli bir yapısı vardır (Ornithopter'lerin gerçek hayatta yani laboratuvar ortamı dışında nasıl hareket ettiklerinin simülasyonu hayli zordur). *DelFly micro*, DARPA normlarına göre nano insansız hava aracı sınıfına girer. Otonom bir karar verme mekanizması olmadığından günümüzdeki birçok türdeşi gibi *DelFly* da kablosuz yani uzaktan kumanda ile yönetiliyor.



Festo

Alman otomasyon firması Festo tarafından doğadan ilham alınarak geliştirilen ve bu yılki Hannover Fuarı'nda tanıtılan yapay yusufçuk *BionicOpter* havada asılı durabiliyor, geri geri gidebiliyor ve aniden durabiliyor.

BionicOpter (Almanya)

BionicOpter projesi, 2010 yılında *SmartBird* adlı bir proje kapsamında kuşların uçuş tekniğinin deşifre edilmesinin hemen ardından başlatılmıştır. Projenin amacı, dört kanatlı ve hayli yüksek manevra kabiliyeti olan bir böcek olan yusufçuğun teknik bir kopyasının üretilmesidir; proje hâlihazırda Almanya'nın otomasyon şirketlerinden Festo AG tarafından yürütülüyor.

Kanat genişliği 63 cm, uzunluğu 44 cm olan yusufçuk modelinin ağırlığı sadece 175 gram. *BionicOpter*, mikro insansız hava aracı sınıfına giriyor. Aynı yusufçuklar gibi dört kanatçığı olan *BionicOpter* nikel-titanyum alaşımından üretilmiş dört elektronik kas ile her bir kanadını birbirinden bağımsız olarak hareket ettirebiliyor, dolayısıyla manevra kabiliyeti yüksek. Aniden hızlanma, birdenbire fren yapma, sağa, sola, yukarıya, aşağıya ve hatta geriye doğru hareket etme gibi manevralar *BionicOpter* için rutin manevralar kapsamına giriyor. *BionicOpter*, bir uçuş sırasındaki olası sarsıntılardan ve dolayısıyla pozisyon sapmalarından kaçınabilmek için kanatçıkların pozisyonunu, dönme hızını sürekli olarak analiz ve kontrol eden bir sistemle donatılmış. Günümüzün diğer birçok nano ve mikro insansız hava aracı gibi *BionicOpter* de henüz otonom karar verme yeteneğine sahip olmadığından, şu aşamada ancak kablosuz yani uzaktan kumanda ile yönetiliyor.

Nano Hummingbird (ABD)

Türkçe sinekkuşu anlamına gelen *hummingbird*, havada kanatlarını çok hızlı çırparak bir hedefin üzerinde neredeyse sabit bir şekilde asılı kalıp durabilir. Sinekkuşu, bu yeteneğinin yanı sıra geriye doğru ve dikey olarak da uçabilir. Tüm bunları yaparken, türüne de bağlı olarak saniyede 12 ila 80 kez kanat çırpabilir.

AeroVironment ile ABD Savunma Bakanlığı İleri Araştırma Projeleri Ajansı DARPA tarafından ortaklaşa geliştirilen *Nano Hummingbird*'ün uzun vadede sinekkuşu ile aynı yeteneklere sahip olması amaçlanıyor. *Nano Hummingbird*'ün gelecekte özellikle keşif ve gözetleme amacıyla kullanılması planlanıyor. Uzunluğu 16 cm, toplam ağırlığı 19 gram olan *Nano Hummingbird*, AA tipindeki bir pilden bile daha hafif ve uzaktan kumanda ile kontrol ediliyor. *Nano Hummingbird* şu ana bileşenlerden oluşuyor: Mikro kamera, iletişim sistemi, motor ve pil. Kanatlarını çırparak saatte 18 km gibi yüksek bir süratle hareket eden *Nano Hummingbird*'ün hayli etkileyici bir manevra yeteneği var: Dikey olarak

yükselme ve alçalma, sola, sağa, ileriye ve geriye doğru hareket etme, saat yönünde ve saat yönünün tersine doğru uçuş ve herhangi bir hedefin üstünde uçarak sabit durma. *Nano Hummingbird*, şu anda sahip olduğu pil ile ancak 11 dakikaya kadar havada kalabiliyor. DARPA'nın, geliştirilmesi için sadece 2006'dan 2011'e kadar 4 milyon dolar harcadığı bu proje ile ABD yakın bir gelecekte yüksek yoğunluklu yerleşim alanlarında, örneğin kentlerde de keşif ve gözetleme faaliyetlerine başlayabilecek. Henüz otonom karar verme yeteneğine sahip olmayan *Nano Hummingbird* şu aşamada ancak uzaktan kumanda ile kablosuz yönetilebiliyor. *Nano Hummingbird*, *Time* dergisi tarafından 2011 yılının en iyi 50 icadından biri olarak seçildi.



Nano Hummingbird, *Time* dergisi tarafından 2011 yılının en iyi 50 icadından biri olarak seçildi.

RoboBee (ABD)

On iki yıl süren bir çalışmanın ardından Harvard Üniversitesi'nden Prof. Dr. Robert Wood liderliğindeki bir ekip, bu yılın başlarında aynı bir böcek gibi uçabilen ve 1 gramdan daha hafif (80 miligram) bir mini robot geliştirmeyi başardı. Aynı bir böceğinki gibi birbirinden bağımsız hareket ettirebildiği iki esnek kanadı olan (kanat genişliği sadece 3 cm) *RoboBee* adlı bu nano insansız hava aracı, kanatlarını hayli çevik ve güçlü elektronik kasları sayesinde gerçek bir böcek gibi saniyede 120 kez çırparak uçabiliyor. Uzmanlar, gerçek bir böceğin çevikliğine de sahip olan *RoboBee*'nin bu özelliğinin ardındaki ana faktörün *RoboBee*'nin her iki kanadını da birbirinden bağımsız olarak ve çok hızlı çırpabilme yeteneğini olduğunu belirtiyor. Kanat hareketleri özel olarak geliştirilen bir yazılım tarafından koordine edilen *RoboBee*, bu derece yüksek bir kanat çırpma hızına ise yine ekibin kendi icadı olan bir piezoelektrik motor sayesinde erişiyor. Tüm bu özellikler ve olağanüstü tepki hızı, *RoboBee*'nin daha şim-



diden neredeyse doğadaki tüm diğer böcekler gibi yüksek bir refleks sistemine sahip olmasını da sağlıyor. Böylece *RoboBee* örneğin özellikle de uçuş sırasında meydana gelen ani hava akımı değişikliklerine anında tepki vererek, uçmaya devam edebiliyor. Havada manevra kabiliyetinde genel olarak bir sorun olmayan *RoboBee*'nin çözülmesi gereken tek teknik sorunu var. O da henüz iniş manevralarını olması gerektiği gibi gerçekleştiremediği için yere adeta çalırçasına inmesi.

Piezoelektrik Motor

Kanatların hangi tür motorla hareket ettirilmesi gerektiğini araştıran araştırmacılar, kısa bir süre içinde genelde büyük robotlarda kullanılan elektromanyetik motorların bu küçüklükteki robotlarda kullanılamayacağını görür ve uzun uğraşlardan sonra kendi çözümlerini geliştirir: Piezoelektrik motor! İnce seramik şeritlerden oluşan bu nano motor, her elektrik akımı verilisinde bir gerilip bir gevşeyerek *RoboBee*'nin elektronik kaslarını hareket ettiriyor ve böylece *RoboBee*'nin kanatlarını büyük bir hızla çırpmasını sağlıyor. Piezoelektrik özelliği, bazı malzemelere uygulanan mekanik basınç sonucunda, malzemenin elektrik alan yaratma kabiliyetidir. Malzeme üzerine uygulanan bu basınç, tüm fiziksel şartların uygun olması durumunda söz konusu malzemede bir voltaj meydana getirir. *Piezo* Yunancada "basınç uygulamak, sıkıştırılmak" anlamına gelir.

Üretim

Testler için çok sayıda öncü modele ihtiyaçları olduğunu bilen araştırmacılar bunun için kafa yorarken, robotik alanında yeni bir çığır açacak bir robot üretim şekli icat etmiş. Geliştirdikleri çok özel bir üretim yöntemi sayesinde nano robotları elle üretmekten kurtulan araştırmacılar, böylece istedikleri öncü modelleri bilgisayarlar yoluyla hem en kısa zamanda hem de en ucuza üretecek kapasiteye erişmiş. Bu, uzun vadede sürüler halinde ve birbirleriyle koordineli olarak hareket etmesi planlanan nano ve mikro insansız hava araçlarının tasarımı ile ilgili araştırmaların daha kolay yapılmasına da imkân tanıyacağı için, bilim dünyası açısından da hayli sevindirici bir gelişme.

Gelecekteki kullanım alanları

Yaratıcıları, yakın bir gelecekte *RoboBee*'nin özellikle arama ve kurtarma çalışmalarında, insan sağlığı açısından riskli alanlarda, çevre korumada ve hatta tarımda bitkilerin döllenmesinin sağlanmasında kullanılabileceğini düşünüyor. Fakat bunun için bu sevimli nano robotun önünde daha kat etmesi gereken biraz yol var.

RoboBee'nin önündeki engeller

RoboBee'nin önündeki en önemli teknik problemlerden biri hareket etmek için gerekli enerji kaynağının araca takılan yüksek kapasiteli bir pil üzerinden değil de, halen bir kablo üzerinden sağlanması. Bu tipteki araçlar için gerekli uzun süreli enerji kaynağını sağlayacak hem küçük hem de hafif pillerin geliştirilmesi, günümüzdeki bilimsel gelişmelere bakıldığında, daha hayli uzun bir zaman alacağı benziyor. Birçok diğer türdeşi gibi *RoboBee*'nin de hâlihazırda otonom karar verme mekanizmasının olmaması da ikinci önemli eksiği. *RoboBee*'nin üçüncü eksiği ise üzerinde uçuşu kontrol eden hiçbir sensör olmaması, bundan dolayı da önünü ancak sekiz harici kamera sayesinde görebilmesi. Bilim insanları en geç iki yıl içinde tüm bu teknik eksikleri gidererek, *RoboBee*'yi tamamen otonom ve kablosuz bir insansız hava aracına dönüştürmeyi amaçlıyor.

Kaynaklar

- Festo AG & Co. KG, "Inspiration Libellenflug", Pressemitteilung, Mayıs 2013.
- Delft University of Technology, "DelFly", <http://www.delfly.nl/>, Mayıs 2013.
- Wikipedia, "Sinek Kuşu", https://tr.wikipedia.org/wiki/Sinek_kuşu, Mayıs 2013.
- AeroVironment, "Nano Hummingbird", <http://www.avinc.com/nano/>, Mayıs 2013.
- DARPA (The Defense Advanced Research Projects Agency), "Nano Air Vehicle (NAV)",

- [http://www.darpa.mil/Our_Work/DSO/Programs/Nano_Air_Vehicle_\(NAV\).aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/DSO/Programs/Nano_Air_Vehicle_(NAV).aspx), Mayıs 2013.
- Von Schoenebeck, G., "Roboter-Biene: Kleinste Flugmaschine der Welt fliegt wie ein echtes Insekt", Ingenieur.de, Haziran 2013.
- RoboBee, "Overview of the Micro Air Vehicles Project", Harvard-School of Engineering and Applied Sciences, <http://robobees.seas.harvard.edu/>, Haziran 2013.
- Pluta, W., "RoboBee: Roboter fliegen im Sturzflug", golem.de, Haziran 2013.