

BIYOMEKANİK

Heinrich Hartel

Tabiattaki canlı varlıkların iç yapılarının, şekillerinin ve hareketlerinin incelenmesi ortaya yeni bir bilim dalı çıkarmıştır. Biyomekanik tabiat-
taki bu prensiplerin esaslarını bulmağa ve onlardan faydalanmağa çalışmaktadır, daha şimdiden alınan teknik sonuçlar hayret vericidir.

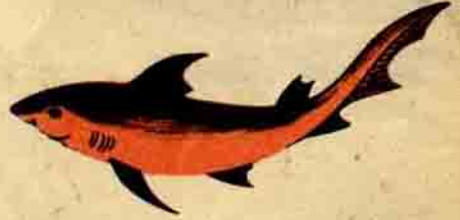
Teknik çağımız aslında uzaklıkları ortadan kaldırmış, zaman kavramını tamamiyle değiştirmiştir. Her türlü kara ve hava taşıtları şehirlerden çabukça uzaklaşmak ve kendimizi tabiatın kucağına atmak imkânını sağlarlar. Fakat insan yine de tabiat-
tan kaçır, yalnız güzel manzaralar, güneşli ve kalabalık plajlar, ilginç sanat eserleri ve eğlence yerleri arar.

Hayatın kendisi demek olan o büyüklü olaylara, tabiatın o gerçek mucizelerine nüfuz etmek yalnız birkaç insana vergidir. Birçok insanlar tabiata bakarlarsa, onun şekillerinin, renklerinin ve hareketlerinin güzelliğine hayran da olurlar, fakat daha ileri, derinlerine giderek onları gözlemeğe, onlar üzerinde düşünmeğe ve onların inceliklerinden bir sonuç çıkarmağa muvaffak olamazlar.

Teknik ilerlemeler insanları uzaya götürdü, Aydan dünyamızın yüzeyini, Ayın bilinmeyen arka yüzünü görmek kabil oldu ve sonunda insanoğlu Aya ayak bastı. Uzay uçuşlarının teknik bakımdan gerçekleşmesi, birkaç kademeli roketlerin akla durgunluk veren yönetimi, uzay araçlarının o dakik manevraları, uzaydan yapılan o şaşırtıcı televizyon yayınları, evet bütün bunlar yeni bir şey oldukları sürece hepimizin hayranlığını üzerlerine çekerler.

Tabiatıyla bütün bu büyük teknik eylemler birçok genel teknik buluşlara sebep oldular ve ekonomik birçok faydalar sağladılar. Televizyonda bunları seyreden herhangi bir kimse bütün hayranlığına rağmen biraz sonra onları unutacak ve tekrar günlük hayatın gürültülerine dönmeyecek midir?

Aynı şey bir sinema perdesinde veya televizyon ekranında kısa bir süre içinde gösterilen biyolojik bir buluş için de doğru değil midir? Genellikle insanların onları anlamasına vakitleri yoktur, derinliğine girebilmesi ise ortalama bir insan için imkânsızdır.



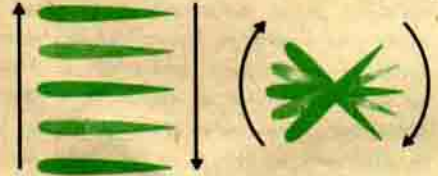
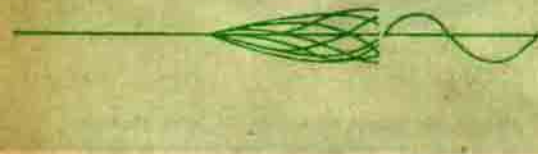
Modern bir uçağın gövdesinin iki balık gövdesiyle mukayesesi. Tabiatın prensip olarak iş şeklindeki bir gövdeyi seçtiği görülmektedir. Bu da sebepsiz değildir.

İşte bugünün tekniğinin, o alanda uzman olmayan insanlara bile, çevresindeki canlı dünyanın derinliklerine girebilmesi için sağladığı imkânlar sayılamayacak kadar çok yönlüdür. Biyomekanik tabiatı seven insanlara bu hususta yeni yollar gösterebilir. Bu yazıda biz de onun ayrıntı ve amaçlarını açıklamaya çalışacağız.

İlk hedef; tabiatdaki canlı varlıkların iç yapılarını, şekillerini, hareketlerini, işleme güçlerini ve kontrol donanımlarını incelemektir, çünkü bunların birçokları bugün teknik alanda elde ettiklerimizin çok üstündedir ve karşımıza çıkan yeni sorunların çözümünde bize yardımcı olabilirler. Aynı zamanda bu hedefin içine, biyoloji etüdlerinden elde edilecek yeni gerçeklerden teknik alanda faydalanmak da girmektedir. Tabii bu yoldan elde edilecek yeni bir



Bir su kanalında yüzen sazan balığının alttan alınan fotoğrafları kuyruk kanatcıklarının suya ne şekilde vurduğunu açıkça göstermektedir. Bunlar paralel vuruşla aynı açıda döndürücü bir vuruştan bir araya gelmektedir. Bu iki hareketin birbirini izlediği zamana göre balık hızlanmakta veya hızını frenlemektedir. Bütün bu işlerin bir giriş dönemi ayrıntılarıyla öteki sahafedeki diyaframda gösterilmiştir.



gerçeğin teknik alanda tamamiyle biyolojik örneğine benzer bir şekilde kullanılabilceği düşünülmemelidir. Mesele tabiatı aynıyla kopye veya taklit etmek değildir. Asıl önemli olan şey biyolojik olayların incelenmesi sayesinde bu olayın derinliğine girilmesi ve deneylerin yardımıyla bu tabiat olayının esasları hakkında bazı ölçü ve hesapların meydana çıkarılmasıdır ki sonradan bunlardan faydalanarak yeni teknik sorunları çözmek kabil olsun.

İkinci hedef, mekaniğin metodlarının nazari ve deneysel olarak biyolojik araştırmalara uygulanmasıdır. Buna bir misâl olarak, insan vücudundaki olayların, örneğin kan dolaşımı mekanizmasının incelenmesi gösterilebilir.

Üçüncü hedef, ilk iki hedefin sorun olanlarının birleşmesine ve böylece suni organ ve uzuvlar yapma görevini içine alır.

Bu makalenin yazarının yönetimi altında Berlin Teknik Üniversitesinde ele alınmış olan bazı biyo-

mekanik araştırma çalışmalarını bu bilim dalının özel görevlerine bir misâl olmak üzere burada açıklayacağız :

Geçen yüz yılın başında uçuş konusunun öncüsü olan Sir George Cayleyin, bir hava gemisi için en ideal şekli düşünürken, ilk aklına gelen şey alabalığın vücudunun şekli olmuştu (1809), o alabalığın profilinin 13 kesitini çıkararak üzerinden ölçüler almış, daha sonraları bir yunus balığının profilini incelemiştir. Theodore von Karman, 1955 te, Cayleyin üzerinde durduğu alabalık profilinin, Amerikan havacılık araştırma merkezinin, (NASA) nın, taşıyıcı kanatlar için geliştirdiği direnci az bir «düzgün akış profili» olduğunu tespit etti. O zaman aynı profile sahip gövdelerde (dönen cisimlerde) ki uç boyutlu yerdeğişiminin, taşıyıcı yüzeylerdeki iki boyutlu «yüzeysel» yerdeğişiminden farklı cereyan ettiği ve bu yüzden en iyi kanat profillerinin bile köprü sonuçlar verdiği daha bilinmiyordu.

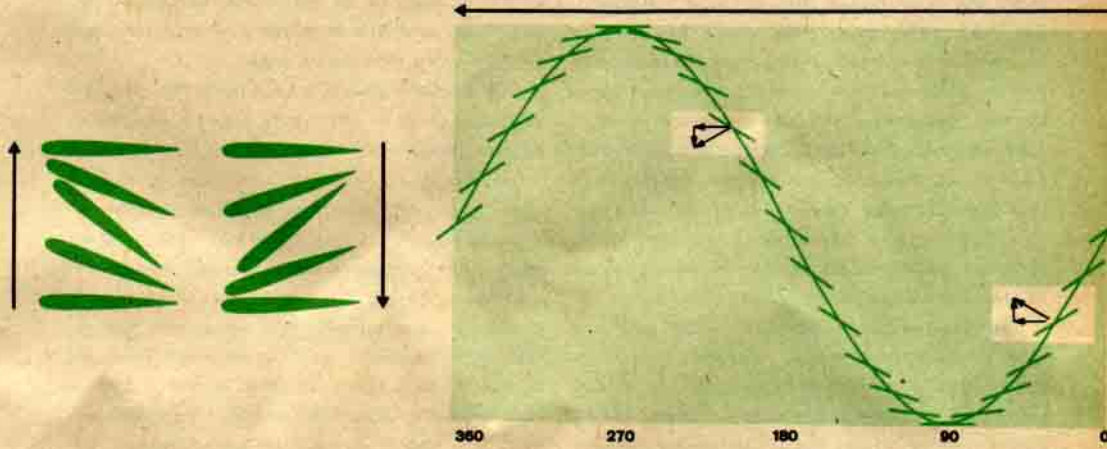
Konunun iyi anlaşılabilmesi için burada birkaç fiziksel ilişkinin açıklanması gerekmektedir. Bir cisim sıvı veya gaz bir ortam içinde hareket ettirildiğinde, hareketini engellemeye çalışan ve onu etkileyen sürtünme ve basınç kuvvetlerinden meydana gelen bir akım direnci oluşur. Bu direnç cismin yüzeyinin büyüklüğü ve ortamın yoğunluğu ile orantılı olarak çoğalır; ayrıca bu daha yakından açıklanması gereken bir direnç ek değeri ile ve hareket hızının da karesiyle orantılıdır.

Direnç ek sayısı, Prandtl tarafından 1904 yılında bulunmuş olan «sınır tabakasının» durum ve kalınlığına bağlıdır. Bu, sürtünme olaylarının cereyan ettiği ortamın doğrudan doğruya cisme değdiği sınır tabakasıdır. Sınır tabakasındaki akıntı düzgün ve hiç bir şekilde yanlara yayılmaz, sapmazsa, o zaman düzgün bir sınır tabakasından, aksi takdirde çevrintili kaynaşmalı bir sınır tabakasından

söz edilir. Sınır tabakasının kalınlığı hakkında burada, onun bir yandan cismin şekline, öte yandan da Reynold sayısı (Re-sayısı) adı verilen bir benzerlik katsayısına bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

Reynold'un benzerlik kanununa göre, geometrik bakımdan, birbirine benzeyen cisimlerde akış olayları o cismin salt büyüklüğüne bağlı değildir. Re-sayısı basitçe, cismin uzunluğunun hareket hızı ile çarpılmasından çıkan sonucun ortamın kinetik direncine bölünmesiyle elde edilir. Havanın kinetik direnç değeri suyunkinden onbeş kat yüksektir, bundan dolayı da yüzen bir balina ve uçan bir uçak gövdesi yaklaşık olarak aynı Re-sayısına erişirler ve her iki cisim de aynı sınır tabakası durumunda eşit büyüklükte direnç ek değerlerine sahip olurlar.

Uzunlukları ve hızları küçük olan yüzücü cisimlerin Re-sayıları da nisbeten küçüktür. 30 santimetre uzunluğunda ve saniyede 3 metrelik bir hızla yüzen



bir alabalığının Re-sayısı yaklaşık olarak bir milyondur. 2,5 metre uzunluğunda ve saniyede 12 metre hızla yüzen bir yunus balığının ise yaklaşık 30 milyonluk bir Re-sayısı vardır ve 26 metre uzunluğunda saniyede 15 metre hızla yüzen mavi bir balina 400 milyonluk bir Re-sayısına ulaşır ki, bu hızlı modern bir yolcu uçağının gövdesininkinden biraz büyüktür.

Sınır tabakası düzgün kaldığı sürece artan Re-sayısı ile beraber direnç ek değeri küçülür. Maalesef sınır tabakasının durumu, «kritik Re-sayısı» adı verilen bir değere erişince, değişir. Bu, ilgili «yüzücü» ne kadar hızlı hareket ederse, Re-sayısının da o kadar büyüyeceği düşünülürse, daha iyi anlaşılır. Fakat sınır tabakasındaki akış yalnız belirli bir hız sınırına kadar düzgün kalabilir. Bu «küçük hız» in

üstüne çıkılınca sınır tabakası çevrintili olur ve direnç ek değeri de kuvvetli bir yükseliş gösterir. Düz parlak levhalar için bu kritik Re-sayısı 3 milyon gibi nisbeten küçük bir değer taşır. Yük ve yolcu uçaklarında ise kanat için 70 milyona ve gövde için de 300 milyona kadar çıkmak zorundayız. İşte akış tekniğinin uçan cisimlere en uygun şekil vermek için harcadığı bütün çabaların başı ve sonu, onların kritik Re-sayılarını mümkün olduğu kadar büyük tutmak, yani uçaklarda mümkün olan en yüksek uçuş hızlarında bile hava akımının düzgün geçip gitmesini ve çevrintilerin hiç olmazsa ancak uçağın gövdesinin arka ucunda meydana gelmesini sağlamaktır.

25 yıl kadar önce bile taşıyıcı kanatlar için düzgün (laminar) profiller geliştirmeğe muvaffak

olunmuştur. Bunlarda, kanat ön kenarından kanat derinliğinin % 60 ına kadar, sınır tabakası düzgün kalabilmektedir.

Yalnız uçak gövdelerini de aynı şekilde düzgün bir profilden yapmak için harcanan bütün çabalar başarısızlığa uğramıştır.

Elde edilen «en iyi şekillerde» bile sınır tabakası düz bir levhadan daha iyi bir sonuç vermemiştir ve kritik Re-sayısı da aşağı yukarı 3 milyon civarında sabit kalmıştır. Bunun sebepleri ve gövdeler için daha yüksek Re-sayısı olan bir «düzgün şekil» yazar tarafından biyolojik incelemeler sonucunda bulunmuştur. Yalnız küçük Re-sayılarına «sahip olan» alabalıkları ve tuna balıklarının küt eliptik bir başları vardır. Büyük Re-sayısına sahip olan köpek balıkları, yunus balıkları ve balinaların baş kısımları ise sivridir. Bugün almış olduğumuz ince uzun silindirik şeklindeki bir yolcu uçağının gövdesinde küt baş tarafındaki sınır tabaka akışı çevrintili olmaktadır. Çok daha geriye doğru giden eliptik baş tarafıyla bir ton balığının toplu şekli, küçük Re-sayılarında düzgün gövde boyunun yüzde 70' ine kadar tutan bir sınır tabakasının meydana gelmesini mümkün kılar, yalnız bu profil şekli (uçaklarla kıyaslanabilecek) yüksek Re-sayıları için elverişli değildir. Hızlı uçak için çözüm, bir köpek balığının uzun sivri burnu olan bir iç veya mil benzeyen şeklinden teknik yönünden faydalanma olacaktır ki, bu sayede yüksek Re-sayısı ile düzgün bir akış sağlanmış olur.

Tabiatта gövdelerin teknik silindirden çok daha kalın olduğunu da görüyoruz. Teknikte de uygulanabilecek olan kalın milin faydası, yüzde bakımından kalınlık arttıkça faydalı hacim de o nisbette, hiç olmazsa sürünme direnci için zararlı olacak yüzeyden daha fazla artması olacaktır. Faydalı hacmin artması dik kalkan ve inen uçakların kaldırma motorlarının yerleştirilebilmesi için çok elverişlidir.

Biyomekanik araştırmanın en önemli sonucu, büyük ve hızlı yüzücülerin ön tarafta sivri bir şekil geliştirmiş olmalarının meydana çıkarılması ve bu sayede yüksek Re-sayılı minimum direnç ek değeri olan düzgün bir gövdenin bulunabilmesidir.

Sırası gelişmişken şunu da söyleyelim ki tabiat-taki hızlı yüzücülerde sınır tabakasının düzgün ve kat kat olması, yalnız şekle uygunluk dolayısıyla olmamıştır; yüzeyin (balık derisinin) iç yapısı düzgün katların meydana gelmesinde sınır tabakasını uygun şekilde etkiler.

Berlin Teknik Üniversitesi Hava Taşıtları Enstitüsünde halen tabiatın bu örneğini izlemek suretiyle,

le, yüzey yolundan sınır tabakasını teknik bakımdan etkileyebilmek için deney ve hesaplar yapılmaktadır. Burada karşılaşılan durum; doğrudan doğruya tabiatı kopye etmenin mümkün olmadığını ve bir çözüm yolunun ancak biyolojik fenomenin (olayın) esas prensiplerinin iyice anlaşılmasından sonra, bunlardan esinlenmek suretiyle tamamiyle yeni bir teknik çözüm şeklinde bulunabileceğini göstermiştir.

Uçaklarda motor donanımının konulacağı yer bakımından da balıklardan «örnek» almak kabildir. Balık resimlerinden anlaşıldığı gibi, balıkların kuyruk kanatları doğrudan doğruya vücudun arka kısmına yapışık değil, adeta ayrıca uzatılmış kalın bir sapın üstündedir. Aynı zamanda kanatlar balığın vücudu kadar yüksektir.

Hareket mekanizmasının bu durumu, ki balinalarda bir sap şeklinde vücuttan tamamiyle ayrılmaktadır, itici kuvvetin taciz edilmeden etki yapabildiğini ve bugünkü jet uçaklarında kanatta ve gövdenin yan duvarlarında meydana gelen zararlı çevrintilere sebep olmamasını sağlar.

Bu biyolojik gözlem ve düşüncelerden, yeni mil şeklindeki gövde ve arka kısma bağlı bir sapa konan hareket mekanizması ortaya çıkmıştır.

Bundan başka hızlı bir yüzücünün gövdesinde sınır tabakasında yavaşlayan su kitlesi kanatlar vasıtasıyla kuyruğun arkasından tekrar hızlanır ve bu yüzden itici güç tekrar azalır. Hareket mekanizmasının direnç yaratan bir cismin arkasındaki durumu dolayısıyla, aynı zamanda itici mekanizma için gerekli gücün azalması suretiyle de ikinci esaslı bir fayda sağlanmış olur. Özellikle uçaklarda kuyruk sapı düzeninin, arka hareket motor kompresörlerinin üfleme doğrultusu gövdenin sınır tabakasını beraber yalarsa büyük faydası vardır. Bir türbinin ön itiş meydana getirmek için ihtiyaç gösterdiği güç; eğer yavaşlayan bu sınır tabakası, sanki serbest hava akımının havası, daha yüksek akım hızlarına çıkarılacakmış gibi, tekrar hızlandırıldığı takdirde, daha azdır. Bu düşüncelerin doğruluğu gerek teorik ve gerek deneysel olarak Enstitüde ispatlanmıştır.

Kanatların titreşimlerinin de incelenmesi birçok yeni görüşlerin meydana çıkmasına sebep olmuştur. Biyomekanik araştırmaların gösterdiği gibi bütün hızlı yüzen hayvanlar ilerlemelerini kanatlarının birbirlerine bağlanmış gibi beraberce, paralel dönen vuruşla sağlamaktadırlar, bu ise şimdiye kadar teknik alanda hemen hemen hiç göz önünde tutulmamış olan bir üsuldür. Hareket olayları, özellikle başlangıçtaki hızlı çıkışlar (alabalığında olduğu gibi)

ve birden duruşlar o kadar çabuk olmaktadır ki onları ancak «zaman büyütücü» adı verilen film makineleriyle yakalamak kabildir. Resimde görülen fotomontaj hızlı yüzen bir alabalığının hareket titreşimlerini göstermektedir, yanındaki çizgiler ise bu bağlantılı hareketi açıklarlar. Ayrıca alttaki diyaframdaki sinüs eğrisi ise başlangıç dönemindeki bu hareketi bütün ayrıntılarıyla göstermektedir, buradan paralel vuruşun 0°, 180° ve 360° lerde döndürücü kanat vuruşlarının ise 90° ve 270° lerde değiştiği anlaşılır. Her iki vuruş hareketi burada, basitçe ileri doğrultuda yüzüş sırasında birbirinden 90° farklıdır veya başka bir deyişle derhal birbiri arkasından gelmiyor ve bir ilerleme döneminin dörtte biri kadar bir zaman sonra önceki vuruşu izliyor. Öteyandan kanat her hareket safhasında ilerleyiş doğrultusuna eğimli bulunmakta, yani onunla tıpkı bir uçağın kanatları gibi bir hücum açısı teşkil etmekte ve bu sayede ileriye doğru yüzerek hareket edebilmektedir. Balıkların «hareket mekanizmalarının» bu açıklanış şekli çok basit olmasına rağmen, şimdiye kadar bilinmiyordu ve filmli tabiat gözlemleri ve basit akış mekanik kanunlarının uygulanmasının bir sonucudur.

Kanatların paralel ve dönerek vuruş fazlarının birbirinden farklı olması, daha dakik bir deyişle, zaman bakımından farklı olarak birbirini izlemesi, balıkların doğrudan doğruya hızlarını istedikleri zaman bu kadar çabukça değiştirebilme yeteneklerinin sırrını meydana çıkarır. Düz ilerlemede bu 90 de-

rece olduğu takdirde, çok ince ve hassas modellerin yardımıyla ispat edilebildiği gibi, oldukça küçük bir itiş en kuvvetli bir ivme meydana getirmekte ve 270 derece civarındaki daha yüksekçe bir itiş ise en kuvvetli bir frenlemeye sebep olmaktadır.

Fren kuvvetinin çok büyük olabileceğinin anlaşılmasından, balıkların büyük bir ivme ile hızlarını arttırabilmeleri yanında, başka her hangi bir mekanizmaya ihtiyaç göstermeden, o kadar da çabukça frene geçebilme kabiliyetine sahip oldukları meydana çıkar. Balıkları gözleyenler alabalıkların ve turna balıklarının, müthiş bir hızla, saklandıkları yerlerden fırlayıp kaçtıklarını birçok defalar hayranlıkla seyretmişlerdir. Son zamana kadar gözlerinden kaçan şey ise onların kısa bir yoldan sonra yine birdenbire durabildikleridir. Esaslı incelemeler böyle bir frenlemenin çok ufak ve basit kanat hareketleriyle kabil olduğunu ve bu yüzden de şimdiye kadar fark edilemediğini açıkça ortaya koymuştur.

Acaba kanat hareketlerinin bu incelenmesinden teknik ne gibi sonuçlar elde edilebilir? İlk önce etkili yeni bir frenin geliştirilmesi akla gelebilir. Tabiat burada titreşen bir levha şeklinde akış tekniği bakımından bir frenin açıkça nasıl çalıştığını göstermiştir.

Bütün mesele düşünen kafaların tabiata doğru sorular sorabilmesi ve onu daima bir öğretmen olarak kabul edip ondan öğrenmeğe çalışmasıdır.

Bild der Wissenschaft'lar

AFFEDERSİNİZİ

Zamanının her saniyesinden faydalanmayı bilen ve ünlü bir uzman olan Amiral Rickover bürosu nun kapısına bu levhayı astırmıştı.

Aşağıda okuyacağınız liste mazeretlere ait bir genel değerlendirme listesidir. Gersk bana ve gerek kendinize zaman kazandırmak için lütfen mazeretlerinizi bana numara ile bildiriniz.

1. Ben size bunu söylediğimi sanmıştım.
2. Eskiden beri bu işi daima böyle yapmışızdır.
3. Kimse işe derhal başlamamı bana söylemedi.
4. Ben bunun bu kadar önemli olduğunu düşünmemiştim.
5. Şimdi o kadar meşgulüm ki bu işi de üzerime alacak vaktim yok.
6. Ne diye uğraşayım. Amiral nasıl olsa onu kabul etmez.
7. Sizin bu işi bu kadar acele istediğinizi bilmiyordum.
8. Bu onun işidir, benim değil.
9. Unuttum.
10. Ben onayın çıkmasını bekliyorum.
11. Bu iş benim şubemde değildir.
12. Bunun değişik bir iş olduğunu nereder bilebilirdim ?
13. Amirim gelinceye kadar bekleyin ve ona sorun.

Reader's Digest'ten