

# Havacılıkta Çevre Dostu Yöntemlerin Kullanımı

## Yakıtsız Uçuş



**B**UGÜNLERDE hava trafiğinin çevreye verdiği zarar büyük tartışmalara konu oluyor. İnsanoğlunun sebep olduğu karbondioksit ve azotoksit emisyonlarının yalnızca %3 kadarının hava taşıtlarından kaynaklandığı genel kabul görüyor. Emisyonların asıl kaynağı güç santralleri, endüstriyel tesisler ve evlerin bacalarıdır; ama en önemlisi, cadde trafiğinden çıkan dumanlardır. Ancak uçaklar atmosferi yüksek irtifalarda kirleten tek etkidir. Çevre bilinci ve çevrecilerin baskısı altında uçak yapımcısı şirketler ve havayolları bu zararlı etkileri azaltmak için var güçleriyle çalışıyorlar. Bu uğraşlar daha çok motorlar ve özellikle onların yanma odaları üzerinde yoğunlaşıyor. Airbus gibi bazı kuruluşlar ise, uçağın kanatlarına, tıpkı kuşlarınki gibi uçuş koşullarına göre şekil alabilme özelliği kazandıracak uyarlanabilen kanatlar (adaptive wings) üzerinde çalışıyorlar. Amaç, yakıt sarfiyatını ve emisyonları azaltmak. Öte yandan, klasik yakıtlara bağlı olmadan, dolayısıyla çevreye zarar vermeden ve para harca-

madan uzun süreli uçma düşüncesini yaşama geçirmek isteyenler de var. "Yeşil uçuş" adı verilen böyle bir uçuşu sağlayacak yollardan biri, güneş enerjisinden yararlanmadır. Bundan daha eski bir düşünce var; o da doğada zaten var olan bir örneği, yani kuşları taklit etmedir.

Acaba insanlar kuş gibi uçabilir mi? Uzmanlara göre bu sorunun yanıtı olumsuz. İnsanın "yapı ağırlığı kalitesi" çok kötü olduğu için, kuşlar gibi kanatlara sahip olsak bile, kas gücümüz ağır gövdemizi havada tutmayı başaramaz. Doğal olarak insan, hiçbir zaman bir kuş gibi kanat çırparak uçamayacaktır.

Peki kuşlar bunu nasıl başarıyor? Konuyu ilk düşünenlerden birisi, bir gözlem uzmanı olan Alman mühendis Otto Lilienthal'dir. 1889'da yazdığı "Der Vogelflug als Grundlage der Fliegerkunst" adlı kitabındaki birçok çizimde, kuşların kanat çırpma hareketlerini gösteriyordu. Kendisi de kuşlar gibi uçmak için denemeler yaptı. Ancak, Lilienthal bu düşüncesini uygulamaya geçirirken önemli bir konstrük-

siyon hatası yaptı: Kanatları tek parça yerine birçok detaydan oluşturdu. Bu yüzden, kuş kanadının ideal mekanizmasına erişmekten çok uzak kaldı ve denemeleri de başarısız oldu. Peki, ideal bir tasarım gerçekleştirilebilirse insanoğlu kuş gibi uçabilir mi? Böyle bir uçuş için gerekli minimum güç nedir? Uçan bir cismin yatay uçuşunu sürdürebilmesi için gereken güç, bu cismin ağırlığına, kanat boyutlarına, hızına ve üzerinde oluşan dirence (sürüklemeye) bağlıdır. Örneğin, ağırlığın iki katına çıkması, uçma için gereken gücü 2,83 katına çıkarır. Eğer cismin hızı düşükse hava direnci de küçüktür ve sürüklenme oluşturan bazı parazit elemanlara tolerans gösterilebilir, çünkü bunlar gücü fazla etkilemez.

Hesaplamalar, kuş kanadının temel aerodinamik özelliklerini taşıyan bir hava aracıyla uçan 70 kg ağırlığındaki bir insanın 670 W güce ihtiyacı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Karşılaştırırsak: Sakin bir şekilde oturan bir insan yaşam fonksiyonlarını sürdürmek için 80 W harcar. Bisiklet kullanan sporcu 450 W, yavaş yürüyen birisi 150 W, 100 metre koşucusu ise, insan için yüksek bir değer olan 650 W güç harcar.

Öyleyse, uçmak için gerekli güç ile insanın başarabileceği arasında çok büyük bir fark yoktur ve kuşlarınki gibi kanatlar takması durumunda insan da uçabilir. Ancak unutmamak gerekir ki, bu hesap ideal koşullar için geçerlidir. Oysa en gelişmiş teknoloji bile gerçek bir kuşun en iyi, en uygun konstrüksiyonunu gerçekleştirmekten çok uzaktır. Ayrıca, çeşitli test sonuçlarına göre, kısa bir süre için yüksek olabilen insan gücü, zamanla hızla azalır ve asimptotik olarak daha düşük bir değere yaklaşır.

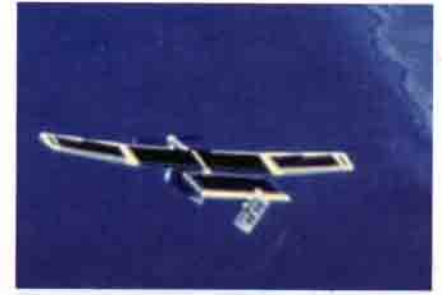
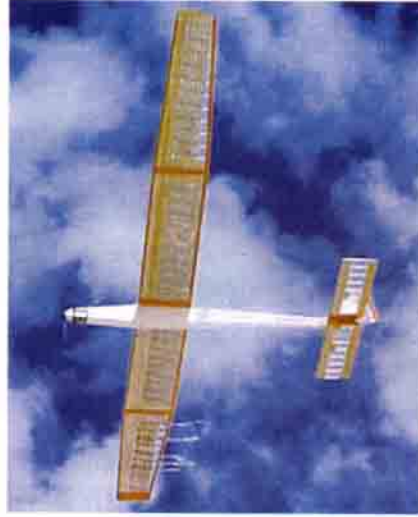
Lilienthal, yaptığı planör tasarımlarında ise başarılıydı. Bunlarda pilot, kollarıyla planöre tutunuyor, vücudunu ve bacaklarını kullanarak aracı yönlendiriyordu. Lilienthal, denemelerini yapmak için yapay bir tepeden yararlandı. Bu şekilde iki binden fazla uçuş yaptı, 300 metre kadar yüksekliğe ulaştı. Planörler (motorlu olanlar dışında) kendi güçleriyle havalanamadıkları ve havada kalabilmeleri rüzgâr koşullarına bağlı olduğu için daha çok sportif amaçlarla kullanılırlar. Lilienthal bunlara, kendi kendilerine havalanıp, rüzgâra bağlı olmaksızın uzun süre havada



kalma yeteneği kazandırmak istiyordu. Ancak, direnci yenerek planörü öne çekecek kuvveti de taşımaya sağlayan kanatlarla oluşturmaya çalıştı. Taşıma kuvveti ile çekme kuvvetinin oluşturulmasını birbirinden ayırabilseydi, motorlu uçuşu gerçekleştiren ilk kişi olarak tarihe geçebilirdi (o zamanlar kullanabileceği bazı motorlar da yok değildi). Bu başarı on yıl kadar sonra Wright kardeşlere nasip oldu.

Kanatlarını çırparak uçmak, yani çekme ile taşımamanın birleştirilmesi yalnızca kuşlara özgü bir ayrıcalık olarak kalacaktır. Kuşlardan daha ağır yapılı olan insanların benzer bir uçuş yapabilmesi için tek çare vardır: Çekme ile taşımayı ayırmak. Taşımayı rijit kanatlar, öne çekme kuvvetiniyse, bacak kaslarıyla döndürülen bir pervane sağlayabilir. Bu konuda pek çok örnek vardır. Düsseldorf'ta Peer Frank doktora çalışmasında (Uçak İnşaatı Enstitüsü, Stuttgart 1992) böyle bir aracın kuramsal esaslarını oluşturdu ve çizimlerine göre bir uçak yaptı. Bu araçla uçmak için yaklaşık 250 W, yani "jogging" yapan birisi kadar güç harcanıyordu. Kas gücüyle uçan uçakların en çok bilineni ise, 1970'li yılların sonunda yapılan ünlü Gossamer serisi uçaklardır. Bunlardan Gossamer Condor, insan gücüyle gerçekleştirilen uçuş alanında yeni bir çığır açtı. Paul Mac Cready, yakın arkadaşları ve ailesinden oluşan bir grup tarafından tasarlanarak inşa edilen bu uçak, Kremer ödülü için yarışan kas gücü tahrikli ilk uçaktı. Bu ödül, İngiliz sanayici Henry Kremer tarafından veriliyor, yarışma ise Royal Aeronautical Society tarafından yönetiliyordu. 23 Ağustos 1977'de Kaliforniya'da Bryan Allen, Kremer yarışmasını bu uçakla 7,5 dakikada tamamladı. 12 Haziran 1979'da ise, daha geliştirilmiş bir uçak olan Gossamer Albatross ile, zorlu hava türbülansına ve ters yönde esen rüzgâra rağmen İngiliz Kanalı'nı geçmeyi başardı. 2 saat 49 dakika havada kalarak insan gücüyle yapılan bütün uçuşların süresini aşmıştı ve bu üstün başarı sayesinde grubu bir başka Kremer ödülü kazanmıştı.

Gossamer Condor, sadece bir amaç için düşünülmüştü: Kremer ödülünü kazanmak. Bu yarışta uçuş performansı her şeydir ve genellikle yeni bir



*Yakıt harcamadan ve çevreye zarar vermeden uçan bir hava aracı da güneş pillerini kullanarak güneş enerjisiyle uçan (solar) uçaktır. Bu araç, tıpkı denizdeki yelkenli gemi gibi klasik yakıtı bağımlı olmadan çalışır, onun gibi güç kaynağındaki değişikliklere karşı hassastır ve en önemlisi sessizdir.*

uçak tasarımında önemli olan diğer ticari ve askeri ölçütler burada aranmaz. Yarışan uçaklar birkaç metre yükseklikte ve yavaşça uçarlar. Bu nedenle uçuş güvenliği temel etkenlerden değildir. Gossamer Albatross ise kanalı geçmek için yapılmıştı. Amaç yine ödül kazanmaktı, ancak bu kez deniz üzerinde uzun süreli bir uçuş olacağı için, daha güvenli, navigasyon ve haberleşme cihazları da içeren bir uçak geliştirilmişti. Bu uçakların ağırlığı yaklaşık 32 kg, kanat açıklığı ise 30 m idi. 250 W veya daha az bir güçle uçabiliyorlardı; narin ve dayanıksız uçaklardı. Bu nedenle başka amaçlar için kullanılmaları pek pratik olmazdı. Hatta biraz daha genelleştirerek, kas gücüyle yapılan uçuşun pratik uygulama bulmasının zor olduğunu söyleyebiliriz.

Bunun dışında, yakıt harcamadan ve çevreye zarar vermeden uçan bir hava aracı da güneş pillerini kullanarak güneş enerjisiyle uçan (solar) uçaktır. Prensip olarak böyle bir araç, tıpkı denizdeki yelkenli gemi gibi klasik yakıtı bağımlı olmadan çalışır; onun gibi güç kaynağındaki değişikliklere karşı hassastır (öyle ki, pilot bulutlar arasındaki boşluklardan güneşi arar) ve en önemlisi, sessizdir.

Güneş pilleri, havanın açık olduğu bir günde 1 m<sup>2</sup> alan için yaklaşık 100 W güç üretir. Pillerdeki kayıplar nedeniyle, güneşten gelen enerjinin sadece altı ile onda bir kadarı faydalı güce dönüştürülür.

Toplam 14 m<sup>2</sup> güneş pilleriyle kaplı bir uçağın her bir kanadı yaklaşık 750 W güç sağlar. En çok güç gerektiren uçuş safhası tırmanış olduğuna göre, güç gereksinimi için tırmanış esas alırsak, 67 kg pilot ağırlığı ve 67 kg da uçak ağırlığı için tırmanış hızı dakikada 30 metre olan bir uçuşta 1,5-2,2 kW yeterli olabilir.

MacCready'nin ekibi, İngiliz sanayici Henry Kremer tarafından insan gücüyle uçan uçak için verilen 150.000 sterlinlik ödülü aldı. Daha sonra 1981 yılında "Solar Challenger" adlı solar uçağı yaptı. Bu uçak batarya olmadan, direkt güneş enerjisiyle uçtu ve uçuşunun çoğunu 3350 m yükseklikte gerçekleştirdi. Yüksek irtifalarda uçmak, atmosferik girişim azaldığı için avantajlıdır. Hem solar pillerin gücü yükseklikle artar, hem de yükseklerdeki soğuk hava bu piller için faydalıdır. Solar Challenger kompozit malzemeden oluşuyordu ve bu nedenle de inanılmayacak kadar hafifti. 14 metrelik bir kanat açıklığı ve 6 g'lık (yerçekimi ivmesinin altı katı) bir yük faktörü olduğu halde, sadece 90 kg ağırlıkta idi (yük faktörü: Uçağa etkiyen yüklerde, manevra sırasındaki ivmelenmeden dolayı oluşan artış. Yazıda sözü edilen limit yük faktörü ise, uçağın yapısal dayanımı açısından aşılması-

sı gereken yük faktörüdür. Yani uçak üzerindeki yük faktörüdür.

Motorlu uçuş öncesi döneme damgasını vuran Alman mühendis Otto Lilienthal (1848-1896), planörle uçan ilk kişi olarak tarihe geçti.



*Motorlu uçuş öncesi döneme damgasını vuran Alman mühendis Otto Lilienthal (1848-1896), planörle uçan ilk kişi olarak tarihe geçti.*





*Gossamer Albatrossla deniz üzerinde uzun süreli bir uçuş yapıldı. Navigasyon ve haberleşme cihazlarını da içeren bu uçakların ağırlığı yaklaşık 32 kg, kanat açıklığı ise 30 m idi ve 12 Haziran 1979'da Gossamer Albatross ile, zorlu hava türbülansına ve ters yönde esen rüzgâra rağmen İngiliz Kanalı geçildi, (solda).*



rinde 6g den fazla ivme oluşturacak manevralardan kaçınılmalıdır). Buna karşın Solar Challenger'de kullanılan teknoloji pratik uygulama buldu: Bundan geliştirilen ve gün boyu topladığı güneş enerjisiyle gece de havada kalabilmesi için "ebedi uçak" olarak nitelendirilen sekiz motorlu, 30,48 m kanat açıklığına sahip "insansız uçan kanat" Pathfinder, bulutlar üzerinde 20 000 m yükseklikte aylarca gözlem ve bilimsel ölçümler yapabiliyor.

İki yıldır Almanya'nın Ulm kentinde düzenlenen bir havacılık yarışmasının bu yılki konusu solar planördü. (Ulm kenti, güzel katedralinin yanı sıra "Uumlu terzi" diye anılan ve 1811 yılında yaptığı kanatlarla uçmaya çalışan, ancak hemşerilerinin alaylı bakışları arasında Tuna nehrine inmek zorunda kalan Albrecht Ludwig Berblinger'in adıyla da anılmak isteniyor. Bu yarışma da onun adına düzenleniyor.) Yarışmanın koşulları bir hayli ağırdı. Örneğin, 90 kg ağırlığında bir pilotun kullanımında kendi gücüyle havalanarak, 120 m/dak tırmanma hızı ile 300 m yüksekliğe kadar çıkabilirdi. Yarışmayı Stuttgart Üniversitesi uçak inşaatı bölümünden bir profesör ve 40 öğrenci, 900 000 dolarlık yatırımla yaptıkları "Icaré" adlı solar uçak projesiyle kazandılar. Uçak,

adının ilk kısmını Yunan mitolojisinin "Icarus"tan alıyordu (Havacıların, Minotauros'tan kaçmayı başaran Daedalus'un yerine, balmumuyla yapıştırdığı kanatlarıyla uçarak onu takip ederken güneşe çok yaklaşmış, balmumunun erimesi sonucu denize düşen talihsiz oğlu Icarus'un adını, sürekli olarak uçak ve organizasyonlarında kullanmaları ilginçtir). Adın ikinci kısmı ise, uçağın enerji kaynağının güneş olduğuna işaret etmek için Mısırlıların güneş tanrısı Rê'yi sembolize ediyor.

Icaré'nin havada kalabilmek için 1 kW'tan biraz fazla gücü olacaktı. Bu nedenle son derece hafif yapılması gerekiyordu. Jüri üyesi Prof. Ernst Messerschmid "Uçak istenenden biraz ağırdı; ancak bu, uçak yapımında tipik bir olaydır. Bu nedenle ödülü Stuttgartlı mühendisler kazandı" diyor. Uçak, benzeri bir planörün yarısı kadar ağırlıkta: Sadece 165 kg. Kanat açıklığı 25 m olan Icaré, arka kısmında bir elektrik motoru taşıyor. Bu motorun ağırlığı, pervane, akü ve elektronik aksesuarlarla birlikte 25 kg geliyor. Kalkışta 450 m yüksekliğe kadar enerjiyi aküler sağlıyor. Bu irtifadan sonra, kanatlar ve kuyruktaki 21 m<sup>2</sup>'lik alandaki pillerden elde edilen güneş enerjisi yeterli oluyor.



*Icaré havada kalabilmek için 1 kW'tan biraz fazla gücü sahiptir Bu nedenle de son derece hafiftir (solda).*



Güneş pillerinin verimi son yıllarda bir hayli iyileştirildi, ancak halen en iyileri için yaklaşık %16 gibi düşük bir değer; fiyatları astronomik (1 kW başına 10 000 dolar). Güneş enerjisinin havacılıkta pratik kullanım alanı bulabilmesi, güneş pillerinin veriminin çok daha fazla yükseltilmesine ve fiyatlarında büyük bir düşüş olmasına bağlı gözüküyor. Solar uçaklarda kullanılan teknoloji yük ya da yolcu uçakları yapacak kadar olgunlaştırılıp, ucuza mal edilebilir mi bilinmez, ancak şu an için önemli bir başka alan kullanım vaat ediyor: Uydulara ve balonlara rakip olabilecek yüksek irtifa araştırma platformları. Böyle bir uçak, hava durumundan atmosferdeki ozon ve sera etkisiyle ilgili ölçümlere kadar pek çok görev için kullanılabilir. Örneğin:

- \*Atmosferin üst tabakalarındaki kimyasal ve fiziksel ölçümler.
- \*Atmosferdeki çeşitli tropikal fırtınaların tahmin edilmesi ve araştırılması.
- \*Hava durumuyla ilgili verilerin kaydedilmesi.
- \*Karbon dioksit ve metan dağılımı.
- \*Yüksek irtifalarda uçan süpersonik uçakların stratosferdeki etkileri.
- \*Uydular için gerekli araç-gereç testi.
- \*Yanardağ patlamalarının ve büyük yangınların gözetlenmesi.
- \* Telekomünikasyon için röle istasyonları ve bağlantılar.

Normal uçaklar bu yüksekliklere çıkamadığı gibi, uçuş süreleri de yakıt miktarıyla sınırlıdır. (Alman Grob firmasının kompozit malzemeden yaptığı pistonlu-pervaneli Strato-2C, bu tür görevler için geliştirilmiş sıradışı bir uçaktır; ancak sonuçta klasik yakıt kullanmaktadır). Balonlar bu yüksekliklere kadar çıkabildikleri gibi, faydalı yük de taşıyabilirler, ancak hareketleri rüzgâra bağlıdır. Uydular ise aşırı pahalıdır.

Havacılıkta çağ açan gelişmeler genellikle güç birimleriyle elde edilmiştir (pistonlu motor, turboprop, turbojet, turbofan dönemleri gibi). Çevre sorununun had safhaya ulaştığı günümüzde, havacılığın çevre dostu yeni bir çağa ayak basması herkesin ortak arzusu olsa gerek: "Güneş enerjisi çağı".

Necmi Kara  
Uçak mühendisi, TAI

Kaynaklar  
Burke, J.D., "The Gossamer Condor and Albatross: A Case Study In Aircraft" Design Flying s. 114-116, 10/95; s. 106-107, 7/97  
Knapp, W., "Fliegen Ohne Sprit" Bild der Wissenschaft s. 64-66 5/1997  
Pletschacher, P., "Sauberer Fliegen mit Öko-Düsen" P.M. s.26-31, 10/97