

Özgün Yaratıcılığın Muzip Ürünleri Kâğıt Uçaklar

Modern havacılık tarihi Wright kardeşlerin 1903'te Kitty Hawk'ta yaptıkları ilk uçuş ile başlar. Uçak teknolojisi dünya savaşları nedeniyle çok hızlı bir gelişme gösterir. Jet motorunun keşfiyle bir sıçrama yaşanır. Günümüzün uçakları ise artık ses hızının çok üzerlerinde uçabilmektedir.

Peki ya kâğıt uçakların tarihi. O ne zaman başlar? Yani ilk kâğıt uçağı kimler uçurmuştur? Dünyanın neresinde ve ne zaman yapılmıştır? İlk kâğıt uçaklar da bizim yaptığımız gibi yalnızca eğlence amacıyla mı uçurulmuşlardır? Yoksa bilimsel amaçlarla ya da sanatsal kaygılarla mı? Bu soruların yanıtı hâlâ tümüyle açıklığa kavuşmuş değil.

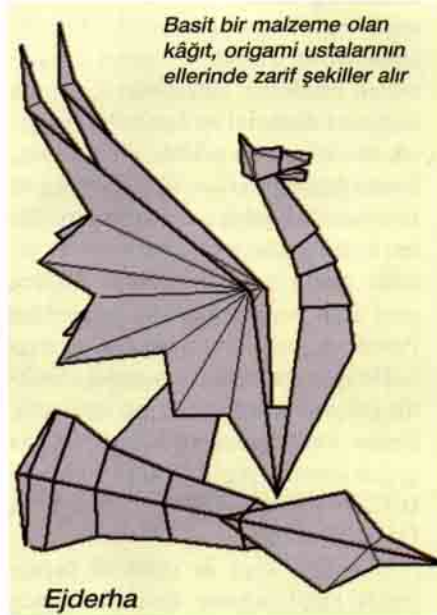
İlk helikopter ve paraşüt tasarımlarının sahibi, Leonardo da Vinci'nin (1452-1519) aerodinamik konusunda araştırma yaparken kâğıt modeller kullandığı biliniyor. Belki de ilk kâğıt uçak onun ellerinde biçimlenmiştir. Ama ondan yüzyıllarca önce, kâğıt daha Avrupa'ya gelmeden, Japonların "origami" ile uğraştıkları da biliniyor. Origami, katlama anlamına gelen "oru" sözcüğüyle kâğıt anlamına gelen "kami" sözcüklerinden oluşan bir bileşik sözcük. Japonya'da özellikle 6. ve 7. yüzyıllarda popüler olan bir sanat dalının adı. O sıralarda Japonlar için resim ve heykel ile aynı derecede önem taşıyor.

O dönem için az bulunan ve değerli bir malzeme olan kâğıt, origami ustalarının ellerinde, hiç kesilmeden, yırtılmadan ya da yapıştırılmadan birbi-

rinden güzel şekiller almış. Sanatçılar, bazıları hareket dahi edebilen, zarif şekiller oluşturabilmek için birçok yöntem geliştirmişler. Bu nedenle Japon origami ustalarının kâğıttan yaptıkları bazı şekillerin uçuyor olmaları da olası.

Öte yandan MS 1. yüzyılda kağıdı bulan ve yaklaşık 500 yıl boyunca yapımını bir sır gibi saklayan Çinliler de (belki de Çinli çocuklar) ilk kâğıt uçakları uçurmuş olabilirler.

Açıkçası kâğıt uçakların ilk kez kimler tarafından ve ne zaman uçuruldukları bilinmiyor. Belki de pek ciddi bir konu olmadığı düşünüldüğünden gelişimi hakkında hiçbir kayıt da tutulmamış. Ancak yüzyıllımızdaki gelişimi hakkında bir miktar bilgimiz var.



1966 yılına gelindiğinde, o tarihe değin hakkında hiçbir kayıt bulunmayan "kâğıt uçak" konusunda çok önemli bir gelişme oluyor. Amerika'da yayımlanan ünlü popüler bilim dergisi Scientific American, uluslararası bir kâğıt uçak yarışması düzenliyor. Bunu düzenlemedeki amacı yeni okuyucular kazanmak ve abone sayısını arttırmak.

O sıralarda Amerika'nın iki büyük uçak şirketi Lockheed ve Boeing, sesden hızlı giden ilk yolcu uçağını yapma yarışındadırlar. Scientific American'ın, The New York Times'a verdiği yarışma ilanlarında bu iki şirketin tasarımları ile 30 yıl öncesinin klasik kâğıt uçak tasarımları arasındaki benzerlikler vurgulanır. 12 Aralık 1966 günü The New York Times'ın 37. sayfasında Scientific American'ın ilanı yayımlanır. Aynı gün Lockheed firmasının sesden hızlı uçak çalışmalarıyla ilgili olarak verdiği ilan da tesadüfen (!) 38. sayfada yer alır. Tam da aynı dönemde, İngiltere ve Fransa, sesden hızlı gidecek olan ilk yolcu uçağı Concorde'u, birlikte üreteceklerini açıklarlar.

Böyle bir ortamda, yarışmaya katılım beklenenin de üstünde olur. Amerika'nın 49 eyaletinden ve 28 ülkeden 5144 kişi, 11 851 aday uçakla katılır. Yabancı ülkeler arasında en çok uçak gönderen Japonya'dır. Yarışmada Japonların yaklaşık 750 kâğıt uçağı yarışır. Gönderilen uçaklardan 5000'i çocuklar tarafından yapılmıştır. 1000 kadar uçağın yapımcısı da bayanlardır.



Özenle yapılan kağıt uçaklara ilginç desenler de çizilince daha güzel görünür.



Yarışmaya katılan uçaklar dört bölümde yarışır: Uçuş süresi, uçuş mesafesi, estetik uçuş ve origami. Ayrıca, katılımcılar, profesyonel ve amatör olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

Amatör grupta yarışan uçaklar arasında en uzun havada kalış süresi 9.9 saniye olur. Yine bu grupta en uzağa giden uçak da 17.5 metre uçar. Profesyonel grupta yarışan uçaklar arasında ise en uzun havada kalış süresi 10.2 saniyedir. 29 metre giden bu uçak duvara çarparak durmasa daha da uçacaktır. Havada kalış süreleri açısından amatör ve profesyonel grup birincileri arasında yalnızca 0.3 saniyelik küçük bir fark vardır. Ama sıra profesyonel grubun uçuş mesafesi yarışmasına geldiğinde fark belirgin bir biçimde artar. Profesyonel grupta birinci olan uçak 28 metre uçmuştur.

Bu ilk büyük kağıt uçak yarışmasından sonra Avrupa ve Amerika'daki dergiler ve televizyon kanalları konuyla ilgilenmeye başlar. Kağıt uçaklar üzerine yazılar yayımlanır. Birinci olan yarışmacılarla söyleşiler yapılır. Televizyon programları hazırlanır.

Bunları da kağıt uçak yapım tekniklerinin anlatıldığı kitaplar izler.

İkinci uluslararası kağıt uçak yarışı ise 19 yıl sonra 24 Mayıs 1985'te Seattle Kingdome'da düzenlenir. Bu sefer, yarışmayı düzenleyenler Seattle Müzesi ile Smithsonian Enstitüsü'nün Ulusal Hava ve Uzay Müzesi'dir.

Artık normal uçaklarda, metal yerine ek yerlerinde süper güçlü yapıştırıcılarla bağlanan plastik malzemeler kullanılmaktadır. Bu yapı daha hafif ve metalden daha sağlam olduğundan tercih edilmektedir. Bundan dolayı, bu ikinci uluslararası kağıt uçak yarışmasında da uçaklarda yapıştırıcı kullanmasına izin verilir. Yapıştırıcı kullanılarak yapılacak uçakların önceki yarışmanın klasik uçaklarından daha başarılı uçuşlar gerçekleştireceği düşünülmektedir.

Bu yarışmada da birincideki gibi dört kısımda yarışılır. Ancak küçük bir yenilik vardır. 14 yaşın altındaki çocuklar için amatör ve profesyonel grupların yanına bir grup daha eklenmiştir.



Beklendiği gibi yapıştırıcıların kullanıldığı uçaklar diğerlerine göre daha başarılı olurlar. Amatör grupta Amerikalı Robert Mauser'in uçağı 43 m uçar. En uzun süre havada kalma dalında Japon Yoshiharu Ishii birinci olur. Ishii'nin uçağı 9.8 saniye havada kalır.

Profesyonel grupta ise Akio Kobayashi'nin uçağı 37 m uçarak birinci olur. (Profesyonellerin tasarımları amatörlerinki kadar başarılı olamamış!) Bu grupta havada en çok kalan uçağın tasarımcısı da yine bir Japondur. Tatuio Yoshida'nın yapıştırıcı kullanarak yaptığı uçağı 16 saniye havada kalır.

Küçükler grubunda ise elde edilen sonuçlar şaşırtıcıdır. On iki yaşındaki Eltin Lucero'nun yaptığı klasik tip uçak 35 m uçar ve profesyonel grup birincisine yakın bir uçuş gerçekleştirir.

Bu grupta havada en çok kalan uçak da 10 yaşındaki Hironori Kurisu'ya aittir. Hironori uçağını yaparken yapıştırıcı kullanmıştır. Uçağı 11.3 saniye boyunca uçar ve amatör grup birincisini geride bırakır.

Söz konusu olan bir kağıt uçak yarışı olunca amatör, profesyonel ya da çocuk yarışmacıların kazanma şanslarının eşit olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca görüldüğü gibi kazanan yarışmacıların çoğu Japon'dur. Japonlar özenle çalışan ve ayrıntılara önem veren bir ulus olarak bilinir. Amatör grup birincilerinden Robert Mauser, iyi bir kağıt uçağın yapım sırrının, uçağın ince ayarları için gereken zamanın ayrılmasında yattığını belirtmiştir. Japonlar da uçaklarının ince ayarları için gereken zamanı ayırmakta ve bu işi sabırla yapmaktadır.

Bu ikinci büyük yarışmadan sonra dünyanın birçok ülkesinde kağıt uçak yarışmaları düzenlenmeye başlar. Bunların büyük bir bölümü liselerde ya da üniversitelerde düzenlenir ve yöre hal-

Guinness Kuralları

Bir kağıt uçağın yaptığı uçuşun "uçuş süresi" dalında rekor kırabilmesi için aşağıdaki kurallara uygun bir uçuş yapmış olması gerekmektedir.

1. Uçuş, hava akımının olmadığı kapalı bir mekanda yapılmış olmalıdır. Açık havada yapılan uçuşlar kabul edilmez.

2. Uçuş herkesin izleyebileceği bir yerde yapılmış olmalıdır.

3. Uçuşu gerçekleştiren uçak, tek bir kağıttan ya A4 (210mm x 297mm) ya da B4 (250mm x 353mm) boyutlarında yapılmış olmalıdır. Kağıdın ağırlığı 10 gramdan fazla olamaz. Yapımda, yapıştırıcı ve seloteyp kullanılabilir. Ancak kağıt ne yapıştırıcı ile ne de seloteyp ile kaplanamaz. Yapıştırıcı ve seloteyp yalnızca yapıştırma amacıyla kullanılabilir.

4. Uçak, durmakta olan bir kişi tarafından fırlatılmış olmalıdır. Koşarak ya da hızlı yürüyerek yapılan fırlatışlar kabul edilmez. Fırlatılmak için rampa ya da herhangi başka bir araç kul-

lanılmaz. Uçağın havada kaldığı süre; uçağın elden çıktığı andan yere ilk temas ettiği ana kadar geçen zamandır.

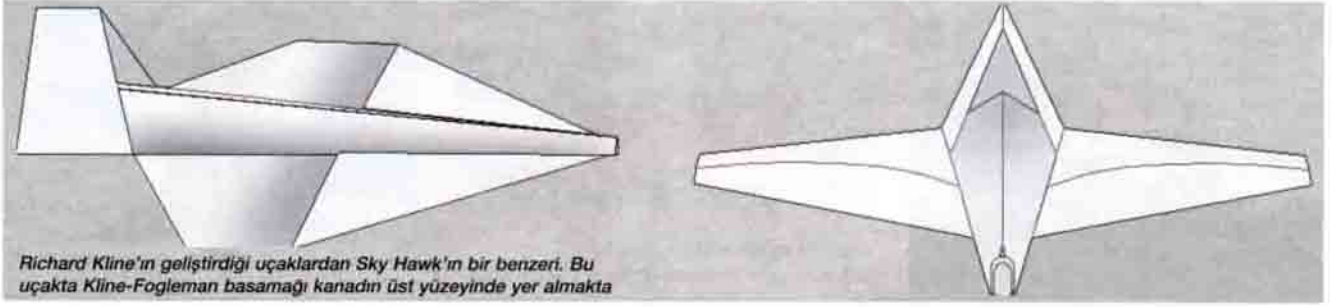
5. Fırlatışın yapılacağı yükseklik fırlatan kişinin boyuna bağlıdır. Fırlatan kişi normal bir ayakkabı giyiyor olmalıdır. Fırlatanın bulunduğu zemin uçağın iniş yaptığı zemin ile aynı yükseklikte ya da daha alçak olmalıdır. Uçak uçuş sırasında fırlatıldığı zeminden daha alçak bir zeminde uçup tekrar fırlatma zemininin yüksekliğine çıkmamalıdır (ortasında boşluk bulunan bir zeminde fırlatılan uçağın uçuş sırasında bir ara bu boşluğa girip sonra tekrar zemin yüksekliğine çıkması kabul edilmez).

Uçak zeminden yüksek bir yerden fırlatılmaz.

6. Eğer uçak direk, tel, kablo ya da benzeri herhangi bir cisme çarpıp durursa, o ana kadar geçen süre uçuş süresi olarak kabul edilir.

7. Uçağın yaptığı uçuş bir video kasede kaydedilmelidir. Filimde, uçak filmin her karesinde net olarak görülmelidir.

8. Rekor denemesi için 6 uçuşa izin verilir.



Richard Kline'in geliştirdiği uçaklardan Sky Hawk'ın bir benzeri. Bu uçakta Kline-Fogleman basamağı kanadın üst yüzeyinde yer almakta

kına da açık olur. Bazıları ise büyük şirketlerin desteklediği ülke çapında ya da uluslararası yarışmalardır. Örneğin, her yıl Tokyo'daki Yeşil Park'ta ulusal bir kâğıt uçak yarışması düzenlenmektedir. Ülke çapında herkesin yaratıcılığını ortaya koyabileceği bu tür yarışmalara katılan uçaklardan özellikle uçak firmalarının öğreneceği çok şey olabilir.

Yüzlerce ton ağırlığındaki uçaklar çok yüksek hızlara ulaşabilirler. Kâğıt uçaklar ise küçük ve hafiftir. Normal uçaklara göre çok yavaş uçarlar. Bu nedenle aerodinamik açıdan normal uçaklarla bazı noktalarda ayrılırlar. Aslında kâğıt uçaklarla normal uçakların uçuş ilkeleri temelde aynıdır. Aynı ne-



denlerle havalanır aynı nedenlerle sürüklenirler.

Uçmakta olan normal bir uçağı dört aerodinamik kuvvet etkiler: Yerçekimi kuvveti, kaldırma kuvveti, itki ve sürüklenme kuvveti. Yerçekimi kuvveti uçağı yere doğru çekerken kanat çevresinden akan havanın oluşturduğu kuvvet uçağı yukarı doğru kaldırır. Motor ya da pervanelerin yarattığı itki uçağı ileri doğru götürürken havanın uçağın yüzeyinde oluşturduğu direnç

uçağın ilerlemesini engeller. İtkiye ters yöndeki bu kuvvete sürüklenme kuvveti denir. Bunu azaltmak için uçakların yüzeyleri mümkün olduğunca düzgün ve pürüzsüz yapılmaya çalışılır. Kalkış sıra-

sında itki, sürüklenmeden güçlüdür. Aynı zamanda kaldırma kuvveti de yerçekiminden büyüktür.

Uçak sabit bir yükseklikte sabit bir hızla ilerlerken zıt yönde olan kuvvetler birbirine eşit durumdadır. Yani kaldırma kuvveti ile yerçekimi ve de itki ile sürüklenme eşittir. Uçak inişe geçtiğindeyse bu denge durumu ortadan kalkar. Uçak hem alçalmaya başlar hem de hızı düşer. Yani artık yerçekimi kaldırma kuvvetinden daha büyüktür. Aynı zamanda sürüklenme de itkiden daha güçlüdür.

Uçağın havalanmasını sağlayan kaldırma kuvveti uçağın kanatlarında kendiliğinden oluşur. Bu kuvvetin oluşmasını sağlayan da kanat kesitlerinin biçiminden başka birşey değildir.

Kline-Fogleman Kanat Profili

1965 yılında bir reklam ajansında çalışmakta olan Richard Kline üzerinde uğraştığı proje için ilham gelmesini beklerken bir kâğıt uçak yapar. Fırlattığında uçak yalnızca 1 m uçar ve yere çakılır. Yan masada çalışan arkadaşı kendisinden daha iyi uçak yapabileceğini ileri sürer. Böylece aralarında küçük bir yarış başlar. Kısa bir süre sonra odadan koridorlara taşan yarış, Kline'in geliştirdiği modeller kazanır. Kâğıt uçak yapmak Kline için artık vazgeçilemez bir hobi olmuştur.

Fırlatıldığında önce yükselecek sonra da düz uçuşa geçerek uzun süre zerafetle havada süzülen bir uçak yapmanın hayalini kurar. Giderrek daha uzağa giden modeller geliştirir. (Bu modelleri, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları arasında geçen ay çıkan Katta ve Uçur adlı kitapta bulabilirsiniz).

En son geliştirdiği modelinin kanatları üzerinde çalışırken kanatların altına birer cep açmaya karar verir. Böylece çok uzun süre havada kalabilen bir uçak yaratır. Daha sonra da gövde üzerinde çalışır. Çarpmalarda burnun hasar görmemesi için burnu arkaya katlar ve kütleştir. Seloteyp ile de sağlamlaştırır.

Yakındaki top sahasında aynı modelden yaptığı 3-4 uçak ile ilk denemesini yapar. Ama hepsi de kötü uçuşlar yapar. Uçaklarını incelediğinde hepsinde de kanat altı ceplerinin bir kanatta diğerinden daha büyük olduğunu farke-

der. Evde daha özenli bir çalışmayla her iki kanat altındaki cepleri eşit büyüklükte olan uçaklar yapar. Tekrar top sahasına gider. Bu ikinci denemede tüm uçaklar şaşırtıcı derecede güzel uçuşlar gerçekleştirir. Kline uçaklarının hayalindeki gibi uçtuklarını görür.

1969'da, uçağını iş arkadaşı Floyd Fogleman'a gösterir. Fogleman model uçak yapımcısı ve amatör pilotur. Fogleman, uçağın yaptığı güzel uçuştan çok etkilenir. Kline'in kanat profiline farkında olmadan getirdiği yeniliği takdir eder.

Fogleman bu yeni kanat profilini, balsa ağacından yaptığı bir planör üzerinde dener. Yeni tip kanatlar planörde de iyi sonuç verir. Bunun üzerine iki arkadaş bu yeni kanat profilinin patentini almak için kolları sıvar. Öncelikle bu alanda patent verilip verilmediğini araştırırlar. Patent verilebileceğini öğrenince de yaptıkları buluşun

ne olduğunu bilimsel olarak açıklayacak bir aerodinamik uzmanı ile çalışmaya başlarlar.

Queens'teki Havaçılık Akademisi'nde ders veren Bill Churchill kanat profilinin rüzgar tüneli deneylerini yapar. Patent bürosuna başvuru için dosya hazırlanır. Ekibin çalışması iki yıl sürmüştür. Patent bürosuna başvuru yapılır. Bekledikleri gibi bir takım itirazlarla ilk başvuru reddedilir. Dosyayı yeniden hazırlarlar ve 1.5 yıllık bir uğraşın sonunda 1972'de Kline-Fogleman Kanat Profili için patent almayı başarırlar.

Kline hem TV programlarında hem de dergi ve gazetelerdeki yazılarda sürekli olarak kendi buluşları olan yeni kanat profilinin tanıtımını yapar. Başarılı deney sonuçlarını duyurur.

Bu arada yeni tip kanat uzaktan kumandalı model uçaklarda kullanılmaya başlamıştır bile. Kline ve Fogleman model uçak sahiplerinden çok olumlu eleştiriler alır.

Bir süre sonra Kline-Fogleman basamağı uçak pervanelerinin kanatlarında da denerir. Pervanelerde de olumlu sonuçlar alınır. Bu tip pervanelerin bulunduğu model uçak meraklıları uçaklarının manevraları daha rahat yaptıklarını ve uçaklarını daha rahat kullandıklarını belirtirler.

Ancak uçak yapımcısı şirketler çok uzun bir süre bu buluşa kayıtsız kalırlar. Ama sonunda 1981 yılında, tek kişilik jet uçakları üretmeyi planlayan bir Amerikan şirketi Kline ve Fogleman ile bir lisans anlaşması imzalar.

Böylece 1965 yılında basit bir kâğıt uçakla başlayan serüven yeni bir kanat profilinin keşfedilmesiyle ve de uçaklarda kullanılmaya başlamasıyla sona erer.





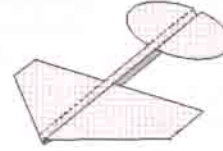
Normal uçaklar ile kâğıt uçaklar aynı ilkelerle uçar. Bir uçağı dört kuvvet etkiler: İtme, sürüklenme, kaldırma kuvveti ve yerçekimi. Kaldırma kuvvetini yaratan uçağın kanat profilinin biçimidir. Kanatların alt ve üst yüzeylerinin farklı şekilleri bu yüzeylere uygulanan basınçların da farklı olmasına yol açar.

1738 yılında, İsviçreli ünlü matematikçi Bernoulli, hareket eden akışkanların uyguladıkları basıncın hızlarına göre nasıl değiştiğini açıklar. Bernoulli'nin açıklamasına göre, bir akışkanın (gazlar da sıvılar gibi akışkandır) hızı artarsa uyguladığı basınç azalmaktadır. Yani bir hortumun içinden akan suyun hızı arttırılırsa hortumun çeperlerine uyguladığı basınç azalır. Uçağın uçuşması da işte bu ilkeye dayanır. Uçak ilerlerken kanat ileriye doğru havayı yarar. Ön taraftaki havanın bir kısmı kanadın üst yüzeyinden bir kısmı da alt yüzeyinden geçerek arka tarafta tekrar birleşir. Kanadın üst yüzeyi bombelidir. Alt yüzey ise düzdür. Bombeli üst yüzeyden geçen hava, düz alt yüzeyden geçene göre daha uzun bir mesafe kate-

derek kanadın arkasına ulaşır. Yani üst yüzeyden geçen hava alt yüzeyden geçene göre daha hızlı hareket eder. Böylece hızlı hareket eden havanın kanadın üst yüzeyine uyguladığı basınç daha yavaş hareket eden alt taraftaki havanın alt yüzeye uyguladığı basınçtan daha az olur. Yani kanadın her iki yüzeyine farklı miktarda basınç uygulanmaya başlamıştır. Alt taraftan uygulanan basınç daha büyük olduğundan uçak havalanmaya başlar.

Kâğıt uçaklar da aynı ilkeye göre uçar. Bu bilgileri kullanarak kâğıt uçağınızın daha iyi uçuşması için kanatlarında birtakım ayarlamalara gidebilirsiniz. Bu konuda Richard Kline adlı amatör bir

kağıt uçak yapımcısının sıradışı bir başarısı olmuştur. Kendi kağıt uçakları için geliştirmiş olduğu bir kanat tipinin normal uçaklarda da kullanılabileceğini düşünüp buluşu için patent almıştır. Şu anda küçük bir uçak firması onun kanat tipini kullanan uçakları üretmek için çalışmalarına başlamıştır.



Kağıt uçak yapmanın birçok nedeni olabilir. Bilimsel bir proje için, yarışmaya katılmak için, öğrencilere ders anlatırken ya da sırf eğlence amacıyla kağıt uçak yapabilirsiniz. Ancak amacınız ne olursa olsun, kağıttan bir uçak yapımına girişmeden önce küçük de olsa bir plân yapmak gerekir. Özellikle uçaktan ne beklediği iyi saptanmalıdır. Onun ola-

İtmeden Uçmak

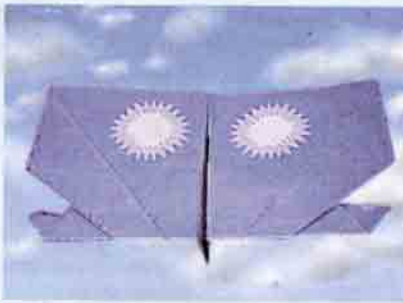
Doç. Dr. Zafer Dursunkaya
ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü

Hareket ve sürtünme. Sürtünmeyi, hareketin sırtına yapışmış bir asalak olarak görebiliriz. Hareketin olduğu her yerde sürtünme de var ve hareket durana kadar (ya da sürtünme tarafından durdurulana kadar) kendini gösteriyor. Hareket eden tüm sistemler arabalar, koşan, uçan, yüzen hayvanlar, uçaklar, gemiler sürtünmeye rağmen hareketlerini sürdürürebilmek için bir kuvvet yaratmak zorundalar.

Karada hareket edenler için bir tek kuvvet yeterli. Ancak suda ve havada serbestçe dolaşmak isteyenlerin bir de faziadan, yerçekiminin etkisini dengeleyecek bir kuvvete gereksinimleri var. Gemiler, balıklar ve denizaltılar bu işin çözümünü suyun kaldırma kuvvetinden yararlanmada bulmuşlar. Balıklardaki hava keseleri ile denizaltı ve gemilerindeki hava dolu geniş bölmeler, aslında sudan daha ağır olan bu canlı dokuları ve metalleri hava ile "hafifleştirir". Böylece suyun içinde, yerçekimine karşı koyarlar.

Peki ya havada uçmak isteyen kuşlar, uçaklar ve planörler ile denizlerde yüzen ama hava kesesi olmayan köpekbalkılları? Köpekbalkılların hava kesesi yok, uçan grup da kendilerini hafifletecek havadan daha hafif bir maddeyi depolayacak durumda değil. Böyle bir depolama hava çok hafif olduğu için daha fazla hacme gereksinime gösterecek (balon ve zeplin, havadan daha hafif bir madde depolamanın hantal

örnekleri). Öyle ise havada hızlı ve çevik hareket eden kuşlar, uçaklar, planörler, paraşütler yerçekimi kuvvetine nasıl direniyorlar? Bu gruptakiler de hareket etmenin bir yan etkisinden yararlanıyor. Uçan ya da yüzen (canlı ya da cansız) cisimlerin etrafından akan akışkanlar cisme basınç uygular. Cismin çevresindeki basıncı inceleyerek, her noktada farklı olduğunu görürüz. İşte bu cisimler; gövdelerinin yeryüzüne bakan taraftaki basıncını, gökyüzüne bakan taraftaki basınçtan yüksek kılabilecek bir şekilde sahiplerse, (yerçekimi kuvvetinin tersi yönde bir kuvvetle) havada düşmeden ya da suda batmadan kalabilirler. Ancak yüzeyler arasındaki bu basınç farkını oluşturabilmek için sürekli hareket halinde olmaları gerekir. Köpekbalkılları işte bu nedenle durmadan yüzmek zorundadırlar. Uyu-yacak olurlarsa, uyanana kadar (ya da dibe vurana kadar) batmayı sürdürürler. Ancak hareket etmek için de sürekli bir güç yaratmak gerekir. Bu gücü, köpekbalkılları ve kuşlar, besin olarak aldıkları diğer hayvan ve bitkilerden; uçaklar da yüz milyonlarca yıl önce ölmüş canlılardan bize



kalan fosil yakıtlardan elde ederler. Bu konuda kuşların ve planörlerin bir de "haksız rekabeti" söz konusu. Çünkü atmosferde, yeryüzüne yakın havanın ısınması nedeniyle ortaya çıkan ve döne döne yükselen hava akımları, kuşlara ve planörlere (bazen de yamaç paraşütlerine) bir güç üretmelerine gerek kalmaksızın "hareket" sağlar. Bu hava akımı sürdürdüğü sürece "kollanı bile kıpırdatmadan" havada kalırlar.

Peki kâğıt uçaklar ne yapısın? Kâğıt uçakların ne normal uçaklar gibi motorları, ne de kuşlar gibi besin enerjisini harekete dönüştüren hareketli kanatları var. Yalnızca kendilerini fırlatan insan elinin verdiği ilk hız ile hareket etmek ve havada kalmak zorundalar. Sürtünme, sürekli olarak hızlarını kesmekte ve yavaşladıklarında da yerçekimine karşı koymaları zorlaşmaktadır. Kendilerini itemedikleri ve çoğunlukla atmosferdeki hava akımlarından yararlanamadıkları için çok iyi tasarlanmaları gerekli. Öylesine ki, hem üstlerindeki sürtünme en aza insin hem de bu sırada üstlerindeki kaldırma gücü de azalması. Bu iki konu birbirlerine tam zıt nitelikte. Yani sürtünmeyi azaltmak için hızı azaltmak ve yüzey alanını (çoğunluk kanat alanını) küçültmek gerekir. Ancak havada kalmayı sağlayan ve yerçekimine karşı koyan kuvveti arttırmak için de daha fazla kanat alanına ve daha yüksek hız gereksinimi var. İşte motorlu ağabeylerinde olduğu gibi kâğıt uçaklarda da bu ikilem arasında ortalama çözümünü bulabilmek ve uçağını havada en uzun süre tutabilmek için bu uğraşta gönül veren amatörler kâğıt, makas, yapıstıncı ve deneme-yanılmanın verdiği deneyimleriyle yeni yeni tasarımlar geliştirmeyi sürdürüyorlar.



Scientific American'ın 1966 yılında düzenlediği ilk uluslararası kağıt uçak yarışmasından sonra Amerika'da ve Avrupa'da her yıl birçok lise ve üniversitede halka açık kağıt uçak yarışmaları düzenlenmekte. Öğrencilerin yanında yetişkinler de bu yarışmalara katılıyor.

bildiğince uzağa mı gitmesini istiyorsunuz? Yoksa yavaşça süzülerek uzun süre uçmasını mı bekliyorsunuz? Ya da sadece havada güzel ve şaşırtıcı şekiller çizerek hoş bir uçuş sizin için yeterli mi? Buna karar verdikten sonra gerekli malzemeleri bir masanın üzerinde toplamalısınız.

Uçağınızı bir kitabın ya da dizinizin üzerinde yapmak yerine masa üzerinde yaparsanız daha başarılı sonuç alırsınız. Eğer uçak yapacağınız kağıdı kesmeniz gerekiyorsa elle yırtmak yerine keskin bir makas kullanın. Hatta varsa bir maket bıçağı daha iyi olur. Plânla-

ma ve tasarım aşamasından sonra yapım aşaması gelir. Bu aşamada çok özenli çalışılmalıdır.

Tasarladığınız uçağı yaparken (uçağın tipinden bağımsız olarak) dikkat etmeniz gereken bazı püf noktaları vardır. Öncelikle katlamalarınızı kaydırmadan, düzgün yapmalısınız. Kat yerlerinde birden fazla kat çizgisi oluşturmamaya da dikkat edin. Kat yerlerini keskinleştirirken tırnaklarınızı kullanmayın. Kalem ya da cetvel kullanın. Simetrisinin çok önemli olduğunu unutmayın. Uçağınızın özellikle kanatlarının simetrik olmasına özen gösterin. Bir kanadın di-

ğerinden büyük olması ya da eğiminin farklı olması uçağın sağa ya da sola sapsmasına yol açacaktır. Öte yandan uçağınızın havada uzun bir süre kalmasını istiyorsanız kanat alanlarını geniş tutmalısınız. Eğer uzağa gitmesini istiyorsanız da kanatları küçük tutmalısınız.

Ayrıca uçağın ağırlık merkezinin öne doğru yaklaşması için burnuna tacağınız bir (belki de iki) orta boy ataç uçağınızın daha düzgün uçmasını sağlayacaktır. Ataç kullanmak yerine, 4-5 kat seloteyp de yapıştırabilirsiniz.

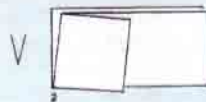
Kanatları da yere paralel yapmak yerine yukarı doğru hafif bir eğim vere-

SKY HAWK



Richard Kline'in bu modelini yaparken kullanacağınız malzemeler; keskin ve tercihen uzun bir makas (ya da bir maket bıçağı), yapıştırıcı, seloteyp, cetvel, küçük bir gönye ve birkaç orta boy ataçtır.

1. Cetvelinizi 1 no'lu çizginin üstüne yerleştirin. Kat yeri tam çizginin üstüne gelecek şekilde kağıdın dışarda kalan kısmını cetvel boyunca yukarı doğru kıvrın. Cetveli çekin, kağıdı tamamen katlayın ve üçgen cetvelle kat yerini keskinleştirin.



2. Cetveli 2 no'lu çizginin üstüne yerleştirin ve katlayarak uçağınızın kanatlarını oluşturun. İki kanadın karşılıklı kenar ve köşelerinin tam olarak üst üste gelmesine dikkat edin. Kat yerlerini keskinleştirin.

3. Cetveli 3 no'lu çizgiye yerleştirin, katlayın ve kat yerini kes-



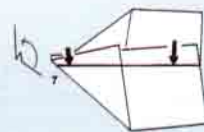
kinleştirin. 4. Cetveli 4 no'lu çizgiye yerleştirin, katlayın ve kat yerini keskinleştirin.

Bu son iki katlamayla uçağınızın dümenini oluşturduunuz. Dümenin iki tarafının karşılıklı kenar ve köşelerinin tam olarak üst üste gelmesine dikkat edin. Dümenin 2 no'lu çizgiyi aşan uçlarını seloteyple birbirine yapıştırın.

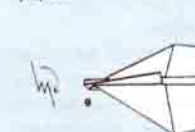
5. Cetveli 5 no'lu çizgiye yerleştirin, kanadı cetvel boyunca kıvrın.



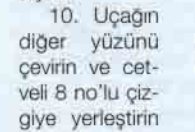
6. Cetveli çekin, kanadı kat yeri boyunca aşağı doğru katlayın ve kat yerini keskinleştirin.



7. Uçağın diğer yüzünü çevirin ve 6 no'lu katlamayı yapın. Karşılıklı kenar ve köşelerin üst üste gelmesine dikkat edin.



8. Cetveli 7 no'lu çizgiye yerleştirip katlamayı yapın.



9. Cetveli çekin, kanadı kat yeri boyunca katlayın ve kat yerini keskinleştirin.



10. Uçağın diğer yüzünü çevirin ve cetveli 8 no'lu çizgiye yerleştirin (büyük oklara bakın). Kanadı cetvel boyunca kaldırın ve kıvrın, sonra cetveli çekip kanadı katlayın ve kat yerini keskinleştirin. İki kanadın karşılıklı kenar ve köşelerinin tam olarak üst üste gelmesine dikkat edin (küçük oklara bakın).



11. Uçağı yan yatırarak üçgen cetvelle bütün kat yerlerini tekrar keskinleştirin.

rek ön kısmını kalkık yapın. Böylece uçağınız fırlatıldıktan sonra hemen yükseklik kaybetmeyecektir. Onun yerine, yavaş yavaş yükselmesine bir süre daha devam edecektir. Ancak kanadın bu eğimini küçük tutmaya çalışın. Aksi takdirde uçağınız dengesini yitirip yere çakılabilir.

Tasarladığınız uçağı yaptıktan sonra hemen fırlatmayın. Önden ve yandan yapacağınız kontroller ile her iki kanadın da aynı eğimde olduğundan emin olun. Artık özenle hazırladığınız ve kontrollerini de yaptığınız uçağınızı fırlatabilirsiniz.

Deneme atışlarında uçağınızı iyi bir uçuş gerçekleştiremeyebilir. İyi olmayan bir uçuş yalnızca tasarımın kötü olmasından kaynaklanmaz. O nedenle hemen yeni bir model tasarlamaya ve yapmaya girişmeyin. Önce kötü uçan uçağınızı bir kaç kez daha uçurup sorunun nereden kaynaklandığını bulmaya çalışın. Yapacağınız bir-iki küçük ayarlama, önceden kötü uçan uçağınızın artık hiç ummadığınız bir şekilde, güzelce süzülmesini sağlayabilir. Yarışmalarda sabırla ve özenle çalışan Japonların en iyi dereceleri aldığını anımsayın.

Uçağınızı düz gitmek yerine sağa sola yönelebilir. Bu istenmeyen yönelimi



kanatların eğimleriyle oynayarak gidebilirsiniz. Bir diğer yöntem de kanatların ön ya da arka kısımlarını aşağı yukarı hafifçe bükme. Ancak bükme ile katlamayı birbirine karıştırmamak gerekir. Bükmeden anlaşılın, içe ya da dışa doğru kavis vermektir.

Eğer uçağınızı fırlatılır fırlatılmaz yere çakılıyorsa her iki kanadın da arka kısımlarını hafifçe yukarı kıvrın. Kanatlarınızın ön kısımlarını hafif yukarı doğru

kalkık (eğimli kanat) yaptıysanız bu açığı biraz azaltın ya da kanatları tamamen yere paralel hale getirin

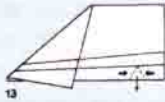
Bazı uçaklar da fırlatıldıklarında birden yükselir ve ardından da yere çakılır. Uçağınızın başına böyle bir durum geliyorsa düzeltmek için iki türlü müdahalede bulunabilirsiniz. Önce kanat açılarını (tabii ki her iki kanatta da aynı miktarda) biraz arttırmayı deneyin. Bir düzelme olmazsa kanatların arka kısımlarını hafifçe aşağı doğru bükün.

İlk uçuşunda başarısız olan uçağınızda yapacağınız böyle küçük bükme, kıvrıma ve bombe vermelerle şaşırtıcı sonuçlar elde edebilirsiniz. Eğer tüm bu ayarlamaların sonunda uçağınız hâlâ düzgün bir uçuş yapamıyorsa işte o zaman yeni bir model tasarlamayı düşünün.

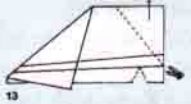
Kağıt uçakları uçururken unutulmaması gereken önemli bir nokta da güvenlidir. Eğer uçağınızı kalabalık bir yerde uçuracaksanız, fırlatmadan önce çevrenizdekileri uyarın. Uçaklar her zaman beklenilen doğrultuda uçmayabilir. Dosdoğru gitmekte olan bir uçak yolun ortasında hiç umulmadık bir şekilde, 90°'lik ani bir dönüş yapıp birisine çarpabilir. Uçaklar insanlara doğru ya da üzerlerinden fırlatılmamalıdır. Kağıt uçakların yarattıkları tehlike büyük ölçüde sivri burunlardan kaynaklanır. Bunun ortadan kaldırmak için burnu bir parça kesmebilir ya da katlayarak kütletirebilirsiniz.

Çağlar Sunay

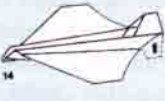
12. Uçağı 4. maddedeki haline getirin. Makasla 9 no'lu çizgi boyunca keserek bir çentik oluşturun. Gövdenin bu çentiğın arkasında kalan kısmı uçağınızın kuyruğu olacak.



13. Kanatları üst üste getirip 10 no'lu çizgi boyunca kesin.



14. Uçağı 10. maddedeki haline getirin. Aşağıdan yukarı doğru iterak kuyruk bölümünü gövdenin üst tarafına geçirin ve kuyruk üzerindeki kat yerlerini tekrar keskinleştirin.



15. Burnun ucunu gövdenin içine doğru katlayın.



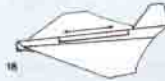
16. Gövdenin iç yüzeyindeki ve kuyruk bölümündeki gri alanlara yapıştırıcı sürün. Yapıştırıcının yeterince kurummasını bekleyin. Kurduktan sonra gövde ve kuyruktaki karşılıklı yüzeyleri sıkıca birbirlerine bastırın. Yapıştırıcı taşan yerler olursa temizleyin.



17. Uçağı 13. maddedeki haline getirin. Gövdenin alt kısmını 11 no'lu çizgi boyunca kesin.



18. Gövdenin üst yüzeyini ortadan boyalamasına seloteyleyin, ancak ön tarafta araya bir ataç sokabilecek kadar yer bırakın.



19. Uçağı ters çevirip gövdenin ön kısmını iki yandan bastırarak sıkın ve burun kısmının çevresini birkaç tur atarak seloteyleyin. Seloteyin burun ön tarafından taşan kısımlarını kesin.



20. Uçağı düz çevirin ve gövdenin ön kısmındaki aralığa, ağırlık yapması için bir ataç yerleştirin.



21. Kanatları düzleştirin. Uçağınız artık uçmaya hazır. Mükemmel bir uçuş için uçağınızın ince ayarlarını yapmayı ihmal etmeyin.



22. Uçağınızı havaya fırlatırken burnunu başparmağınız ve orta parmağınızla tutun. İşaret parmağınızı da dümenin arkasına yerleştirin. Bir top fırlatıyormuş gibi sertçe ve düzgünce fırlatın.



Kaynaklar
Kazda ve Uçur, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları
<http://www.yate.edu/ynht/criculum/units/1988/6/88.06.02.x.html>
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/1817/paper.html>
http://www.rcycs.demon.co.uk/planes/p1_sites.html
<http://www.albstar.fiu.edu/acro/wing31.html>
<http://daps.ivr.nasa.gov/curriculum/curriculum/design-competition.html>
<http://www.worldvillage.com/wv/cale/html/reviews/paperair.html>

