

KUŞLARIN ENERJİ MUCİZESİ

Werner NACHTIGALL

Yakut olarak vücudundaki iki gram yağ ile bir kolibri Meksika Körfezinin 800 kilometrelik su çölünü uçarak geçer. Göçmen kuşların Büyük Sahra'dan geçmeleri ise daha şaşırtıcıdır: Onlar iki günlük bir yolculukta hiç dinlenmeden 2000 kilometre yol alırlar.

Pasifikte Midway adalarında Amerikan Hava Kuvvetlerinin bir üsleri vardır, burası eskiden büyük albatrosların yurdu imiş. Resmî raporlara göre havada jet uçaklarına çarpan yaban ördekleri kanat saçlarında kova büyüklüğünde delikler meydana getirmişler, hatta santimetre kalınlığındaki ploksiglastan başlıkları parça parça etmişler, uçak gövdesinde çatlaklara sebep olmuşlardır. Büyük bir albatros bir yaban ördekten on kat daha ağırdır. Hayvanların üstün uzaklaştırılmalarının nedenini anlamak bu yüzden pek zor değildir. Onlar yakalanmış ve binlerce kilometre uzaklara taşınmıştır. Hava kuvvetleri birkaç gün rahat etmişler fakat sonra albatroslar tekrar eski yurtlarına dönmüşlerdi. Onların yurtlarını tekrar bulma ve büyük uzaklıkları uzun mesafe uçuşlarıyla kısa zamanda aşma yeteneklerinin bu kadar yüksek olabileceğini önceden kimse tahmin edememişti.

Hız rekorunu Kuzey Amerika kıyılarında serbest bırakılan bir hayvan kazandı, burası Midway adalarından 5120 kilometre uzaktaydı. 10 gün içinde o geri gelmişti, bu onun günde 500 kilometreden az olmayan bir mesafe uçmuş olması demekti.

Uzak mesafe rekoru ise bir başkasına aittir. Filipinlerden bırakılan bir albatros geri dönebilme için 31 güne ihtiyaç gösterdi, fakat uçtuğu mesafe 6600 kilometre gibi muazzam bir uzaklıktı.

Bütün bu uzaklık ve hızlara ait verilerin ilk anda fazla yüksek görülmesine rağmen, onlar hiç bir surette olağan üstü sayılmazlar. Albatros bu gibi uzak mesafeleri, kuşkusuz kendi kuvvetiyle uçmamıştır hiç olmazsa yolun önemli bir kısmını onun için tipik olan "dinamik planör uçuşu" ile

uçmayı başarmıştır, bu uçuş sayesinde hayvan rüzgarın hız farklarından enerji kazanır. Yorgun olunca her zaman suya inip dinlenmek olanağı vardır. Açık denizler üzerinden uçarak büyük mesafeleri geçmek zorunda olan kara kuşlarında ise durum başkadır.

Hiç bir hayvan istenilen her hangi olağanüstü bir gücü oluşturamaz. Göreli güçler hayvanın büyüklüğü ile, yani hayvanın ağırlığı ile sıkı sıkıya orantılıdır. 3 milimetre büyüklüğünde bir pire 90 cm yüksekliğinde bir koltuğun arkasına atlayabilir de 3 metre yüksekliğinde bir fil 900 metrelik bir dağın üzerinden atlayamaz. Bir kilise kulesinin üzerinden sıçrayarak aşabilecek bir pire bir insan büyüklüğünde olacaktı ki, bu ancak masallar âleminde rastlanacak şeylerdendir. Genellikle ufakça ve orta büyüklükte kuşlar tipik göçücü kuşlardır, fakat ne en küçük ne de en büyük kuşlar bu kategoriye girerler.

En küçük kuşlar arasında "archilochus colubris" türünden yakut boyunlu kolibriler en başta yer alır. 4 gram kadar olan ağırlıklarıyla bunlar büyük çekirgelerden daha ağır değildirler fakat hayret verici, uçuş güçlerine erişirler. Bu kolibri Kuzey Amerika'nın doğusunda yaşar ve kışı Orta Amerika'da geçirir. Bu uçuşları sırasında Meksika Körfezi'ni (uçuculuk dilinde non stop denilen bir uçuşta hiç bir yerde durmadan) geçerler, yalnız onlar albatroslar gibi havada ne kayarlar ne de bir planör misali süzülürler, kendi kuvvetlerini kullanarak aktif bir uzun mesafe uçuşunu başarırlar. Ve aldıkları yol neredeyse 800 kilometreyi bulur.

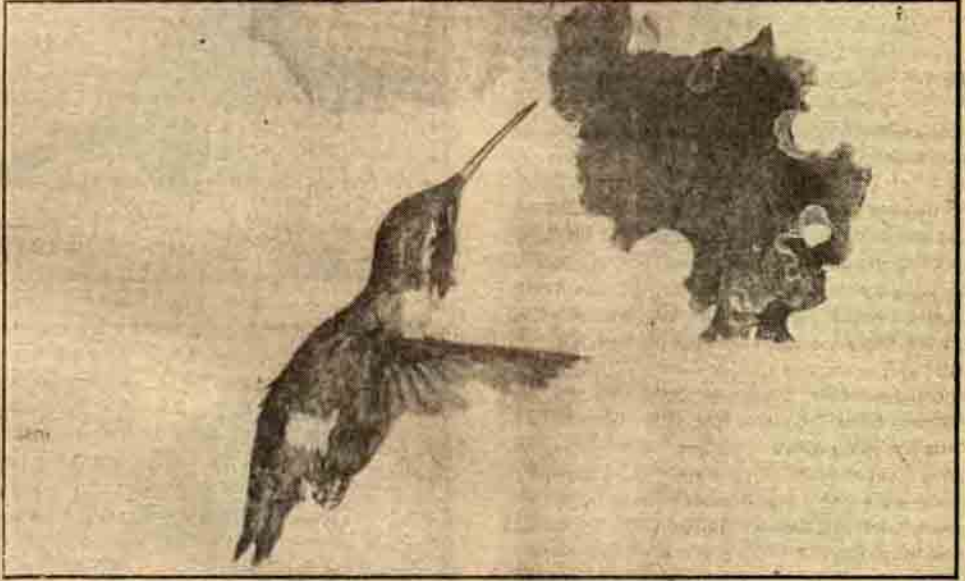
Meksika'ya giden bir hava yolcusu uçak penceresinden baktığı zaman tam bir saat süreyle sessizce dalgalanan sonsuz bir su çölünden başka

birşey göremez, oysa kolibrinin uçuş hızı "teknik dev kuşun" kinin yirmide biridir. Yani kolibri tam bir gün yolda kalacaktır. En elverişli durumda belki bundan birkaç saat daha az.

Bu aşağı yukarı 9 santimetre uzunluğundaki hayvancığın ortalama kanat çırpma frekansını saniyede 50 vuruş olarak kabul edersek böylece o onsekiz saatlik bir uçuşta kanatlarını 3,24 milyondan daha az olmamak üzere aşağı yukarı hareket ettirecektir. Kan dolaşımı ve solunum sistemi yüksek turlarda çalışacak ve kas motoru oldukça yüksek bir ısı üretecektir. Bütün bunlar enerji bütçesine yüklenir. Böyle sürekli ve yüksek bir canlılık ve etkinlik için gereken enerjiyi kolibri nereden alır?

Tabii o her göçücü kuş gibi yola çıkmadan önce karnını iyice doyurmuş ve kendisine bir yağ stoku sağlamıştır. Uzun yol uçuşlarından önce kuşlar vücut ağırlıklarının yüzde 50'sine kadar bu yüksek enerji dolu "Uçuş yakıt"ını vücutlarında depo ederler. Yakut boyunlu kolibri için aslında bu pek fazla birşey tutmaz: Aşağı yukarı 2 gram.

Onun Meksika Körfezi'ni geçerken meydana koyduğu uçuş gücünün aerodinamik ve iş fiziolojisi bakımından hesaplanması, bütün bulma (tedarik) sistemleri ve uçuş fonksiyonları en iyi şekilde gelişmiş olduğu takdirde, bu iki gramın kolibrinin körfezi geçmesine tam yeteceğini ortaya çıkarmıştır. Yalnız bir güvenlik kat sayısı



Kolibriler hayvanlar arasında metabolizma devleri sayılırlar. Vızıldayarak havada yarım saat kadar hatta daha uzun durabilirler.

olarak herhangi bir yedek yakıt için yer kalmamıştır. Yakıt stoku, kıyı kolibri tarafından görüldüğü zaman 100-200 kilometre kadar daha ancak yetiştirilir. İşte o derhal yere inmek ve besin almak zorundadır ki böylece metabolizmasını çalışır durumda tutmaya devam edebilsin. Çok ince dengelenmiş fakat aynı zamanda olağanüstü riski (tehlikesi) olan bir sistem. Kimse bu hesabın kaç kere tamam çıkmadığını ve kolibrilerin fazla kuvvetli karşı rüzgarlar yüzünden kurtarıcı kıyıya kaç kez erişemediğini bilemez. Arkalarından gelen elverişli rüzgarlar olursa, kıyıda yere ayak basmadan 300 kilometre kadar içerlere doğru

uçmaları ve oralarda daha iyi ve bol besine kavuşmaları olancağı da vardır.

Göçe çıkmaya hazırlanan kolibriler yakalanıp tartılır ve körfezi geçtikten sonra karaya varanların ağırlıklarıyla bir kıyaslama yapılırsa, yukarıda sözünü ettiğimiz yakıtın tüketim miktarı bulunmuş olur. Yola çıkmadan önce iyi doymuş ve yağlıdır, uçuşun sonunda yağdan en ufak bir zerre bile kalmamıştır.

KÜBA ÜZERİNDEN DOLAMBAÇ

Belki de bu küçük kolibriler doğrudan doğruya körfez üzerinden uçmaya ancak bütün

Çalı bülbülünün (kırmızı kuyruk) yuvaya önünde içeri girerken alınmış bu seri fotoğrafları Biyofizikçiye kuş uçuşunun dinamiği hakkında ilginç bilgi verir.

koşullar tamam ve elverişli olduğu zaman cesaret ederler. Birçok araştırmacı bu hayvancıkların büyük bir kısmının Küba ve Florida üzerinden geçtiğini kabul ederler. Açık deniz çizgisi daha kısadır. Nasıl olursa olsun, bu mini mini hayvanların bize bir hayal gibi görünen güçleri ve başarıları hiç bir şekilde küçümsenemez.

Fakat acaba bu gerçekten bu kadar müthiş midir? Uzun mesafe uçucularının uçuş güçlerini ölçmek nasıl kabildir? Böyle kısmen biyolojik, kısmen fiziksel olan bu doğal olayın içine girebilmek için basit formüller ve hesap olanakları geliştirmek kabil midir?

Acaba bu görünüşte, hepsinin aynı amacı taşıdığı birçok doğal olayların beraberce oynadığı bir oyun mudur? Mümkün olan her yerde güç harcamalarını en az derecede tutmak yani enerji tasarruf etmek genel biyolojik bir prensip, fizyolog için pek aykırı olmayan bir soru.

Organizmada enerji harcamalarını en az derecede tutmak konusu açık denizler üzerinde uzun mesafe uçuşu yapmak zorunda olan göçmen kuşlar örneğindeki kadar hiç bir şeyde bu kadar açık ve anlamlı değildir. Fizyolojik optimumdan (en uygun değerden) ufak bir sapma ve zavallı kolibri kendisini kurtaracak olan kıyının önünde suya düşer, boğulur. İyi tahmin edilmeyen bir yan randıman (verim) derecesi 2000 metre yükseklikte saatte 35 kilometre ile 55-60 saatlik bir nonstop uçuşu yapan Avrupalı güzel sesli küçük bir kuşu Büyük Sahra üzerinde yere inmek ve susuzluktan ölmek zorunda bırakır.

Trans-Sahra yolu belki Meksika Körfezi üzerinde uçmaktan da daha tehlikelidir. Avrupalı küçük "adi" kuşların bir çoğunun göçleri sırasında muntazaman bu öldürücü yolu izlediklerini kim bilir ki: İki gün süren nonstop uçuş, aşağı yukarı saniyede 15 kanat çarpışı, hiç durmadan 2,6 milyon kez kanatların hareketi.

İngiliz kuş uzmanı Colin J. Pennycnick uzun mesafe uçuşunda önemli olan bir noktaya dikkatimizi çekmiştir: Kuşların korunması. Bir kuş Orta Avrupa'dan örneğin Güney Afrika'ya kışı geçireceği bölgeye gitmeden önce bir kaç hafta yoldadır. Bu sırada bir kaç kez durup bundan



sonraki uçuşu için deposunu yeni yakıtla doldurmak yani kesin olmak suretiyle ve metabolizma yoluyla enerji dolu bir yağ yastığı oluşturmak zorundadır. O enerji tüketen bir uzun mesafe uçuşundan sonra yeter derece besin ve su olabileceği bölgeler bulmalıdır. Pennycnick bunlara "Refuelins stations (ara yakıt alma istasyonları)" adını verir.

YAKIT İSTASYONLARI OLMAZSA GÖÇÜCÜ KUŞLAR ÖLÜRLER:

Şehirlerin büyümesi, ormanların kesilmesi gibi nedenlerden dolayı gittikçe böyle doğal ara

bölgeler kıyımına uğramaktadır. Esaslı bir bölge büsbütün ortadan kalkınca kuşların ihtiyacı olan besini bulmalarına olanak kalmaz ve kuşlarda eskiden beri alışlagelen göçlerini artık yapamaz olurlar. Bunun sonucu olarak da göçücü kuşlar soğuk enlemlerde kışı geçirmek zorunda kalırlar ve zamanla nesilleri tükenir.

Bunun neye mal olacağı derhal görülemez. Pennycnick bu yüzden göçücü kuşların geçtikleri yolların esaslı bir surette incelenmesini ve bir kolyedeki inciler gibi besini bol istirahat yerlerinin sağlanması için milletlerarası bir işbirliğini önermektedir. Bu gibi iki istirahat yerinin arası mümkün olduğu kadar 1500 kilometreyi geçmemelidir. Elverişli ara bölgelerin artık bulunmadığı yerlerde, bunlar yeniden kurulmalıdır. Buna iyi bir örnek Münih'in kapıları önündeki Ismaninger baraj gölüdür.

Bir kuş uzun bir mesafe uçtuğu zaman bir kanadı aynıyle öteki gibi gidip gelir. Uçuş hızı değişmez, uçuş yükseltisi de sabit kalır. Bu bütün uçuş durumlarının en basiti ve önemlisidir; Düz doğrultuda, yatay, ivmesiz kararlı bir uçuş zaman

birimi içinde kuş bir yandan ileri gidebilmek, öte yandan da yere düşmemek için belirli bir enerji harcamak zorundadır, ki buna uçuş enerjisi adı verilir. Diğer taraftan hayvan metabolizma dolayısıyla yakılan yağ rezervinden alınan enerjiye sahip olmalıdır, metabolizma enerjisi. Kas motoru yakıtın kimyasal enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmek zorundadır. Zamanla ilişkilendirilen enerjiler güçleri verir. Harcanan uçuş gücü, verilen metabolizma gücüne oranlanırsa, genellikle birden küçük ve ideal durumda bir olan bir kesir meydana gelir. Bu kat sayıya uçuş kaslarının tüm randımanı adı verilir. Uzun ölçümlere göre rüzgar kanadı içinde uçurulan kuşların kas randımanı yaklaşık olarak 0,23 tür. Bunun anlamı şudur: Kuşa verilen kimyasal güçten yalnız % 23 ü uçuş gücü olarak yararlı olur ve geri kalan % 77 si faydasız ısı olarak kaybolur gider.

Bu serbest olan ısı miktarı ek bir fizyoloji sorundur: Sıkı çalışan kas motoru fazla ısınmamalıdır, aksi takdirde metabolizmanın çökümü sebeb olur.



Isının dışarıya yöneltilmesi gerekir. Isıyı dışarı verecek yerler akciğer dokusu ve deri yüzeyidir. Kuvvetli bir dolaşım sistemi serbest kalan ısıyı ilk önce bu yerlere iletmek zorundadır. Kanın iyice içinden geçtiği akciğer dokusu onu solunum havasına yükleyecektir, daha küçük kısmı havanın kendisine, daha büyük kısmı beraberce çıkarılan su buharına. Kuş tüylerini açarak rüzgarın derisine çarpmasını sağlar ve böylelikle vücudunun esas bölgelerini serinletir. Bu şekilde de ısı dışarı atılmış olur.

Bu insanla kıyas edilirse, dışarıya "kuru" bir ısı atışıdır. Kuşların derilerinde ter bezleri yoktur. Buna rağmen hızlı uçuşlarda ve orta sıcaklıklarda tüm ısının %80'ine kadar kaybederler.

Kaba bir hesapta kuşun aldığı kimyasal metabolizma enerjisinin dörtte ya da beşte biri



mekanik olarak faydalanılan uçuş enerjisine dönüşür. Bunlar ve daha başka veriler, şimdi en yeni araştırmalar tarafından doğrulanmaktadır. Son on yıl içinde biyofizikçiler kuşların metaboliz-

ma fizyolojisi hakkındaki bilgilerini adım adım genişlettiler.

Altmış yıllarının ortalarında Amerika'da Duke Üniversitesi Profesör yardımcılarından bir genç kuşlar üzerinde denemeler yapmaya başladı. Amacı onların uçuş güçlerini ölçmekti. Bu gencin adı Vance Tucker'di. O kendine çok geniş bir program çizmişti. Kuşlar dakikalarca, hatta saatlerce devamlı olarak bir rüzgar kanalında uçacaklardı, bu sırada soluklarındaki gaz miktarı ölçülecekti. Bu değerlerden de metabolizma fizyolojisiyle ilgili güç değerleri hesap edilecekti. Gidilecek yol Amerikan fizyoloğu O. Pearson tarafından daha önceleri 1950 de çizilmişti. O bu çeşit ilk klasik denemeyi yapmıştı: Kolibriler içi şekerli su ile dolu bir cam tüpün etrafında, yeni bir besin kaynağının yanında çok daha uzun zaman vızıldayarak uçuşlarını sürdürüyorlar ve arada birde gagalarını şekerli suya sokuyorlardı.

CAMDAN BİR ÇAN ALTINDA VIZILDAYARAK UÇAN KOLİBRİLER

Pearson kolibrilerin camdan yapılmış çok büyük çanların altında vızıldayarak uçmalarını sağladı, bunlar dışarıdan içeriye hava girmeyecek şekilde sıkı sıkıya kapanmıştı. Bu uçuş sırasında onlar oksijeni kullandılar ve çandan dışarıya çıkamayacak olan karbon dioksidi de attılar. Zamanla çanın içindeki bileşim değişti. Her iki dakikada bir provalar alındı ve analiz edildi. Böylece vızıldayarak uçan bu mini mini kuşların soludukları gaz miktarı hakkında bir fikir edinilmiş oldu.

Bu yöntemin aslında sakıncaları vardı. Hayvancık her geçen dakikada daha fazla kirlenmiş bir hava içinde uçmak zorundaydı. Bu yüzden koşullar fizyolojik değildi.

Vance Tucker küçük bir kuşun kapalı bir rüzgar kanalında yerli yerinde uçuşmasını sağladı. Böylece atmosfer aynı şekilde değişmek zorunda kalacaktı ve solunan gaz miktarı yalnız pike kısa uçuşlarda değil uzun uçuşlarda ölçülebilecekti. Yalnız mesele bir kuşun böyle bir rüzgar kanalının doğal olmayacak koşulları içinde uçuşması nasıl sağlanabilecekti.

Dietro Bilo ve bu satırların yazarı on yıl kadar önce Münih'de bunu denemişti. Fakat biz bir kaç dakikalık uçuş sürelerinden daha ileriye gidemiştik, bu hususta akla gelen her türlü yöntemleri denemiş olmamıza rağmen.

Vance Tucker ve arkadaşları gerçekten küçük kuşların sonraları şahin ve martıların bile, ve en sonunda yarasaların da çeyrek saatten yarım saate

kadar rüzgar kanalında uçmalarını başarıyla sağladılar. İşin püf noktası deneklerin atıştırılmasında idi. Hayvanları korkmadan insana alışacak şekilde evcilleştiriyorlar ve haftalar hatta aylarca sürecek denemelerde her gün biraz daha fazla kanal koşullarına alıştıyorlardı.

Bundan başka neredeyse olası olmayan bir yöntemde de başarı sağlandı. Solunmanın ölçülmesi devamlı surette bozulan bir atmosferde kapalı rüzgar kanalında fizyolojik değildi ve hatalı oluyordu. Tucker deneklerinin başlarına küçük plastik takkeler geçirdi ve bunları çok ince plastik hortumlarla bir oksijen analiz aygıtına bağladı. Böylece kuşlar soluklarındaki gazı doğrudan doğruya analizatöre üflüyorlardı ve o da burada devamlı olarak oksijen ve karbon dioksit miktarını tahlil ile buluyor ve ölçü değerlerini zaman fonksiyonu olarak bir iğri ile gösteriyordu. Böylece ilk kez uzak uçuş yapan kuşlarda solunum gazlarının bileşiminin fizyolojiye uyan koşullar altında saptanılması başarılmış oluyordu.

Sonuçlar- denek olarak bir muhabbet kuşu alınmıştı- ilk bakışta şaşırtıcı idi: artan uçuş hızıyla daha fazla enerji harcandığı ve bununda daha büyük bir oksijen tüketimine yol açtığı akla yakın gelirdi. Oysa gerçek böyle değildi.

GARIP MİNİMUM İGRİLERİ

Yatay bir uçuş için bir minimum iğrisi meydana çıktı, bunda yuvarlak saatte 35 kilometrede düşük bir enerji tüketimi görüldü. Daha yüksek hızlarda tüketim artıyordu, fakat daha küçük hızlarda da aynı şey görülmüyordu. Buna yükseliş ve iniş uçuşlarında da rastlanıyordu. Tahmin edildiği gibi metabolizma gücü, yükseliş uçuşlarında yatay uçuşundan daha büyük, iniş uçuşlarında daha küçük oluyordu. Bu şaşılacak birşey değildi. Fakat minimum iğrisinin şekli açıklanmak zorundaydı.

İğrinin garip akışını tam açıklamak için ortaya atılan kuram Colin Pennycnick tarafından bulunmuştur. Kuramsal açıklamasında İngiliz kuş uçuş araştırmacısı, bütün uçuş gücünün esas itibariyle üç kısımdan meydana geldiğini kabul ediyordu:

°Birinci kısım kuş ağırlığını dengelemek için gerekliydi.

°İkinci kısım kuşun gövdesinin hava içinde hareketi sırasında bir direnç oluşturmasından ve bunun kas gücü ile karşılanması gerektiği gerekçesinden doğuyordu, "gövde direnç gücü"

°Üçüncü kısım da kanatların da hareket sırasında bir direnç meydana getirdiklerinden ve

bunun da kaslardan bir güç parçası olması gerektiğinden ileri gelmektedir. "Profil direnç gücü"

Şimdi mesele bu üç güç parçasının uçuş hızı ile olan bağlantılarını kurabilmektir. Bu üç ilişkiyi toplamak kabildir ve böylece uçuş hızıyla orantılı olarak tüm güç bulunabilir.

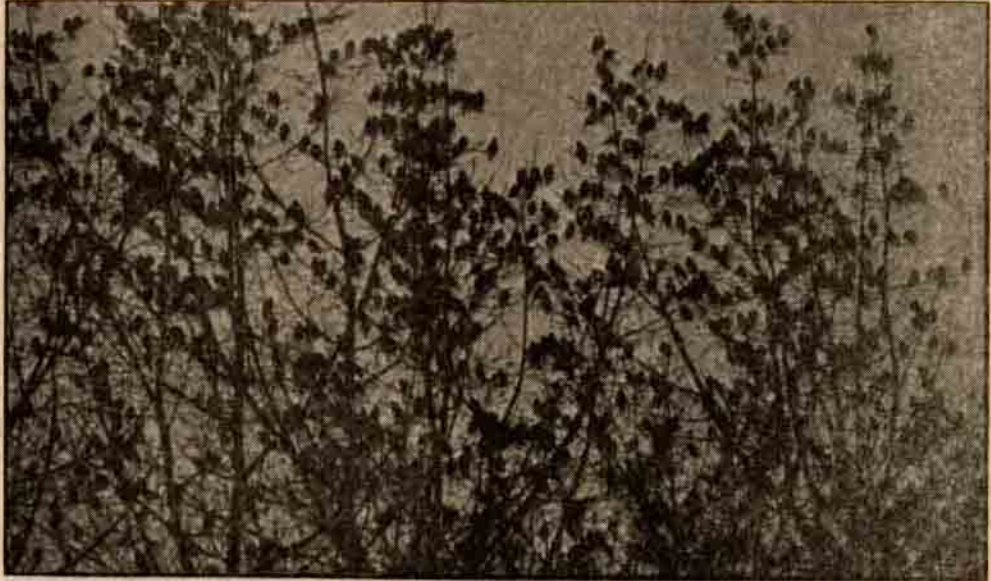
Bu şekilde Pennycnick'in bulduğu minimum işgürlere ulaşılabilir. Bunlar Tucker'in deneysel işgürlere uymaktadır.

Metabolizma artışı üzerine bir açıklama daha yapalım. Örneğin bir muhabbet kuşu sakin bir yerde oturduğu sürece, yine de belirli bir metabolizma gücüne ihtiyacı olacaktır. kan dolaşımını sağlamak, denge (tepkeleri) refleksleri için kasları çekmek ve daha başka şeyler için.

Fakat uçuğu zaman 12,8 kat kadar daha fazla oksijen tüketir.

Burada devamlı bir durumun bulunduğu düşünülürse, bu muazzam bir şeydir. Kuşlar bu metabolizma artışlarıyla hızla koşan aşağı yukarı aynı ağırlıkta küçük memeli hayvanların çok üstündedirler. Bu aynı zamanda bir uçuşun enerji bakımından nasıl "pahalı" olduğunu da gösterir, hiç bir başka hareket şekli onu geçemez. Hızlı koşan büyük memeliler hatta insan bile, metabolizmalarını 6 veya daha fazla kat sayısı etrafında çoğaltabilirler. Bu ufak mesafe koşuların kısa süresi içindir ve hiç bir zaman (maraton koşuları gibi) devamlı güçler için değildir.

Muhabet kuşu optimal, devamlı bir uçuşta saat başına 0,39 gram yağ okside eder. Bu 35 gramlık bir vücut ağırlığında saatte vücut ağırlığı-



Kuşlar da uçaklar gibi zaman zaman ara "meydanlara" inmek ve yakıt almak zorundadırlar. Hayvanlar besini yağ olarak saklarlar ve uçuşlarında bu yakıttan faydalanırlar. Resimde: Sığircik Kuşları.

nın %1,1'inin yakıt kaybına eşittir. Böylece muhabbet kuşu optimal bir uzak mesafe uçuşunda 4,16 watt'lık bir güç üretir.

Güvercinle bir kıyaslarsak: Bu yuvarlak 10 kat daha ağır olan kuş optimal uzun mesafe uçuşunda 10,5 watt üretir. En sıkışık durumda, dikine uçuşa zorlandığı zaman bu 20,4 watt'a kadar çıkabilir.

Büyükçe kuşlar görece büyük bir uçuş enerjisi harcamak zorundadırlar, fakat ellerinde görece küçük bir metabolizma enerjisi vardır. Bir kuş ne kadar büyük ve böylece ne kadar ağır olursa o kadar çok "enerjisel dar boğazla" karşılaşır. Bu değişik büyüklükte türlerin daha iyi veya daha kötü uymadan ileri gelmemektedir. Bu yalnız büyüklüğün bir sonucudur. Küçükçe bir kuşun

belirli bir güç rezervi bulunduğundan, yani onun metabolizma gücü, üretmek zorunda kaldığı uçuş gücünden bir miktar daha büyük olduğundan hareket edilir ve insan onu düşüncelerinde gittikçe daha büyük yaparsa, bu güç rezervi de git gide azalmaya başlar. Sonunda öyle bir hayvan ağırlığına erişilir ki, bunda her iki güç birbirine eşit olur.

Kuş yatay bir uzun mesafe uçuşunda tam devamlı olarak uçabilir, fakat o herhangi ek bir ağırlık beraber götüremez, yani uzun ve devamlı uçuşlar için hiç bir yağ stoku yapamaz. Düşüncemizde onun ağırlığını büyütelim, o zaman böyle bir kuş artık kolay kolay uçamaz ve ek enerji kaynaklarına ihtiyaç gösterir, yukarıya doğru esen rüzgara veya hava akımlara. Daha fazla ağırlık artınca, artık uçması da kabil olmaz. İşte gelişme böylece yüzen veya koşan kuşları meydana getirmiştir.

UÇAN BİR KUŞ NE KADAR AĞIR OLMALIDIR?

Esas itibariyle uçan en büyük kuşun ne kadar ağır olacağını hesap etmek kabil değildir. Fakat jeolojik devirlerde bilinen kuşların kuramsal olarak da mümkün olan en ağır kuşlar olduğu düşünülürse, bu ağırlık sınırı 12 kilogram civarında bulunur.

Kaliforniya akbabası, hörgüçlü kuğu kuşu, büyük toy kuşu aşağı yukarı bu ağırlıktadırlar, albatros cinsleri ve akbabalar da bu ağırlığa yaklaşırlar. Bunlar ortalama sınır değerleridir. Büyük toy kuşu Otis Tarda'nın horozları da 16 kiloya kadar gelir, dev toy kuşları ise 25 kiloya kadar. Aşırı ağırlıklarıyla bu kuşlar uzun mesafelere uçamazlar, ancak bir kaç kilometrelik kaçış uçuşları yapabilirler.

Bu gibi ölçü ile ilgili düşünceler biyolojik yapıların ölçüsüz tahminlerinden bizi kurtarır. Böylece biz örneğin insanın uzun ve devamlı bir uçuş için çok ağır olduğunu görürüz. Kas kuvvetiyle yapılacak insan uçuşları hiç bir zaman kısa sıçrayış mesafelerinden uzaklara gidemeyecektir. Oysa aklımıza insanın dev bir kuş türü gibi örgütlenmiş olduğu gelebilir.

Fakat gerçek böyle değildir ve onun uçabilmesi için yapay bir iskelete örneğin bacak kaslarıyla işletebileceği yapay bir kanat ve sürücü (motor) sistemine ihtiyacı vardır.

Buna gerekli olan devamlı gücün ise sağlanmasına olanak olmayacaktır, bunun için lüzumlu bütün koşullar noksanidir: Gereken kas kitlesiyi aynı zamanda üstün boyutlu gaz değişim ve

ulaşım sistemi. Tekrar kuşların farklı uçuş yeteneklerine dönelim: Kolibri 2-20 gram ağırlığıyla enerjik bir devdir. O devamlı uçuşta neredeyse maksimal olan güç erişir. O fazla bir şeye ihtiyaç göstermeden vızıldayarak olduğu yerde uçabilir ve pike yapar, oksijen azlığına uğramadan düz bir yerden bile uçuşa başlayabilir. Güvercinin durumu ise biraz başkadır. 0,350-400 gram ağırlığıyla sınırsız uzun uçamaz ve kalkarken daima bir oksijen noksanı ile karşılaşır bu da bu gibi enerjik uçuşların bir kaç saniyeden fazla sürmemesine neden olur. Buna rağmen güvercin bütün uçuş durumlarını hiç olmazsa kısa bir süre için başarabilir.

2-7 kiloluk cüce akbabalar öteki aşırı (ekstrem) noktaya yaklaşır. Bu ağır kuş sınırlı bir hız alanı içinde sürekli uçabilir, oksijen noksanı ile hiç bir zaman pike uçuş yapamaz, eğer önceden bir hız alabilirse, yerden yükselebilir, örneğin o yaban ördeği gibi bulunduğu yerden derhal havaya yükselemez.

Kaliforniya akbabası (kondor) aktif uçan bir kuşun sahip olacağı en büyük ağırlığa (12 kilogram) sahiptir. Yalnız o da belli bir hızda, minimum hızda, sürekli uçabilir. Uzun mesafe uçuşları için onun da başka enerji kaynaklarına ihtiyacı vardır, örneğin yükseklere doğru çıkan sıcak hava akımları. Bunların yardımıyla o bir yelkenli gibi taşınır ve bu yeniden başka bir sıcak hava akımı buluncaya kadar sürer, gider.

Burada insan, uçuş ve davranış şekillerinin en ufak ayrıntılarına kadar giden bir bağımlılığını bulur. Sonunda hepsi basit bir denkleme dönüşür: Hacim vücut uzunluğunun üçüncü kuvvetiyle, yüzey ise ikinci kuvvetiyle artar, tabii geometrisel benzeşlik olmak şartıyla. Hacimle taşınacak kitle, yüzeyle kas kuvveti orantılı, iki kat daha büyük kesit yüzeyine sahip bir kas, iki kat daha fazla kuvvet geliştirir. Prencip olarak oldukça kaba geometrisel ilişkiler uçuş yeteneğini hükümü altında tutar ve sonunda ekolojik müdahale de keskin bir üst sınır koyar.

YAĞ ENERJİCE ZENGİN, SAF VE KOLAYCA DEPO EDİLEBİLİR

Körfezi geçerken kolibri yuvarlak 2 gram yağ yitirir. Bir gram yağda 9,3 kilo kalori enerji vardır. Bu biyolojik yakıt maddelerinin içinde enerji yoğunluğu yaklaşık en yüksek olanıdır, karbonhidratlarda değerler çok daha düşüktür. Glikoz da 3,75 Kcal/gr ve nişastada 4,11 Kcal/gr dir. Ayrıca Karbonhidratlar yalnız suda eritilmiş olarak rezerve maddeleri halinde depo edilebilir. Yakıt

olarak karbonhidratlardan faydalanarak uzak mesafelere uçacak bir kuş, bir taraftan bu maddelerin salt düşük enerji yoğunluğuyla yetinmek, öte yandan da önemli bir miktar suyu da beraber götürmek zorunda kalacaktır ki bu da enerjiye mal olacak ve yeni enerji üretmeyecektir. Depo edilen yağa gelince bunda pratik bakımdan su yoktur.

Bütün bu nedenlerden dolayı uzun mesafe uçuşuna katılan kuşlarda yalnız yağ, yakıt maddesi olarak kullanılır. Çabuk ve devamlı, fakat kısa mesafeler arasında uçan kuşlara gelince bunlar -arada yakıt almak için yere inip tekrar yollarına

devam edebileceklerinden- çoğun karbonhidratlar uçarlar, arı ve sinekler gibi onlar mümkün olduğu kadar çabuk da seferber olabilirler.

Biyonikçilerin düşünceleri, canlı dünyanın yapılarının da fizigin o sert ve değişmeyen yasalarına itaat etmek zorunda olduğunu açıkça gösterir. Bunlara göre hiç bir ağaç gök yüzüne kadar büyüemediği gibi bu dünyada hiç bir kuş da iki kova dolusu su ağırlığında olamaz.

Bild Der Wissenschaft'tan

EGZOST GAZLARIYLA ÇEVREMİZE YAYILAN TEHLİKE «KURŞUN»

Dr. Ahmet KARAGÜZEL
K.T.Üniv. TEMEL
Bilimler Fak. Biyoloji Bölümü

Çok hızlı ve kontrolsüz kentleşmeler ve buna paralel olarak büyüyen otomasyon, yüzyılımızın belirgin bir görünümüdür. Artık modern toplumlar "Her nimetin bir külfeti vardır" atasözünü yaşamlarının bir gereği sayarak büyüyen tehlikeleri kanıksar hale gelmişlerdir. Ancak, toplumun sağlığı söz konusu olunca nimetler ne olursa olsun kattanılan külfetlerin hesabı dikkatle yapılmalıdır.

Kentlerimizdeki hava kirliliği ölçümlerinde öncelikle belirlenen 1 m³ havadaki SO₂ oranı muhakkak ki hava kalitesi bakımından önemli bir kriterdir. Ancak hava kirliliğinin oluşumunda motorlu taşıt araçlarının paylarının dikkatlerden uzak tutulmaması gerekir. Ben burada, çok defa ölçümleri yapılmayan, insan ve özellikle çocuk sağlığı bakımından son derece önemli olan bir ağır metalden, kurşundan söz etmek istiyorum.

Yapılan araştırmaların sonuçları kurşunun, organların fonksiyonunun aksamasında zekâ gelişiminde, beyin ve sinir sisteminde, seksüel organların fonksiyonu ve embriyonal gelişimde hatta kalıtım etkileri, kansızlık, gelişme ve hareket bozuklukları, zekâ gelişiminin gerilemesi, ileri vakalarda beyinde edema (su toplanması), merkezi sinir sisteminde kanamalar şeklinde belirlemektedir.

Kurşunun çevremizde en önemli kaynakları, egzost gazları başta olmak üzere, girdileri arasında kurşunlu maddeler bulunan endüstriyel kuruluşlardır (boyahaneler, tasfiyehaneler, akü fabrikaları v.b.) Bu kaynaklardan önemli miktarlarda kurşun, hava, toprak ve sulara boşalmaktadır.

Toprak ve sularda tehlikeli olan, belirli alanlara lokalize olan kurşundur. Bu alanlardan elde edilen besinlerde yüzeysel kurşun bulaşması olacağı gibi bitki ve hayvanların vücutlarında biriktirilerek de bulundurulabilir. Besin zincirimizin önemli bir halkasını oluşturan su ürünleriyle kurşun ve civa gibi ağır metallerin insan vücuduna girdiği ve ölümlle sonuçlanabilen zehirlenmelere neden oldukları bilinmektedir. (1)

Alkali kurşun bileşikleri olan tetraetil ve tetrametil kurşun, aşağı yukarı elli yıldır benzine motorlardaki çarpmayı önlemek için ilave edilmektedir (anti-knock). Yalnız 1973 yılında bu işlem için dünyada benzine 380.000 ton kurşun

1-Besinlerde bulunabilecek kurşun miktarı için, Dünya Sağlık Teşkilatı'nın belirlediği sınır 0.5 ppm'dir.