

BÜYÜK MÜHENDİS LEONARDO DA VINCI

Leonardo'nun yalnız bir sanatçı değil, aynı zamanda bir mühendis olduğu biliniyordu. Son zamanlarda Madrid'te bulunan belgeler onun esas ilgisinin teknik konular olduğunu ispat etmiştir.

Bugünün tarihçileri arasında Leonardo da Vinci'nin geniş yöndeki değişik yetenekleri devamlı bir tartışma konusudur. Acaba Leonardo ikinci derecede meraklı teknik meseleleri çözmek olan bir sanatçı mıydı, yoksa o, esasında bir mühendis ve bilim adamıydı da hayatını sağlamak için sanatçılık mı yapıyordu? Yaşadığı süre içinde Leonardo her iki alanda da oldukça büyük ün kazanmış ve onunla ilgili her belgede ondan hem mühendis, hem de sanatçı olarak bahsedilmiştir.

Ölümünden sonra birer şahaser olan tabloları meydana kalmış, not defterleri ve krokileri kütüphanelerin mahzenlerinde toz yığınlarıyla örtülmüştü. İşte son yüz yıl içinde bunların bilim adamları tarafından yeniden meydana çıkarılması üzerine Leonardo'nun esas ilgilerinin daha fazla hangi alanda olduğu yeni bir ışıkta görüldü, bunlar daha fazla bilim ve teknik alanında idi.

Bugün, onun tarafından yapıldığı tartışma kabul etmeyen beş, on tablo dünyanın sanat galerilerinde asılı olduğu ve onun tamamıyla artistik resimleri birkaç yüzü geçmediği halde, bilimsel ve teknik konulara değgin etüdüleri, teknik resim krokileriyle notları binleri bulmaktadır.

Onun bilimsel açlığı bilimin her dalına uzanmış, geometri, mekanik, hidrolik, insan ve hayvan anatomisi, botanik, jeoloji ve astronomi gibi birbirinden çok farklı alanları kapsamıştır. Bununla beraber herşeyden önce eserleri teknik gelişmeye çok büyük bir önem verdiğini göstermiştir. Modern buluşların birçoklarının kâğıt üzerinde ilk ele alınışının şerefi ona aittir ve bunlar zırlı tanklardan uçaklara, hidrolik türbinlerden buhar makinesine, teleskoptan, rakamlı hesap makinelerine kadar herşeyi içine almışlardır. Bütün bu hayret verici buluşlar birçok bilim adamını şaşırtıp kuşkuya düşürmüş ve kâğıt üzerindeki bu makinelerin onun hayal gücünün belirtileri olmaktan ileri gidemeyeceğini iddia etmişlerdir. Onlar ne doğru dürüst yapılmış, ne de çalıştırılıp denenmiştir. Onlara göre Leonardo olsa olsa bir masa başı teknisyenidir.

Bu iddia daha fazla teknik alanda bilgisi olmayan tarihçiler tarafından ortaya atılmıştır. Öte yandan birçok mühendis-tarihçiler ise Leonardo'nun teknik dehası karşısında hayranlıklarını belirtmekten kendilerini alamamışlardır.

Canestrini adındaki bir İtalyan mühendis küçük, fakat çok değerli bir kitap yayınladı, o bu kitabında Leonardo'yu makine ve taşıt konstrüktörü olarak ele alıyordu. Kitabın bir bölümü, Leonardo'nun sürtünme ve çekim mekanizmaları üzerindeki çalışmalarına ayrılmıştı.

1967'de Madrid Ulusal Kütüphanesinde Leonardo'nun şimdiye kadar yayımlanmamış iki büyük eseri meydana çıktı. Bu müsveddelerden birçok kitap ve kataloglarda bahsedilmişti, fakat kataloğu düzenleyenlerin 1830 yılında yaptıkları bir hata yüzünden, bu müsveddelerin yüzyıldan fazla bir zamandan beri ilgililerin eline geçmesi imkânı olmamıştı.

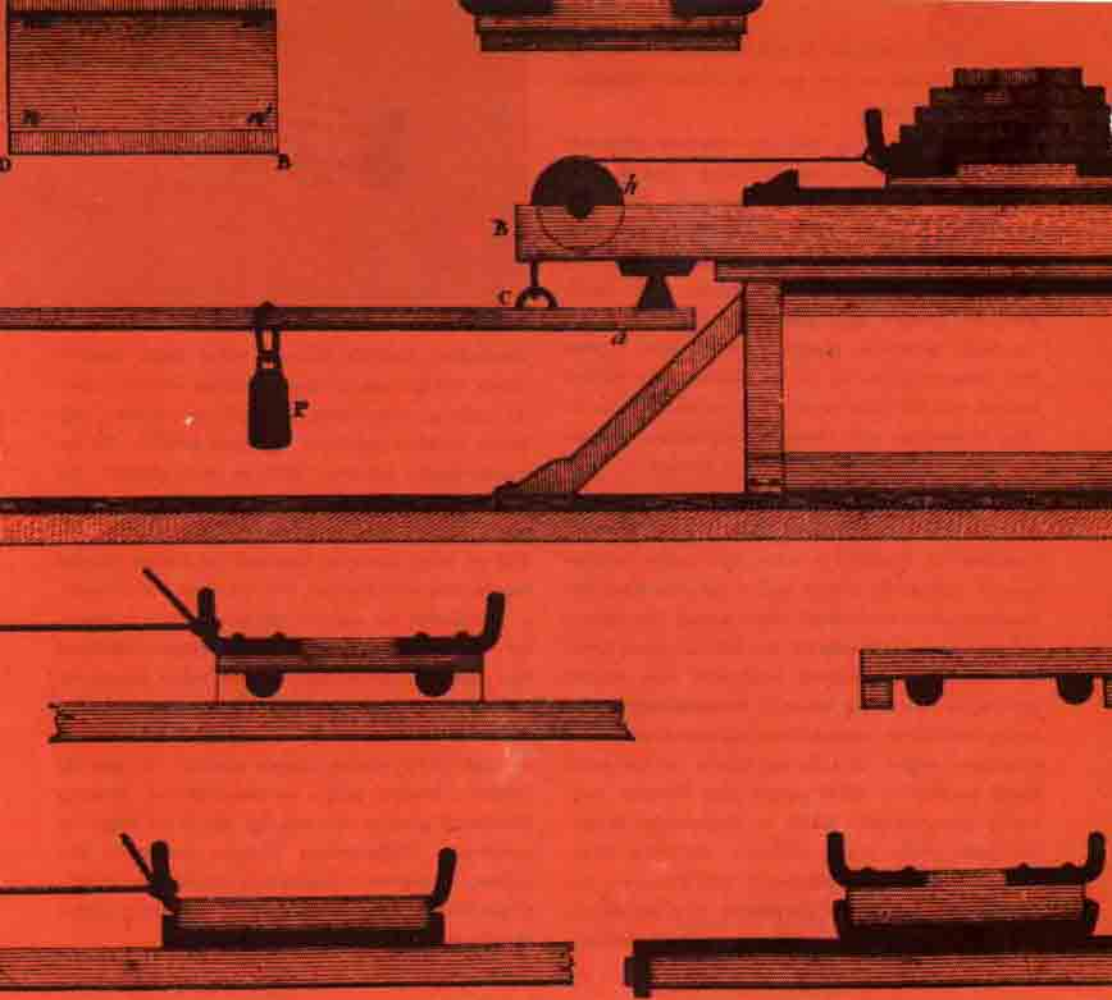
Bir Amerikan yayın evi İspanya Hükümetinden bunları yayımlamak hakkını aldı ve bu iş de bana verildi. Eserin düzenlenmesi ve yayımlanması birkaç yıl süreceği için, müsveddelerin neleri kapsadığı hakkında kısa bir bilginin burada verilmesini faydalı buldum.

İlk müsvedde, ki Codex Madrid I adıyla tanınmaktadır, tamamıyla kuramsal ve uygulama mekanikle uğraşmaktadır. 332 sayfasında 1600 kroki ve resimle açıklanan notlar bulunmaktadır, ve bunlar mükemmel bir şekilde yapılmıştır.

Leonardo'nun mekanik konusundaki buluşlarını bir tek makalede açıklamaya imkân yoktur, ben burada sürtünme, yataklar ve dişli çarklar hakkındaki buluşlarından bahsedeceğim ki bunlar bile onun ne kadar ileri görüşlü bir mühendis olduğunu ispat eder.

Leonardo bütün etüdülerinde hem işin teorisi, hem de uygulanması ile ilgilenmiştir. Codex Madrid I'de o şöyle yazıyor:

«Bu işin pratik kısmıdır, fakat ilk önce teorisini ele almalı unutmamalıdır.»



Leonardo'nun sürtünme ile ilgili deneyleri yapmasından tam 300 yıl sonra Charles Augustin de Coulomb tınlarla uğraşmağa başlamış ve resimde görülen aygıtları kullanmıştır. Dikkat edilirse bunların Leonardo'nun krokilerine ne kadar benzediği anlaşılır.

Leonardo'nun sürtünme ve çekimin rollerini inceleyen zamanında herkesin bulmağa çalıştığı «kendi kendine işleyen motor» düşüncesini delilik saydığı bir anlayışa eriştiği de görülmektedir. Müsvedenin girişinde şöyle der :

«İnsanoğlunun füzulî ve imkânsız yanlış düşüncelerinden biri de bazıları tarafından «perpetuum mobile» adı verilen sürekli harekettir. Uzun yüzyıllardanberi hidrolik makineler, savaş makineleri ve buna benzeyen şeyler üzerinde uğraşan birçok kişiler, büyük paralar harcıyarak boş araştırma ve incelemeler yaptılar. Fakat alşimistlerin başına gelenler onların da başına geldi : Onlar ufak bir ayrıntıdan başka herşeyi kaybettiler. Benim ufak eserim bu araştırmacılara faydalı olacaktır ve onlar da krallara veya devlet şeflerine boş yere vaadettikleri bu gibi imkânsız şeylerle bir daha uğraşmaktan vaz ge-

çeceklerdir. Birçok yabancı memleketlerden ölü (sakin) sularla işleyen su değirmenleri yapmak ümidile Venedik'e gelen birçok insanlar gördüm, onlar avuç dolusu paralar ve uzun çabalar harcadıktan sonra oradan kaçmak zorunda kaldılar.»

Başka bir müsvedde de şöyle yazılıdır : «Ey sürekli hareket çılgınları, bu boş çabalarınızdan ne elde ettiniz ! Sizin yeriniz altın arayıcılarınızın yanındır, oraya gidin !»

Leonardo'nun bir makinanın işlemlerini sağlayan ilkel prensipleri modern bir anlayışla inceleyen ilk mühendis olduğu gerçekten söylenebilir. O bu problemin analiziyle uğraşmadan önce her makine —sui generis— kendine özgü ve ötekilerden tamimyle başka birşey sayılıyordu. O, her makinenin bazı üniversal mekanizmalardan bir araya geldiğinin ve bunların genel olarak bütün makinelerde bulunduğuna

nu anlayan ilk adamdı. O özel makinelerin nasıl çalıştığını inceledi ve ayrı ayrı parçalarının görevlerini meydana çıkardı.

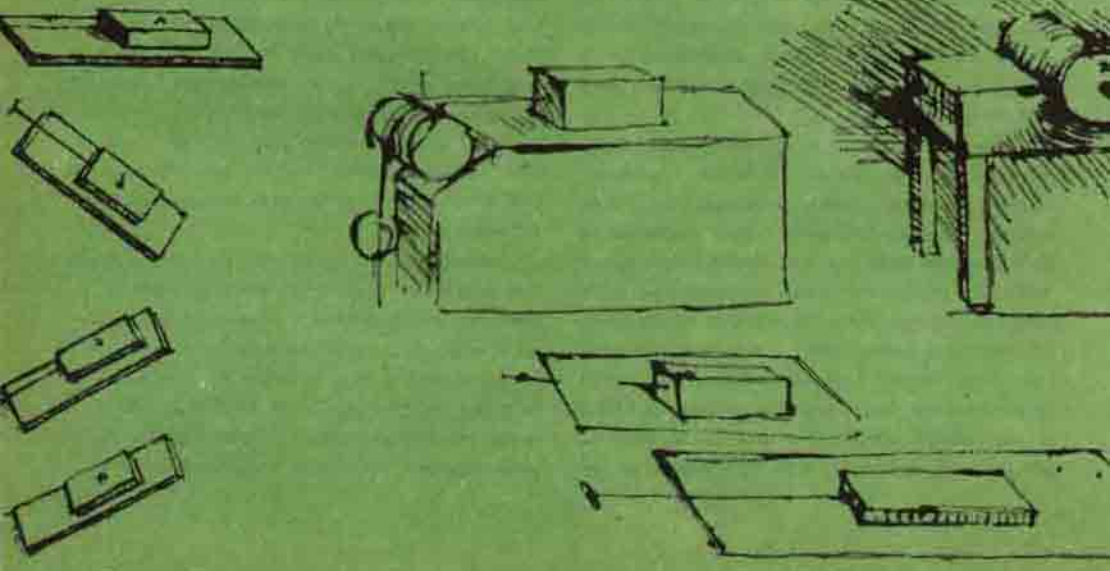
Her şeyin ilk önce teorisini meydana çıkarmak şeklindeki yaklaşımını bir alışkanlık yaparak daha etkili makinelerin projelerini yapmadan önce katı cisimlerin arasındaki sürtünme ile ilgili uzun incelemeler yaptı. Bu deneyler için özel tesisler meydana getirdi ki bütün bunlar zamanından çok ileride şeylerdi. Örneğin eğik yüzey üzerindeki tekerlekli taşıtlarda çekim ve sürtünmenin etkilerini ölçmek için deneyler yaptı ve bir su değirmeninin gücünü bulmak için bir dinamometre bile kullandı ki, bu İngiliz mühendisi John Smeaton tarafından dinamometrenin bulunmasından üç yüzyıl önceydi.

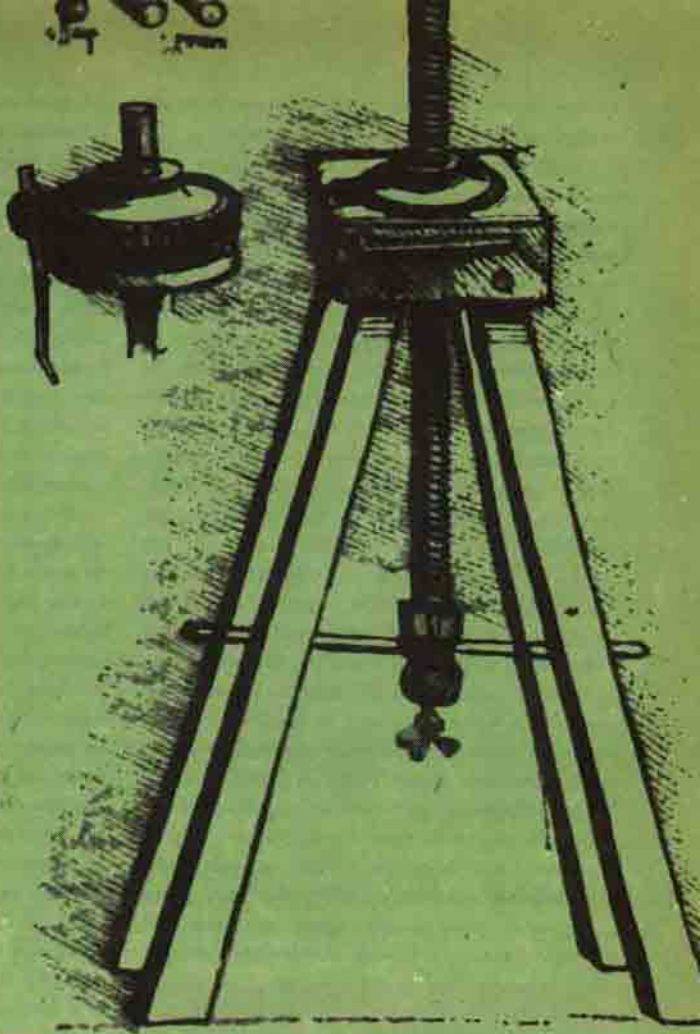
Leonardo'nun esas ifade tarzı kroki ve resimlerdir ve onun sürtünme üzerinde yaptığı deneysel incelemelerin niteliğini anlamak için onlara bakmak gerekir. Burada iki cismin birbiri üzerinde kayarken meydana gelen sürtünmeyi tespit etmek için yapmış olduğu aygıt görülmektedir, bu 300 yıl sonra Charles Augustin de Coulomb tarafından aynı maksat için yapılan sürtünme masasına benzemektedir. Daha başka resimlerde Leonardo'nun sürtünme direncinin cisimlerin değme yüzeyleriyle ilişkisini ve bir milin dönüş hareketinin milin çapıyla olan ilişkisini araştırdığı görülmektedir. Bütün bu ölçmelerden o; birçok genel ilkeler ortaya çıkarmış, sürtünme direncinin birbirine değen yüzeylerin niteliğine yani pürüzlülük veya kayganlık derecesine göre değiştiğini, yüzeyin öteki yüzeye değmekte olan alanına bağımlı



olmadığını, üstünde bulunan yükü doğru orantılı olarak arttığını ve sürtünen yüzeyler arasına yuvarlar cisimler, mardaneler, koymak veya bunları yağlamak suretiyle azaldığını da tespit etmiştir. Bu konular bugün hepimize tabii ve basit görünür. Fakat unutulmamalıdır ki o bunları bilginler sürtünmeyi modern şekilde incelemeye başlamadan tam 200 yıl ve bu konunun Coulomb tarafından incelenince araştırılmasından 300 yıl önce ele almıştır.

Sürtünme kat sayısını da ortaya atan o olmuştur. Bu iki yüzeyin birbiri üzerinde kaydırılabilmesi için gerekli kuvvetle bunların üzerindeki basınç veya yük arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır. Leonardo «cilâlanmış ve düz» yüzeyler için bu oranı 0,25 (1/4) olarak tahmin etmiştir. Bu sert iki tahtanın, bronzla çeliğin ve Leonardo'nun uğraşmış olabileceği gereçler için oldukça doğru bir değer taşımaktadır. Yağlanmamış yüzeyler arasındaki sürtünmeyi incelemenin bugün bile oldukça güç olduğu düşünülürse, onun bu tahmininin ne kadar doğru olduğu meydana çıkar.





yalyı yatak içerisindeki bil-
ların birbirine değerek sür-
melerinin önüne geçmek
Leonardo bilyalı bir ka-
içine almağı düşünmüştü.

da, aşağıda :

tünme deney masaları.
larla da Leonardo dünyada
olarak bir yüzey üstünde
ilen bir cismin karşılaştığı
tünme dirençlerini ölçmü-

da :

Codex Madrid l'deki bir kro-
bir krikoda sürtünmeyi
iltmek için bilyalı yatak
lanıldığını göstermektedir.
edeki resimde bilya ve rul-
nlar görülüyor.

Sürtünme ile ilgili temel bazı ilkeleri öğrendik-
ten sonra Leonardo makinelerdeki özel sürtünme
problemlerini incelemeğe geçmiştir. Codex Madrid I
ve daha başka yazıları onun yataklara verdiği öne-
mi gösterir, hattâ rulmanlı ve bilyalı yataklar an-
cak 1900 yıllarında makinelerde uygulandıkları hal-
de, o bunların kullanılmasını daha o zaman düşün-
müştür.

Gerek Leonardo'nun günlerinde ve gerek daha
sonraları makinelerdeki mil ve muyluların içinde
döndükleri yataklar, genellikle makinenin tahtadan
veya metalden yapılmış şasisinde delinmiş delikler-
den daha fazla birşey değildi. Dönen bir milin zım-
paralayıcı (kesici) tepkisi oldukça büyük bir aşın-
ya sebep oluyor ve bu yüzden hem mil, hem de
yatağı beraberce aşınıyordu. Bunu azaltmak için ya-
tak yerine donyağı sürülüyor veya değen yüzeyler
arasına yağ akıtılıyordu. İspanyada 16'inci yüzyıl-
da kullanılan sulama tesislerine ait kayıtlarda, ba-

kım için iki kalem gereçe çok para harcandığını
okudum. Bunlardan biri dönen mil yataklarında kul-
lanılan donyağı, öteki de aşınan veya kırılan makine
parçalarını yeniden dövmek için lüzumlu ateşi
sağlamakta kullanılan mangal kömürü idi.

Leonardo yataklarındaki bu aşınmayı deneysel
olarak inceledi ve çok ilginç birçok kurallar buldu.
Birkaç deney, yatay bir mitle desteklik eden bir ya-
taktaki aşınma miktarının, üzerindeki yüke bağımlı
olduğunu ve aşınmanın doğrultusunun muhakkak
surette aşağı doğru düşey olmayacağını ve kuvvetin
doğrultusunda olacağını maydana çıkardı. Öte yan-
dan Leonardo milin çapının gittikçe ufaldığını, fa-
kat aşınan yatak deliğinin konik bir şekil aldığını da
buldu. Onun bu gibi pratik meselelere yatkın olan
kafası resimlerinde bir yatakta kullanmak üzere iki
değişik yağlama metodu ortaya çıkarmıştır. O kanallar
vasıtasıyla yukarıdan bir yağdanlıktan kendi ken-
dine akan yağla işleyecek bir yağlama sisteminin ka-

nallara dolacak toz, talaş ve yabancı maddeler yüzünden tam çalışmayacağına işaret etmişti.

Yağlamanın yalnız başına mülle yatağının aşınmasına mani olamayacağını anlayan Leonardo, sürtünmeyi azaltacak gereçlerin bulunması gibi yeni düşünceleri araştırmaya başladı ve bu kaçınılmaz aşınmayı azaltacak yeni modelleri geliştirmeye çalıştı. Codex Madrid I'de bu konuda çok modern bir anlaşıya, hayretler içinde, rastladık. Leonardo iki parçalı bir blok şeklinde bir yatak düşünmüştü, bu «ne kadar yüklü olursa olsun» mülün yataktan atılmasına mani oluyordu. Onun açıkladığına göre mülün içinde döndüğü blok yanakları «ayna metali» denilen parlak bir metalden, ki bu üç kısım bakır, yedi kısım kalayla ergitilerek elde ediliyordu, yapılıyordu. Onun deyişine göre, bu «ayna» üst kısmında bir kama ile veya ayarlanabilen bir çivata ile sıkıştırılacak bir kapakla kapanacaktır. Böylece yanaklar, yatak kovanları, ilerleyen aşınma oranında sıkıştırılarak mülle yatak arasındaki boşluğu devamlı surette dolduracaklardı. Burada Leonardo'nun sayesinde ayırık, ayarlanabilen ve sürtünmesi az bir metalden yapılmış, kovanlardan meydana gelen ilk yatağın projesini, Robert Hooke'un böyle bir metalin kullanılmasına ilgili önerisini Londrada Royal Society'ye ya sunmasından hemen hemen 200 yıl önce buluyoruz, iki parçalı yatağın sanayide kullanılmaya başlanmasından da 200 yıldan fazla önce!

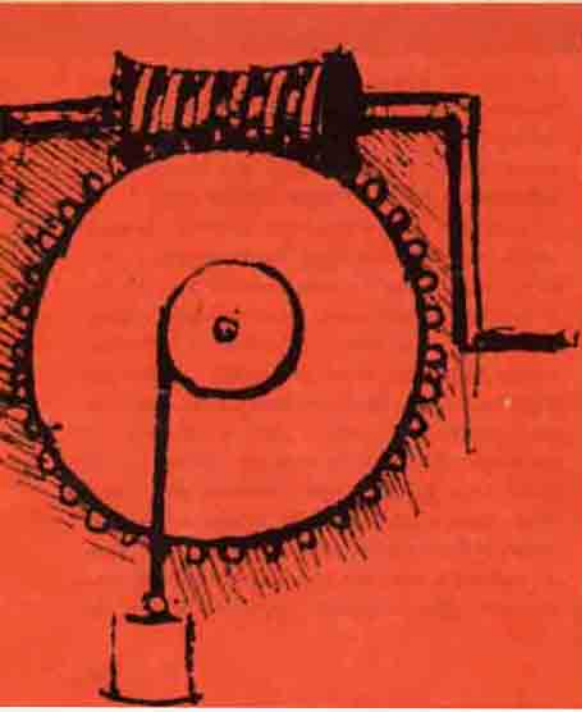
Leonardo, deneylerinden dönen cisimlerde sürtünmenin kayma cisimlerdeki sürtünmeden daha az

olduğunu meydana çıkardığı için dönen elementler kullanarak sürtünmeyi azaltmaya çalışmıştır. Makinelerin merdaneleri (rulmanlar) ve bilyalar kullanarak hareketleri kolaylaştırmak Leonardo'dan daha önce biliniyordu; bu gibi kolaylıklardan eski Yunanlılar faydalanmışlardı. Leonardo dönme hareketi bilyalı yataklara uygulanan ilk insan da değildi, Codex Madrid I'de disk (evha) şeklindeki yatakların, asistanı Giulio adındaki bir Alman tesviyecisi tarafından Almanyada görülmüş olduğu kaydına rastladım, halbuki bunların eskiden Leonardo tarafından bulunmuş olduğu sanılmıştı. Bununla beraber onun modern anlamda hakiki rulmanlı ve bilyalı yatakların projelerini yapan ilk insan olduğu kesindir.

O başlangıçta değişik birçok şekilde disk yatakları yapmış, sonradan yataktaki aşınmanın dar diskler yerine bilya kullanıldığı zaman daha düzenli bir surette her tarafa yayılacağını anlamıştır. Böylece bundan sonra yalnız rulman ve bilya esasına dayanan yataklar yapmaya başlamıştır. Sonsuz vidanın çevrilmesiyle ağır yükleri kaldırabilen krikolar o zaman çok fazla kullanılan şeylerdendi; bununla beraber onların kullanılış alanı oldukça sınırlı idi, bunun sebebi de ağır bir yükün altında dönen somun ve üzerinde bulunduğu levhanın arasında meydana gelen sürtünmenin çok fazla olmasıydı. Leonardo somunu çevirmek için bir sonsuz vida dişli çarkı (salyangoz vida dişli düzeni) geliştirdi ve Codex Madrid I'deki resimler somunun halka şeklinde bir rulmanlı veya bilyalı yatak üzerinde döndüğünü göstermektedir. Genel olarak o yataklar hakkında resimlerle ilgili yazıda şöyle demektedir:

«Eğer düz yüzeyli bir ağırlık aynı şekilde bir yüzey üzerinde hareket ederse, bu hareketin, iki yüzey arasında bilyalar veya merdaneler (rulmanlar) koymak surtiyle kolaylaşacağını doğrularım... ve ben bilyalarla rulmanlar arasında herhangi bir fark görmüyorum, yalnız biri her doğrultuda hareket edebilir, öteki ise yalnız bir doğrultuda. Fakat bu bilya veya rulmanlar hareketleri sırasında birbirlerine değerse aralarında herhangi bir temas olmadığı zaman nazaran çok daha güç dönerler, zira onlar birbirlerine değerse sürtünme ters yönde bir hareketin meydana gelmesine ve hareketlerin birbirlerine karşı gelmesine sebep olur. Fakat bilya veya rulmanlar birbirlerinden belirli bir açıklıkta tutulursa, o zaman onlar ağır yükte direnci arasında yalnız bir noktaya değerser. ve bunun sonucu olarak bu hareketi üretmek daha kolay olur.»

Leonardo tarafından yapılan bir nihaysiz vida. Vida dişleri çarkın iğrisine uyacak şekilde yapılmıştır.



Leonardo yataklarındaki aşınmayı da tespit etmiştir. Resimde a ve b'deki yatay bir mil yatak yüzeyini düşey olarak aşındırmamakta, yatak yük tarafından saptanan bir doğrultuda aşınmaktadır. O aynı zamanda konik bir delikte mil ve yatağın karşılıklı aşınmasını da görmüştü (c). Milin aşınmasının önüne geçmek için yataklara daha az sürtünme sağlayan bir maden alaşımından kusinet'ler, yastıklar konmasını ve bunun bir kama (d) veya vida ile sıkı tutulması gerektiğini de bulmuştur.

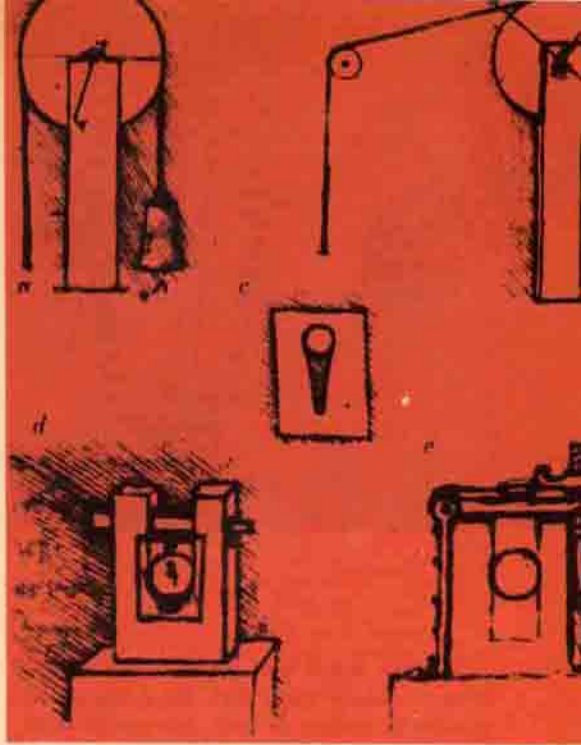
Müşveddenin başka bir yerinde Leonarda bu problem için bir çözüm tavsiye etmektedir. Bilyalar iki dönen halka (bilezik) arasında bulunmakta ve böylece her biri ötekenden belirli bir açıklıkta tutulmaktadır.

Leonardo'nun hayalinde canlandırdığı bilyalı yataklara ait mükemmel bir çözüm de düşey bir mil veya muylu için en uygun şekil olarak tavsiye ettiği şeydir. Muylunun konik bir başı vardır ve bu aynı büyüklükte ve şekilde üç bilya veya konik rulmandan meydana gelen bir yuvada oturmaktadır. Bu hususta o şöyle diyor :

«Böylece bizim için konisine uyan üç eşit konimiz vardır ve için her bir dönüşünde destekleyici koniler tam bir dönüş yapmış olacaktırlar». Bu resimleri bir dergide gören Sperry Gyroscope Company'nin başkanı Preston Barsett dostu ve Burndy Bilim Tarihi Kütüphanesinin kurucusu Bern Dibresé (8 Mart, 1967'de) şöyle yazmıştır.

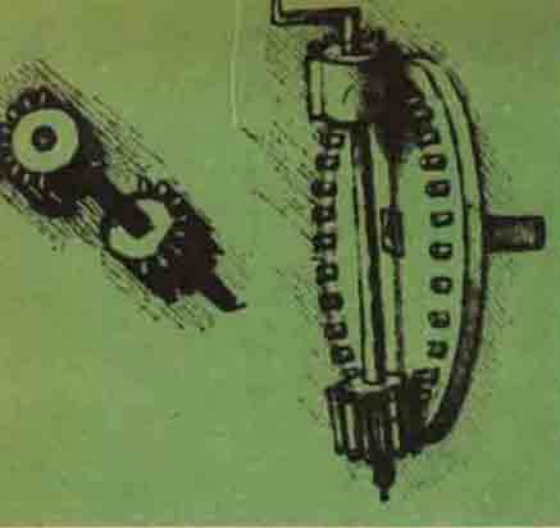
«Doğrusunu söylemek lâzım gelirse, geçirdiğim en büyük şok, Da Vinci'nin konik bir muyluyu oturtuğu bilyalı yatağın bilyalarının krokisini gördüğüm zaman oldu. Biz 1920'lerde kör uçuş jiroskoplarımızı geliştirirken, oturduğu uçta hiçbir çoşusu (oyunama payı) olmayan bir bilyalı yatak projesini yapmak problemiyle karşı karşıya kalmıştık. O zaman yaptığımız konik iç bilyalı yatakla yeni birşey bulduğumuzu sanmıştık, fakat Da Vinci bu problemi bizden yüzyıllarca önce çözmüştür !»

Leonardo'nun mekanikle ilgili problemlerin içerisinde ne kadar derinliğine girmeyi başardığı en parlak şekilde dişli çark bağlantılarıyla dişli çarkların incelemesinde görülür. Codex Madrid I'de dişli çarklarla ilgili bir tartışma vardır ve buna ait resimler mükemmellikleri bakımından hayret vericidir. Çark dişlerinin sürtünme direncini en az bir ölçüye kadar indirebilmek için alacakları mümkün olan en iyi şekli düşünürken Leonardo, sikloid şeklindeki dişlerin basit çubuk dişlere oranla çok üstün olduklarını göstermekte ve bunu teorik bir resimde dişlerin birbirine nasıl değiştiğini açıklayarak ispat et-



mektedir, ki bu bugünde yapılanın aynıdır (bunlara diş üstü, diş dibi ve bölme daireleri adı verilir). Dişli çark takımlarında sürtünmeden dolayı meydana gelen aşınmayı incelerken, o episikloid dişlerin de projelerini yapmıştır, ki bu, Danimarkalı Olaus Roemer ve Fransız matematikçisi Gérard Desarques'in bu şeklin faydalarını ortaya atmalarından ikiyüz yıl öncedir. Bununla beraber Philippe de La Hire'in sistematik bir surette bütün dişli çarklara episikloid şeklini uygulaması ise ancak 1694'te olmuştur. Daha sonraki bulucular gibi Leonardo da dişli çark profilleri hakkındaki realist buluşlarını buğday öğütme değirmenlerde kullanılan dişli çarklardaki aşınmaları incelemek suretiyle yapmıştır. Onun bu karışık mekanik problemlere sağduyu ile çözüm bulma yeteneğine en büyük delil, başkalarından yüzylerce yıl önce birçok şeyleri bulmuş olmasıdır. 200 yıl sonra La Hire tarafından açıklanan dişlerle Leonardo'nun episikloid dişli çarklarının karşılaştırılması bunu ispat eder.

Leonardo dişlileri, sürtünme direncini azaltmak amacıyla basitleştirmeye çalışmıştır, bu hususta da şöyle diyor : «Aygıtınızda ne kadar fazla dişli çarkınız olursa, o kadar çok dişe ihtiyacınız olacaktır, ne kadar fazla dişiniz olursa, büyük dişli çarklarla küçük dişli çarklar arasındaki sürtünme de o kadar çok olacaktır. Sürtünme ne kadar büyük olursa, motorun kaybettiği güç de o kadar büyük olacaktır.»



Devamlı dönme hareketlerinin yalnız yarısı dişli olan bir çift çarkla doğrultusu değişik ayrı iki harekete dönüşmesi. Kol çevrildiği zaman çark ilk önce sola sonra sağa döner.

O birçok değişik çark şekilleri ortaya atmıştır, bunların arasında yarısı dişli, yarısı düz olanlar, trapezoid'ler, helezon ve konik dişli çarklar vardır. Özellikle globoid dişli çarkı bulması çok önemlidir, bu genellikle Henry Hindey adındaki bir İngiliz mühendisin buluşu sanılırdı, fakat Madrid'te bulunan müsveddeler bunun çok daha önce Leonardo tarafından bulunduğunu göstermektedir. O sonsuz vida şeklinde birçok globoid dişli çark projesi yapmıştır, ve bunun faydalarını ve uygulamalarını açıklamıştır, özellikle zaman ölçümünde.

Leonardo hem sürtünmenin kendisiyle, hem de sürtünme direncinin ortaya çıkarttığı pratik problemlerle ilgilirdi. Band (şerit) frenlerini bulmasından çok bahsedilmiştir. Halatlarla (makaralarla) hareket nakli hakkında da yaptıkları bilinmektedir. O Codex Madrid I'de şöyle diyor : «Halatlarla sağla-

nan her hareket dişli çarklarla ve sonsuz vidalarla yapılandan daha sessizdir.» Bu müsveddelerin bazı krokilerinde halat yerine kayışların kullanılması da görülür, hattâ burada kendi buluşu olan halat veya kayışla işleyen birçok makinaların resmi vardır. Belki sürtünme direncinin en hayalî kullanılış şekli bir insanın yüksek bir yerden düşüşünü frenlemek için yapılan bir şok alıcısıdır. Birbirini kilitleyen kamalar düşüşü sürtünme direnci vasıtasıyla yavaşlatır ve son kısmında da bir yün balyası bir çeşit yastık rolünü oynar, ve ağırlığı alır.

Kısa bir makalenin sınırları içinde özetlediğim bu yazıdan sonra, acaba Leonardo da Vinci'nin hâlâ bir masa başı teknisyeni olduğu kanısında bulunacaklar çıkacak mıdır? O, çağların yetiştirdiği en büyük mühendislerden biriydi.

Scientific AMERICAN'dan

Dişli çark dişlerinin en iyi şekli. En az sürtünme meydana getiren dişlerin bu şekilleri onun tarafından düşünülmüş ve ideal dişler (sağda) iki yüzyıl sonra Philippe de La Hire tarafından bulunmuştur, ki Leonardo'nın dişlerine çok benzemektedir, episikloid dişler.

