DİJİTAL KÜTÜPHANE KANALI

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

https://rantey.org

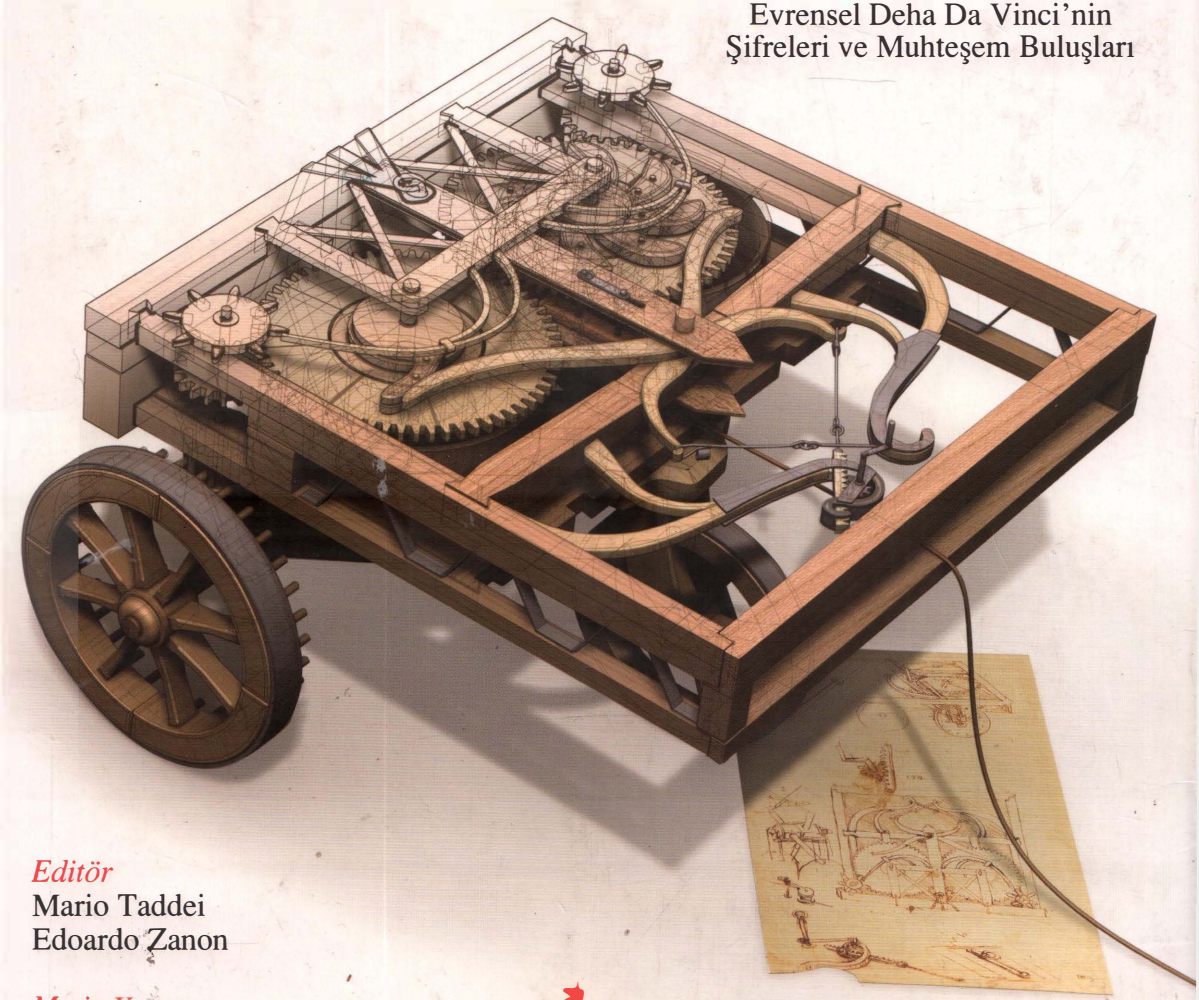
Yedek ve Duyuru Kanallarımız
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

• Telegram: https://t.me/birkitapbir

• WhatsApp Kanalımız : https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4IvMoc0Y

Leonardo'nun Makineleri

Evrensel Deha Da Vinci'nin
Şifreleri ve Muhteşem Buluşları



Editör
Mario Taddei
Edoardo Zanon

Metin Yazarı
Domenico Laurenza

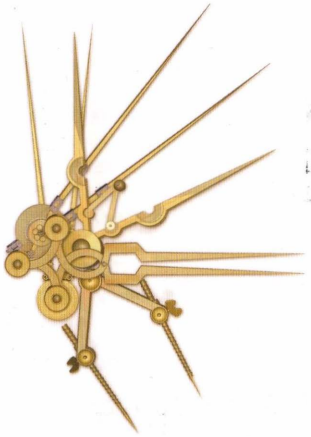
Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - https://rantey.org

PEGASUS

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

LEONARDO'NUN MAKİNELERİ

Da Vinci'nin Buluşları



Editör: Mario Taddei ve Edoardo Zanon

Metin: Domenico Laurenza

Türkçesi: İbrahim Şener

PEGASUS YAYINLARI

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Kitabın özgün adı:
LE MACCHINE DI LE LEONARDO
Segreti e invenzioni nei Codici da Vinci

Domenico Laurenza, Mario Taddei, Eduardo Zanon

Ön kapak
Leonardo'nun otomobilinin üç boyutlu yeniden oluşumu
Codex Atlanticus'ta folyo 812r'den alınmıştır.

Arka kapak
Makine parçalarının bazıları

Kapak sırtı
Codex Atlanticus'ta folyo 696r'den pergel

Konsept, mekanik filoloji ve makinelerin tasviri
Mario Taddei ve Edoardo Zanon

Editöryal koordinatör
Claudio Pescio

Editör
Ilaria Ferraris

Teknik düzenleme editörü
Paola Zacchini

Giriş metni
Domenico Laurenza

Kapak
Mario Taddei
Edoardo Zanon

Grafik tasarım, düzenleme ve üç boyutlu modelleme
Giacomo Giannella
Felice Mancino
Gabriele Perni
Mario Taddei
Edoardo Zanon

Studioddm snc, via Malpighi 8, Milan
www.studioddm.com
www.leonardo3.net

Katkılarından dolayı
Giorgio Ferraris'e teşekkürler.

www.giunti.it
www.pegasusyayinlari.com

© 2005 Giunti Editore S.p.A., Firenze - Milano
© 2005 Studioddm S.n.c., Milano
İlk baskı: Haziran 2005
© 2006 Pegasus Yayıncılık (Türkçe baskı için)

Resimler hak sahiplerinden yazılı izin alınmaksızın yayınlanamaz.

Pegasus Yayınları:65
LEONARDO'NUN MAKİNELERİ
Domenico Laurenza, Mario Taddei, Edoardo Zanon

Yayın Yönetmeni: İbrahim Şener
Kitap Editörü: Özkan Özdem
Türkçe'ye Çeviren: İbrahim Şener
Bilgisayar Uygulama: Meral Gök
Kapak Uygulama: Derya Yini
Baskı-Cilt: Mart Matbaacılık Sanatları
2. Baskı: Ekim 2007
ISBN: 9944-326-44-5

Kısa tanıtım alıntıları dışında yayınevinden yazılı izin alınmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

PEGASUS YAYINLARI
Gümüşsuyu Mah. Osmanlı Sk. Alara Han
No:27/9 Taksim/İstanbul
Tel:0212 244 23 50 (pbx) Faks:0212 244 23 46

Leonardo da Vinci'nin elyazmaları ve çizimleri aşağıda isimleri belirtilen hak sahiplerinden izin alınarak yayınlanmıştır.

Codex Atlanticus	Codex Atlanticus in the Biblioteca Ambrosiana, Milan
Windsor RL	Anatomical manuscripts and drawings in the Royal Library at Windsor Castle
Codex Arundel	Codex Arundel 263 in the British Library, London (formerly the British Museum Library)
Codex Forster III	Notebooks in the library at the Victoria and Albert Museum, London
Manuscripts Madrid I & II	Codices in the Biblioteca Nacional, Madrid
Manuscripts A-M	Codices and notebooks in the library of the Institute de France, Paris
Codex Hammer	Manuscript (formerly Codex Leicester) owned by Bill Gates, Seattle, Washington, USA
Codex Trivulzianus	Manuscript in the Biblioteca Trivulziana at the Castello Sforzesco, Milan
Codex 'On the Flight of Birds'	Manuscript at the Biblioteca Reale, Turin

Leonardo'nun notlarının ve çizimlerinin kronolojisi tek bir elyazması içinde bile değişiklik göstermektedir. Bu nedenle her biri yeniden üretilen imge için kesin ya da yaklaşık olarak bir tarih verilmiştir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

İçindekiler

6 Önsöz — Paolo Galluzzi

10 Giriş — Dominico Laurenza

15 Kitap Hakkında — Mario Taddei ve Edoardo Zanon

18 Temsili Dizin

001
26 **Uçuş Makineleri**
30 Mekanik Kanat Mekanizmaları
34 Ejderhasineği
38 Hareketli Kanatlar
46 Anten Vida
54 Uçuş Makinesi
62 Mekanik Kanatlar

002
70 **Savaş Makineleri**
74 Springald
80 Çok Namlulu Makineli Tüfek
84 Savunma Duvarları
88 Tırpanlı Savaş Arabaları
94 Sökülebilir Top
98 Zırhlı Araç
102 Mancınık
108 Yaylım Ateş Topu
118 Hareketli Havan Topları
126 Kale

003
130 **Hidrolik Makineler**
134 Mekanik Testere
140 Çarklı Tekne
146 Asma Köprü
156 Tarama Makinesi

004
160 **İş Makineleri**
164 Pistonlu Hareket Makinesi
168 Levha Kesici
172 İçbükey Ayna Yapma Makinesi
176 Kanal Kazma Vinci

005
184 **Temsili Makineler**
188 Kendi Kendine İlerleyen Araba
196 Orfeus için Tiyatro Dekoru

006
202 **Müzikal Enstrümanlar**
206 Kafatası Şeklinde Lir
210 Mekanik Davul
216 Viola Organista

007
222 **Diğer Makine Türleri**
226 Baskı Makinesi
230 Yol Sayacı (Odometre)
234 Pergeller

238 KAYNAKÇA

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

ÖNSÖZ

Üzerinden yüzyıllar geçmesine karşın, Leonardo tarafından tasarlanmış olan olağanüstü makineler gitgide artan, hatta bir saplantıya varan bir ilgi nesnesi olmuştur. Yakın tarihte, Vinci'nin dehası ile yapılmış olan heyecan verici teknolojik gelişmeleri ortaya koyan çok sayıda kitap, katalog ve makale yayınlanmıştır. Aynı zamanda Leonardo'yu 'kafası karışık bir mucit' olarak gösteren sahte 'müze'ler de aynı oranda artmıştır. Bu, Da Vinci'nin dünyasının zenginliğinin bir karmaşıklık gibi görünmesine neden olmuştur.

'Leonardo hayranlığı'nın yükselişi içinde bunun tüm yoğunluğu hissedilmektedir fakat romancı Dan Brown'ın, hayali bir da Vinci dünyasına garip yolculuğu ile genel olarak akademik olmayan bir etkinlik şeklinde ele alınmaya başlanmıştır. Oysa bu kitabın hazırlayıcıları olan Domenico Laurenza, Mario Taddei ve Edoardo Zanon çok sayıda anlamlı nedenle açık bir şekilde konuya farklı yaklaşmışlardır.

Bunların birincisi Leonardo'nun teknik çizimlerinin olağanüstü etkin bir görsel bilgisayar diline dönüştürülmesidir. Bu dönüşüm kaçınılmaz olarak özgün çizimlerin tam bir dönüşümüne yol açmıştır. Oluşum doğrulanmıştır çünkü o bize Leonardo tarafından ortaya konmuş olan karmaşık teknolojik süreçlerin daha açık bir kavrayışını kazandıracaktır. Biz bir şekil değişiminden bahsediyoruz fakat bunun bir yeniden şekillendirme ya da bir dönüşüm olduğunu, özgün çizimlerin üstün grafik perspektifi kullanılarak yeniden yapılanmasının Leonardo'nun fikirlerinin iletişiminin kendi yöntemi olduğunu aklımızda tutmalıyız.

Mario Taddei ve Edoardo Zanon tarafından gerçekleştirilen olağanüstü mekanik grafikler bu makinelerin tam olarak nasıl çalışacağının herkes tarafından anlaşılmasını sağlayacaktır. Sonuçta, Leonardo'nun grafik iletişimi hakkındaki deneyi onun düşünce oluşumunun sonuçları ve makineler ve mekanik araçlara ilişkin olarak yenilikçi kavramlarını görsel terimlerle ifade etmek için elyazmalarında kavranmıştır. Bu kitapta verilmiş olan mekanik ikonografi Leonardo'nun son derece karmaşık araçların işleyişini ve yapısının tam ve mutlak olarak açık bir temsilini ortaya koyarak onun kendi hedeflerini gerçekleştiren yegane karakterdir.

Leonardo kendi icatlarının çiziminde bir dizi grafik çalışması kullanmıştır. Bunlar arasında planlar, kuşbakışı görünümler, şeffaf ve sökülmüş görünümler, hareket dizisi benzetimleri, yüzeylerin düz görünümleri ve kuvvet çizgilerini

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

temsil eden şematik çizgiler bulunmaktadır. Ondan önce hiç kimse böylesine sistematik bir şekilde bunları kullanmayı tasarlamamıştır ve her şeyin ötesinde hiç kimse teknolojinin karmaşık küresi içinde iletişim fikirlerini böylesine sistemli bir şekilde kullanmamıştır. Dijital dile çevrilmiş olan güzel da Vinci makineleri bu kitabın sayfalarında gözler önüne serilmiş ve bunun sonucunda Leonardo'nun kendi ideal doğa kavramı ve amaçları grafiksel olarak temsil edilmiştir. Bu 'parçalara ayrılmış' makineler içlerinde barındıkları mekanizmaları ortaya koyan şeffaf görünümleri ya da 'sökülü görünümleri' Leonardo'nun özgün, ustalıklı çizimlerinin büyüleyiciliği ile sunulmaktadır. Her ne kadar onlar Ustasının taklit edilemez ellerinde çizilen belgelerin büyüsel, yankılanan karakterinden yoksun olsa da, açık ve açıklayıcı ayrıntıları ile ön plana çıkmaktadır.

Leonardo'nun özgün çizimlerinin bu üç boyutlu görselleştirmeye dönüşümü göz alıcı ve saygıya değerdir. Ek olarak, mekanik araçların seçilmesi kitap boyunca tekrar edilmeyecek şekilde yapılmıştır.

Leonardo'nun makineleri üzerine yapılmış yayınların çok fazla olmasına karşın, onların ortak özelliği onun tasarımlarının bir seçkisinin yapılmasıdır. Bunlar arasında modern dönemin en önemli keşiflerinin bazıları bulunmaktadır: uçuş makineleri, denizaltı, helikopter, zırhlı tank, otomobil ve daha yeni olarak, çok fazla tartışılan 'bisiklet' bunlar arasındadır.

Bu kitapta ufuk daha geniş tutulmuştur. Da Vinci'nin el-yazmalarının Mario Taddei ve Edoardo Zanon tarafından çok dikkatli bir incelemesi ve Domenico Laurenza'nın eleştirel ve akademik katkıları ile desteklenerek, bu kitap başka yayınlardaki çizimlerin çok ötesine geçmektedir. Okuyucular kendileri için yeni olan araçlar keşfedecekler ve bunları daha sonraki teknolojik ilerlemenin habercisi olarak göreceklerdir. Leonardo'nun ortaya koyduğu teknik sorunlar bugün bile uygulamaya konulması son derece zor olan konuların ustalıkla ele alınmasını simgesel olarak betimlemektedir.

Bu kitaptaki bölümlerde Leonardo'nun evrensel olarak en fazla kabul gören buluşları sunulmuştur. Onlar çok özenli bir şekilde görsel hale getirilmiş, içeriği oluşturulmuş ve her şeyden öte basmakalıp olmayan bir şekilde teknik olarak analizi yapılmıştır. Örneğin uçuş makinelerine ilişkin çalışmalar Leonardo'nun 'otomobil' olarak adlandırdığı dizi içinde sunulmuştur. Bu yaklaşımın şık çizimleri, etkin görsel iletişi-

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

min amacı ve tarihsel güçlüklerin bir birleşimi üzerine temellenmiştir.

Bu sunumun başarısı makinelerin çağrımsal gösterimleri ve Domenico Laurenza tarafından akademik olarak betimlemesi yapılan giriş kısımları arasındaki etkileşime dayanmaktadır. İçerik özgün belgeler ile oluşturulmuştur ve ilüstrasyonlar kendi amaçları içinde zamandizinsel bir sıra içinde verilmiştir ve onlar başka da Vinci elyazmalarına benzer çalışmalara ilişkin bir yapıya sahiptir. Taddei ve Zanon'un görsel yorumlamaları içinde, Leonardo'nun sıklıkla üstü kapalı tasarımları ortaya koyduğu görülmektedir. Onlar açık bir çizimden, sinematik bir nitelik içinde sekanslar kullanarak, makinenin karmaşık işlevlerini anlatan bir ilerleme şeklinde verilmiştir. Onlar üç-boyutlu perspektif sayesinde gerçek modellerin elle tutulur biçimde dönüştürülmesidir.

'Otomobil' olarak adlandırılan konuda Leonardo'nun bu yenilikçi aracının karmaşık çizimi anlaşılabilir bir temsil niteliği taşımaktadır, her küçük ayrıntı tam olarak verilmiştir. Bir motor aracılığı ile verilecek enerji dönüşümünün karmaşık oluşumu olağanüstü bir açıklıkla sunulmuştur. Bu, Carlo Pedretti'nin sezgisi ile uzun uzadıya yapılmış araştırmaların ve Mark Rosheim tarafından mühendislik ilkeleri üzerine temellenmiş olan aracın ilk kabul edilebilir yorumunun sonucudur. Taddei ve Zanon'un çalışması, Leonardo tarafından 1478 dolaylarında kavranmış olan programlanabilir arabanın yapısı ve işleyişinden ibaret değil, aynı zamanda kendi kendine ilerleyen olarak anlaşılabilecek dikkat çekici aracı da açıklamaktadır. Taddei ve Zanon'un ve Floransa'daki Istituto e Museo di Storia della Scienza'nın işbirliği (ve Banca di Credito Cooperativo di Cambiano'nun yaşamsal desteği) ile modellerin mükemmel bir şekilde işlevsel olmasını olanaklı kılmıştır (Leonardo'nun otomobilinin gerçek modelini görmek için http://brunelleschi.imss.fi.it/automobile sayfasını ziyaret edin).

Bu kitabın 'otomobil'e ayrılmış sayfaları Taddei ve Zanon'un geliştirdikleri ve gerçekleştikleri grafik matriksinin olağanüstü gücünün mükemmel bir örneğidir. Bu matriks sayesinde, mekanik yapılarda uzman olmayan bir okuyucu bile da Vinci'nin aracının işleyişinin ardındaki incelikli teknolojik çözümü ve karmaşık oluşumları kavrayabilecektir. Domenico Laurenza'nın ayrıntılı tanıtım ve betimleyici metin yazıları ile Taddei ve Zanon tarafından işlenmiş görsel matrikslerinin birleşimi kitaptaki tüm makine çizimlerinin eşit bir şekilde yer almasını sağlamıştır. İmgeler yalnızca üç boyut-

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

lu temsillerinin gösterilmesi niyetini taşımaz; onlar aynı zamanda her bir aracın dikkatli ve ayrıntılı sökülmesini sağlamaktadır. Tüm parça ve bileşenler, her biri ayrı bir şekilde temsil edilerek, gösterilmektedir. Okuyucuya araçların hayali olarak birleştirilmesi ve parçalara ayrılması şeklinde etkin bir resimsel donanım sunulmaktadır.

Bizim daha iyi anlayabilmemiz için, bu yöntemin estetik cazibesi ve olağanüstü etkinliğe ek olarak, Leonardo'nun kendisine ilham kaynağı olan benzer yaklaşımlara vurgu yapılması gerekmektedir. O, en karmaşık araçların analizini yapmak için onları en küçük parçalarına kadar sökmüş ve bunların çizimini yapmıştır. Bileşen parçalar ve bir bütün olarak kompozisyon temsilin kendisini oluşturmaktadır.

Leonardo, aynı açıklık ile çizim görevini makinelerin durağan, heykel benzeri nesneler gibi basit değil, işleyişlerinin dinamiğini ortaya koyarak göstermiştir. Makineler, da Vinci temsili teknik çizimler için devrimsel bir katkı yapar, bu her şeyin ötesinde 'neredeyse dinamik' olan imgelerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Onlar animasyonda kullanılan çizim yöntemlerinin olağanüstü ve özellikle bilgisayar grafik uygulamalarında kullanılan kinematik modellemenin öncelleridir. Leonardo'nun özgün çizimleri Leonardo'nun kendi ilham kaynağını tamamlayan yeni araçların temsil içeriğine dönüşmüştür. Onun çizimleri teknolojik imge alanında yeni bir kavrama olan gereksinimi ifade eden ilk çizimlerdi. Onlar kendi öğelerinin analitik yapısı ve işleyişini yöneten mekanik ilkelerin dışsal olarak nasıl ortaya konduğunu gösterebilecektir.

Bu yeni tasarım kavramı içinde, Leonardo'nun en fazla sarsıcı başarılarından birisi onun analiz yapmak ve araştırma yapmak için incelikli bir araç olarak makine tasarımını ele alan ilk kişi olmasıdır. Bu kitap sizin Leonardo'nun modern makine kültürüne olan temel katkısının spesifik bir teknik dilin işlenmesi olduğunu anlamanıza yardımcı olacaktır. Yapıt, sağlam bir dilbilgisi ve söz dizimi kullanarak parçaları birleştireceğiniz incelikli bir görsel dil içermektedir.

Paolo Galluzzi
Istituto e Museo di Straia della Scienza, Yönetici, Floransa

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

GİRİŞ

Bugün Leonardo'nun makinelerinin yalnızca çizimleri varlığını sürdürmektedir. Bu mekanik tasarımların herhangi birisi gerçek nesnelere dönüştürülemez, bunların hiçbirisi varlıklarını sürdürmemiştir. Ya da biz hiç çizim ile gerçek makine arasındaki tasarım safhasında oluşturulan herhangi bir üç boyutlu modele sahip değiliz. Aynı şey *The Battle of Anghiari* (Anghieri Savaşı) gibi onun resimlerinin bazıları için de geçerlidir: biz çok sayıda çizime sahibiz fakat final çalışmasına sahip değiliz.

Ne olursa olsun, eğer zaman, söz konusu çizimler yerine onun makinelerinden birisini korumuş olsaydı, bizim kaybımız çok daha büyük olacaktı. Leonardo'ya göre, zihinsel bir boyuta ait olan mekaniksel bir tasarım kendi idealini çizim aracığıyla bulmaktadır ve ifade biçimini tamamlamaktadır. Mekaniksel çizimin kendine özgü içeriğini –makinenin amacını ve işleyiş şeklini, onun parçaları arasındaki ilişkiyi– anlamak geçmişte pek çok mucit için yeterli olmuştur. Leonardo'nun durumunda ise bu oyunun iki ana görünümünden yalnızca birisidir—ve ana görünüm değildir. Ona göre, gerçekten önemli olan şey çizim biçimlerinin arkasındaki tüm anlamı kavramaktır: mekanik bir tasarımı ve grafiği oluşturan tasarımlar bu teorilere şekil vermek anlamına gelmektedir. Leonardo tarafından tasarlanmış olan makinelerin pek çoğu –en gösterişli olanları– onun bilimsel deneyiminin gerçek ve maddesel biçiminden başka bir şey değildir: teoriler sözcüklerle değil, imgelerle ifade edilmiştir. Örnek olarak, Elyazması B'de yer alan kağıtlardan birindeki uçan gemi (uçuş makineleri çizimleriyle aynı grupta yer almaktadır) insan bedeninin dinamik potansiyeline adanmış olan Leonardo çalışmalarından bir setin toplamıdır—bu onun oluşum gücü için kapasitesini ortaya koymaktadır. Bu çizim, bir uçuş makinesi tasarımı kokpit içinde kapalı bir adamın bir araç tasarımıdır. Bu açıdan bakıldığında, makinelerin bazılarının rüya benzeri karakteri, çok sayıda da Vinci aracının gerçekten işleyişinin teknolojik rüyası kısmen açıklama bulmaktadır. Aslında, Leonardo'nun makinelerinin kapladığı boyut uzaydaki gerçek alan ile aynı değildir—imge ve onun gerçek boyutudur.

Çizimlerin entelektüel değeri *Quattrocento* (Erken Rönesans Dönemi) sırasında yaygın bir şekilde onaylanmıştır. Roberto Valturio (1405-75) *De re militari* eserinde imgeler kullanarak eski savaş makinelerini yeniden oluşturmuş-

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

tur. Böylece onlar klasik öğretilerin bir aracı olmuşlardır. Francesco di Giorgio (1439-1501) açık bir şekilde mekanik çizimleri entelektüel ifadenin bir aracı olarak ve teknisyenlerin ve mühendislerin profesyonel serbestliklerinin onaylanmasının bir aracı olarak tanımlamıştır. O döneme kadar teknisyenler ve mühendisler sanatçı olarak görülmüştür. Ancak o bir makinenin tasarım aşaması sırasında üç-boyutlu modelin yeri doldurulamaz rolünü de vurgulamıştır. Onun *Treatise on Architecture* (Mimari Üzerine Tezler) yapıtında şöyle yazılmıştır: 'Çizimde her şeyi göstermek zordur çünkü çok fazla bileşen vardır ve bunların birbiri üzerine gelmelerini çizmek olanaksızdır. Bu nedenle pratik olarak her şeyin bir modelinin yapılmasına gereksinim vardır.'

Bu sınırlama Leonardo tarafından açık bir şekilde aşılmıştır. Onun araştırmalarının çeşitli görünümlerinde (makineler, resim, anatomi) üç boyutlu modeller kullanılmıştır. Bunlar modellerin üzerinde, bir ifade aracı olarak kendi değerlerine sahip oluşumlardır.

Giorgio Vasari'nin *Lives* eserindeki ünlü bir bölüm çizimin doğasını betimlemektedir ve bir Yunan atasözünden alıntı yapar: Yetenekli bir zanaatkar, bir nesnenin yalnızca tek bir parçasının betimlemesini gözlemleyerek, biçim ve boyut olarak bütünü mükemmel bir şekilde yeniden oluşturabilir; örnek olarak, bir heykelin bir aslanın pençesini temsil eden tek bir parçasının görünümü tüm aslanın mükemmel bir şekilde yeniden oluşumu için yeterlidir. Vasari'ye göre, bu pratik çizim yapan kişilerin zihinsel gücünün görünümü ve kanıtıdır. O, elle çizim ile gerçekleştirilmiş olan şeyin temel olarak bir entelektüel etkinlik olduğunu göstermiştir. Vasari şöyle yazmıştır: 'Bir şeyin belli bir kavramı ve değerlendirmesi zihinde yaratılan bir farkındalıktır ve bu eller aracılığıyla ifade edildiğinde çizim olarak adlandırılır.' Böylece on altıncı yüzyılın ortalarında yaşamış olan Vasari grafik sanatın yüce bir kavramını tanımlamıştır. Bu Leonardo'nun pek çok alanda uygulamış olduğu en büyük ifade biçimi olan etkinliktir: Yalnızca sanat alanında değil, bilimsel ve teknik alanlarda da kullanmıştır.

Leonardo'nun çizimlerinin entelektüel değerini anlamak, çizimleri arasındaki karşıtlığı ve onun resim kavramını anlamak çok önemlidir. Leonardo resim alanında *sfumato* tekniğinin mucidi olarak bilinmektedir. Bu, farklı renklerin bölgeleri arasında yumuşak geçiş yapılan ve keskin çizgilerden kaçınılan bir tekniktir. Bu optik gözlemden yola çıkarak (ger-

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

çekte göz hiçbir zaman keskin çizgileri görmez) daha felsefi düşüncelere ulaşmıştır. O bir bedenin hatlarını ya da köşelerini asla belirli bir şekilde resmetmemiştir. Şöyle yazmıştır: 'Bir şeyin dışsal sınırları o şeyin kendisinin tüm parçası değildir . . . ve böylece bu uç kenarlar herhangi bir alan kaplamazlar.' Bedenin bittiği yer onu çevreleyen havanın başladığı yerdir: böylece bir bedenin dışsal sınırları, teorik bir bakış açısından bakıldığında, onun parçası olarak var olmaz.

Eğer şeylerin dışsal sınırları kendi kendilerine var değillerse, bu çizimlerinde Leonardo 'fotografik' gerçekliği betimlemekten daha fazlasını icat etmiştir—bir soyutlama yapmıştır. Onun boyanmış figürleri, gerçekliğin taklidi içinde, çizimin hiçbir izini taşımamaktadır: bir makine, çizim açısından zihinsel, soyut bir boyuta aittir ve onun tasarımının 'gerçekliğinden' yola çıkarak değerlendirilmektedir.

O Papa X. Leo'nun konuğu olarak, Roma'dayken (yaklaşık 1513-16) Leonardo'nun yaşamı Giuliano dé Medici tarafından bir güç ilişkisi içine girmiştir. O, Leonardo'nun patronu ve papanın kardeşidir. 'Giorgio Tedesco (Alman George) –bu asistanının adıydı– daha önce anlaşmış olduklarından daha yüksek bir maaş alma konusunda ısrarlı olmuştur. O, atölyede çalışmak yerine, zamanını boşa harcamaktadır ve hepsinden kötüsü ustasının sırlarını ve icatlarını başkalarına aktarmaktadır. Sonuç olarak, Leonardo'nun Giuliano dé Medici'ye gönderdiği incelikli bir mektup çok ilginç bir bölüm içermektedir: 'Bu kişinin ricası şu anda *demirden yapılan modellerin* onları kendi ülkesine götürebilmesini olanaklı kılacak şekilde *ahşaptan yapılmasıdır*. Ben ona en, boy, yükseklik ve yapmak zorunda olduğu şeyin şeklinin çizimlerini vererek onun bu isteğini reddettim; ve böylece bizim aramızdaki iyi etkileşim ortadan kalkmıştır' (Codex Atlanticus, f. 671r, italikler yazara ait).

Bu hesaplama çok önemlidir ve eğer doğru bir şekilde şifresi çözülürse bazı ilginç sonuçlara götürecektir. Tedesco Leonardo'ya mekanik araçların bazılarının üç boyutlu modellerinin yapılıp yapılamayacağını sormuştur. Bunlar o dönemde demirden yapılmaktadır. Leonardo ona modellerini vermeyi reddetmiştir, bunun yerine makinenin 'en, boy, yükseklik ve şekil' çizimlerini vermiştir—çizimler büyük olasılıkla perspektife sahip olarak ve çok sayıda farklı açıdan yapılmıştır. Biz bunu çizimlere bakılarak makinenin yapılabilmesinden anlıyoruz. Dönemin koşulları göz önüne alındığında Leonardo'nun üç boyutlu modellerin çizimlerini sağlamak yerine

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

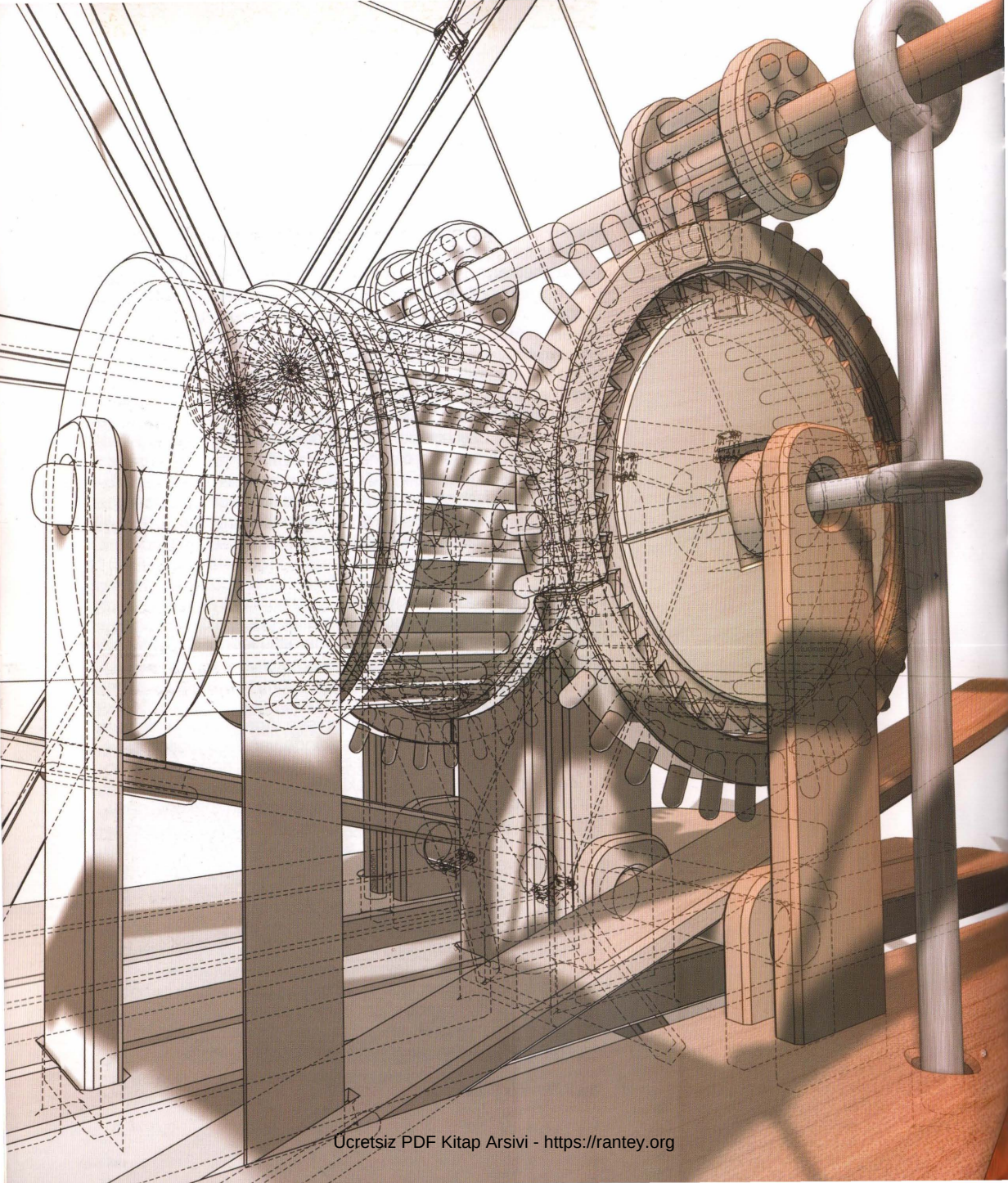
başka bir şeyi göstermeye niyetlenmiş olduğu gerçeği ortadadır. Giorgio Tedesco üç boyutlu ahşap modeller istemiştir çünkü bunları metal olarak yeniden yapmak için kopyalamak istemektedir. Ölçekli çizimleri yorumlamak onun için daha zor olacaktır. Onları anlamak için ustası Leonardo'nun yardımına gereksinim duyacaktır. Leonardo, Tedesco'ya modeller yerine çizimler vererek, onun çizimler hakkında çok fazla bilgi sahibi olmamasından faydalanmıştır. Bu bize Leonardo'nun çizim konusuna ne kadar değer verdiğinin başka bir göstergesidir: o, basit bir üç boyutlu modelden daha fazlasıdır; onu anlayabilmek özel bir teorik bilgi gerektirmektedir (Örnek olarak, parçalar arasındaki oransal ilişkinin anlaşılması başka bilgiler gerektirmektedir). Modeller yerine çizimlerin kullanılması mühendislik çalışma yerinin yapısının değişmesi anlamına gelmektedir. Mühendis artık geleneksel atölyesinde çalışan biri değil, ellerine ek olarak zihniyle çalışan bir kişi olarak düşünülmeye başlanmıştır.

Leonardo'nun tasarlamış olduğu makineler üzerine çalışılabilir ve üç boyutlu olarak yeniden yapılabilir. Onlar bazı müze ve sergilerde interaktif modeller olarak gösterilmektedir. Bu yeniden yapımlar makinenin kendine özgü içeriği ile pratik bir yöne sahiptir. Şimdiye kadar, çalışmalar genel olarak Leonardo'nun icatlarının yalnızca pratik yönünün anlaşılmasına yönelik olarak yapılmıştır. Leonardo'nun çizimlerinin entelektüel anlamına daha az dikkat edilmiştir. Acaba Leonardo'nun mekanik tasarımlarının grafik şeklinde yeniden yapılması ve sunulması olanaklı mıdır? Bu kitapta Mario Taddei ve Edoardo Zannon Leonardo'nun makinelerini üç boyutlu modeller olarak yeniden yapmışlardır. Her bir tasarımın mekanik görünümü ortaya konularak görsel çözümlerin geniş bir spektrumu kullanılmıştır. (Bunlar çok sayıda açıdan bakış, hareketli görüntüler ve yön oklarıdır). Bu yazar tarafından hazırlanmış olan her bir tasarımın tanıtımı aynı doğrultuda çizimin biçimsel görünümlerini verecek şekilde yapılmıştır.

Paolo Galluzzi da Vinci'nin müzelerdeki (ve sergiler, kitaplar ve başka medyalardaki) sunumlarını değerlendirerek günümüzde bir 'Kopernik devrimi'ne olan gereksinim hakkında konuşmaktadır. Bu gereksinimin merkez ekseninde Leonardo'nun çizimleri ve modelleri bulunmaktadır. Bu kitap her bir tasarımın mekanik anlamını kaybetmeksizin böyle bir devrimin olanaklılığını kanıtlama niyeti taşımaktadır.

Domenico Laurenza

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

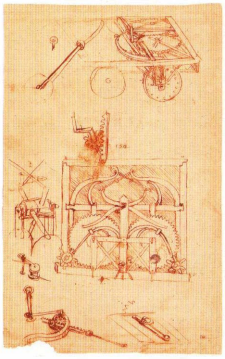
Kitap Hakkında

solda
Pedal itme gücü kullanılan bir çarklı teknenin teknik ayrıntısı. (Bkn.s.141)

Leonardo'nun makineleri üzerine yeni bir kitap mı? Tüm zamanların en fazla tanınan bilimsel kişiliğinin gerçekten onun tasarımlarının çiziminden oluşan yeni bir kitaba ihtiyacı var mı? Bu, zaten herkes tarafından bilinen aynı makinelerin betimlemesini yapan aynı türden başka bir kitap değil mi?

Leonardo'nun bilimsel ve teknik mirası sonsuz bir kaynak ve düşünce hazinesidir. O hiç kimse tarafından tam olarak kavranamayacak bir düşünce sistemine sahip olmuştur. En iyi bilinen makineleri ve en önemli sergilerde gösterilen yeniden oluşturulmuş modelleri bile hâlâ çözümlenmeyi bekleyen sırlar saklamaktadır. Bugün bile, bu Rönesans tasarımları onun üzerine çalışan ve onları analiz eden kişileri büyülemeye devam etmektedir. Bizim gibi Leonardo'yu keşfetmeye başlayan herhangi biri onun projelerinin hiçbir zaman sonunun gelmediğini keşfedecektir. Bizim bu kitabı hazırlarken ulaştığımız nokta burasıdır. Bir mekanizmanın ya da bir bütün tasarımın doğru yorumlanması noktasına ulaşılmıştır fakat bir sayfanın üzerindeki çizimden başka noktalara ulaşılması, her bir sayfadaki elyazmalarının yeni olasılıklara açılması ve şaşırtıcı evrimlere uzanması söz konusudur. Bir makinenin yapısı hakkında ya da son anda farkedilen tek bir ayrıntı hakkında çok fazla fikir bulunmaktadır. Bu yeni bakış açısı mekanizmanın tamamen yeni bir şekilde yorumlanmasına neden olabilir ve tüm makineyi tamamen farklı bir doğrultuda yönlendirebilir.

Şekil 1
Folyo 812r
Codex Atlanticus'da



Leonardo'nun 'otomobil' olarak adlandırdığı bu keşif türü Floransa'da bulunan Istituto e Museo di Stroia della Scienza ile bizim ortak projemiz olarak sunulmuştur. Makinenin yorumlanması Guido Semenza ve Giovanni Canestrini gibi çok sayıdaki da Vinci akademisyenleri tarafından yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Biz makinenin yorumlanması üzerine yaptığımız çalışmamıza müze ile başladığımız zaman, kaçınılmaz olarak Leonardo'nun tüm tasarım ve çizgileri tarafından büyülenmiş oluruz. Bu çizili tasarımlar içinde her şey birbirine tam olarak uymaktadır; sonradan geliştirilmiş çözümlerde ise bu tam olarak gerçekleşmemektedir. Bu modellerin 2004 yılından önce yapıldıkları ve pek çok müzede sergilenmiş oldukları akılda tutulmalıdır. Onlar Leonardo'nun gerçek ideasını yansıtmazlar ve özsel olarak bu işleyişe sahip değillerdir. Biz çok sağlam bir temel ile başladık: bir tarafta Mark Rosheim tarafından yapılmış olan doğru yorumlamalar ve diğer taraftan Paolo Galluzzi ve Car-

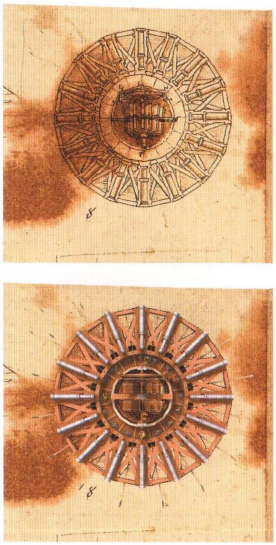
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

lo Pedretti'den alınan paha biçilmez öneriler bizim prototipler için model çalışması yapmamızı ve final modellerinin tam olarak oluşumunu olanaklı kılmıştır; belki de estetik olarak olağandışı bir şey yoktur fakat onların bir araya getirilmesi tamamen işlevsel bir yapı oluşturacaktır. Çalışma neredeyse tamamlanmıştır ve işler durumda olan sergi otomobili Laboratori Fiorentini'de üretim aşaması için neredeyse hazırdır. Biz elyazmalarının kenarlarındaki çizimlere baktığımızda onun bir freni temsil ettiğini görürüz. Bu akıllardan çıkmayacak bir andır! Sayfanın daha alt kısmındaki çok küçük bir tasarım bu küçük aracı göstermektedir. Leonardo tarafından yapılmış olan en küçük çizgilerin bile bir önemi vardır. Bu ayrıntılar tasarıma yeni öğeler katmaktadır ve daha önemlisi onun yorumlanmasında daha ileri aşamalara ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu bizim günümüzde anladığımız türden insanları ve eşyaları taşımak için kullanılan bir 'otomobil' değildir. Bu temsili bir araçtır. Muhtemelen daha fazla başarma azmi olan ve kesinlikle daha karmaşık bir projedir: programlanabilecek bir makinedir ve başarı efektler için kullanılabilirdir. Aynı ayrıntılar ayrıca makinenin nasıl işleyeceğini ortaya koymaktadır. Kanatlar içinde gizlenmiş olarak, operatör freni boşaltacak bir yayı çekmekte ve böylece makine kendi kendine izleyicilere doğru hareket etmektedir.

Bu kitabı birlikte ortaya koyarken elliden fazla yorumlamada bulunmak durumunda kaldık. Bunları aynı eleştirel ruh içinde bir araya getirdik ve bir tasarımın olası yeni çözümlerini ortaya koyan şaşırtıcı ayrıntılar üzerine düşündük. Makinelerin bazılarını sıklıkla gerçekleştirmiş olsak bile, en ünlüsü henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Bu kitaptaki mekanizmalar ve tasarımlar inceleme altında tutulan tüm malzemenin damıtılmasıdır. Bu öznelerin kimliğinin ortaya konulması, onların anlaşılması, yeniden yapılanması ve betimlenmesi için bir yıldan daha fazla zamana gereksinim vardır.

Bilgisayar grafikleri ve daha genel olarak bilgisayar teknolojisi teknik dünya için yeni olan bir şey değildir: ancak biz bu dilin, ustanın idealarını görünür kılmak için çok özgün bir şekilde kullanılabileceğine inandık. İmgeleri yaratmak için kullanılan araçlar çok benzerdir ve bazı durumlarda aynıdır. Onlar ticari video oyunlarında ya da filmlerdeki ve dijital animasyonlardaki özel efektlerde kullanılan araçlardır. Bu kitabın farkı ise bu tekniklerin yeni bir görsel dil oluşturmak için

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Şekil 2 ve 3
Leonardo tarafından çizilmiş olan Folyo CA 1r ve top namlularının 3 boyutlu modelinin özgün çizim üzerine bindirilmesi

uyarlanmış teknikleri içermesidir. Biz devrimsel yeni bir sistem yaratmaya çalışmadık, kültürün kurumsal dünyasının bağlarını oluşturduk. Bu bizim Leonardo üzerine yazılmış olan kitaplardan öğrendiğimiz bir yorumlama dünyasıdır.

Leonardo günümüz multimedya ve tasarım araçlarına sahip olsaydı bunlarla mucizeler yaratabilirdi. Ancak belki de video oyunları dünyası ile onun arasındaki mesafe sandığımızdan daha kısadır: bazı tasarımlara baktığımızda, kanal açma vinci, levha kesme makinesi, asma köprü ve pek çok başka çizimlerinin güncelliğinden kaçınılmaz olarak etkileniriz. Leonardo'nun basit ve doğrudan iletişim tarzı kendisini her sayfasında belli etmektedir. Usta, 'Hey ozan, bir tam figürü belirlemede çizgi ile aynı mükemmeliğe sahip olmak için hangi harfleri kullanarak yazarsın?' diye yazmıştır. (Windson, 19071r, RL)

Bir model bittiği zaman, biz onu orijinal çizimin üzerine koyarız ve sıklıkla parçalar içinde şaşırtıcı bir uyum gözlemleriz. Bu işlem bir kurşunkalem olmaksızın, somut olmayan araçlar kullanarak çizen kişiler için büyük bir önem taşımaktadır. Kesin olarak tam bu anda, makinenin işleyişini sağlamak için doğru araçları kullandığımızı anlarız, biz doğru yoldayızdır, bu yol Leonardo'nun gittiği yoldur. Bilgisayar ve dijital teknoloji onun tasarım tarzına yönelik olarak hareket etmektedir: üçüncü boyut, çizerken Leonardo'nun zihninde kesin olarak yer eden bir öğedir, bu nedenle ona ithaf edilen websitemizin adı www.leonardo3.net adını taşımaktadır.

Bu kitap görsel olarak Leonardo da Vinci tarafından yapılmış olan bazıları daha önce hiç yayınlanmamış otuzdan fazla makineyi 'anlatmaktadır'. Bunun yanı sıra çok daha fazla sayıda elyazması çalışma içinde yer almaktadır. Makinelerin işleyişini tam olarak anlamak için derinlemesine bir belge çalışmasına ve Leonardo'nun tüm çalışmalarının geniş bir vizyonuna gerek vardır.

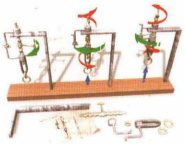
Özel bir teşekkür ifadesi Sergio Giunti, Paolo Galluzzi, Carlo Pedretti ve Claudio Pescio'ya gitmelidir. Onlar bu kitaba inanmışlardır ve ayrıca bu projede katkıları bulunan kişilere teşekkür ederim: Felice Machino, Gabriele Perni, Giocomo Giannella, Cristina Caramori ve Michela Baldessari.

Mario Taddei
Edoardo Zanon

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Temsili Dizin

001 Uçuş Makineleri



Mekanik Kanat Mekanizmaları

Codex Atlanticus, f. 1051v 1480-1485

Çeşitli kanat parçalarının mekanik hareketi içinde karşılıklı ya da döngüsel hareket dönüşümü için mekanizmalar. Bunların pek çoğu Codex Atlanticus'taki folyoda betimlenmiştir. Bunlar ve başka çizimler Leonardo'nun uçuş projelerinin karmaşık bir işlevinin kavrayış temelini oluşturmaktadır.

- | sayfa 30 | -

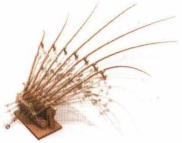


Ejderhasineği

Ashburnham I, f. 10v yaklaşık 1487

Bu Elyazması B'deki orijinal ilk tasarımdır. Leonardo'nun uçuş makinelerinin çalışmasının temelini oluşturmaktadır. Da Vinci bu çalışmalarına doğadan esinlenerek başlamıştır. Böcekleri, uçan yaratıkları ve bu durumda ejderhasineğini inceleyerek dehasını ortaya koymuştur.

- | sayfa 34 | -



Hareketli Kanatlar

Elyazması B, f. 88v 1487-1489

Bir kanadı hareket ettirmek için yeterli enerji ile hareket kazandırılan kanatlara yönelik insan kuvvetinin kapasitesini ortaya koymakta kullanılan deneysel bir makine. Başka bir yorumlama makinenin kullanım için gerekli olan kuvvetli hareketler sırasında kanadın kendisinin davranışını gerçekleştirmede yararlı olabileceğidir.

- | sayfa 38 | -



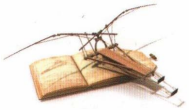
Anten Vida

Elyazması B, f. 83v yaklaşık 1489

Genellikle modern helikopterin önceli olarak kabul edilmektedir, bu proje suya ilişkin yapılan mekanik çözümler kadar ilginçtir; Leonardo havayı makinenin burgu hareketi yapabileceği ya da kendi etrafında dönebileceği daha ince bir dinamik akışkan olarak algılamıştır: bu nedenle doğru terim 'helikopter' değil 'Anten vida' olacaktır.

- | sayfa 46 | -

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

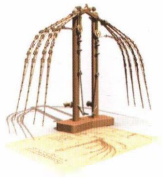


Uçuş Makinesi

Elyazması B, f. 74v
1488-1489

Uçuş makinesi için tamamlanmış bir çalışma: Leonardo çok sayıda cihaz üzerinde çalıştıktan sonra, uçuş makinesi için tek tasarımdan daha fazlasını yapmıştır. Bu çizim, makinenin uçuşunu devam ettirebilmek ve manevra yapabilmek için gerekli olan işlemler kadar pilot sürücünün yerini de açık bir şekilde gösteriyor.

- | sayfa 54 | -



Mekanik Kanatlar

Codex Atlanticus,
f. 844r
1493-1495

Kanat hareketleri çalışması için küçük ölçekli bir model. Makinenin kendisi çeşitli mekanizmalara bağlı olarak karmaşık bir yapıya sahiptir. Bir el manivelasının döndürme hareketi hareket eden kanatların karşılıklı doğrusal hareketine dönüşmektedir. Bu mekanik kanatlar doğa içindeki kanatların hareket dinamiğine benzerlik taşımaktadır.

- | sayfa 62 | -



Springald

Codex Atlanticus,
f. 32r
yaklaşık 1482

Çok sayıda askeri projeler arasında bu topların kullanımı ve gelişimine ilişkin tamamlanmış bir çalışmadır. Bu cihaz kullanıcısına tüm yapıyı hareket ettirmeksizin topu ateşlemesi olanağı tanımaktadır: top asılı tutulmalı ve istenilen tarafa doğru yönlendirilebilmelidir. Ayrıca silahı kamufle etmek için ahşaptan yapılmış bir koruyucu tasarlanmıştır.

- | sayfa 74 | -



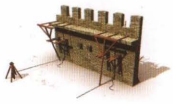
Çok Namlulu Makineli Tüfek

Codex Atlanticus,
f. 157r
yaklaşık 1482

Bu makineli tüfek çok fazla ateş gücüne sahiptir. Toplar bir kez doldurulduğu ve ateş etmeye hazır hale getirildiği zaman çok geniş bir alanda etkin olabilmektedir. Silahın taşıyıcısı kolaylıkla hareket edebildiği için, gerekli olduğunda farklı hedeflere yönlendirilebilmektedir. Top ateşinin yüksekliği taşıyıcının yanındaki bir el manivelası kullanılarak ayarlanabilir.

- | sayfa 80 | -

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

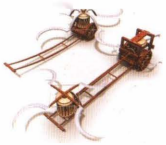


Savunma Duvarları

Codex Atlanticus,
f. 139r
1482-1485

Leonardo yalnızca saldırı silahları değil, aynı zamanda karmaşık ve kullanışlı savunma yöntemleri de geliştirmiştir. Burada, duvarlar saldırı altında oldukları zaman, askerler onun arkasında savaş aletlerini saklamaktadırlar ve hızlı ve kolay bir şekilde yalnızca bir manivela sistemi kullanarak saldırı durumuna geçebilmektedir.

- | sayfa 84 | -



Tırpanlı Savaş Arabaları

Turin, Bibl. Reale,
f. 15583r
yaklaşık 1485

Leonardo'nun en güzel elyazmalarından biri olan bu tasarım belki de Ludovico il Moro'yu etkilemek için yapılmıştır. Bu planlar savaşta kullanılmak üzere arabalar için yapılmıştır. Koşan atlar tarafından çekilen bu makineler kenarlarında keskin ve kalın bıçaklara sahiptir ve savaş sırasında havayı yararak ilerlemektedir.

- | sayfa 88 | -



Sökülebilir Top

Codex Atlanticus,
f. 154br
1478-1485

Toplar çok ağırdır ve onları taşımak için sıklıkla taşıyıcılar kullanılmaktadır. Leonardo kolaylıkla sökülebilen ve parçaları ayrı ayrı taşınabilen bir yapı tasarlamıştır. Bu, topun yerinin kolaylıkla değiştirilmesine olanak vermektedir.

- | sayfa 94 | -



Zırhlı Araç

Londra, British Museum,
Popham no. 1030
yaklaşık 1485

Bu, Leonardo'nun en bilinen projelerinden biridir. Dev bir kalkan tarafından korunan bir zırhlı araç düşüncesi da Vinci'nin dehasını ortaya koymaktadır. Bu araç savaş alanında kolaylıkla konumlandırılabilmektedir ve büyük bir ateş gücüne sahiptir. Değişiklikler yapılmasına karşın plan çözümlenemeyen zorluklar barındırmaktadır. Pratik olarak kurulmasında yaşanılan zorluklar Leonardo'nun projeyi bırakmasına neden olmuştur.

- | sayfa 98 | -

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

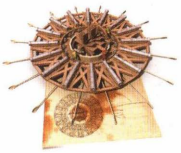


Mancınık

Codex Atlanticus,
f. 140ar e 140br
1485-1490

Mancınıklar için çok sayıda plan yapılmıştır. Bu tasarım bir taşın atılmasında gerekli olan çok büyük enerji miktarının oluşmasını sağlamaktadır. Mancınığın yanında bulunan el manivelası sayesinde taşların gideceği yön ve uzaklık ayarlanabilmektedir.

- | sayfa 102 | -



Yaylım Ateş Top

Codex Atlanticus,
f. 1ar
1503-1505

Bu çizim Codex Atlanticus'un ilk sayfasında yer almaktadır. Çizimin kendisi tamamlanmıştır ve hayranlık uyandırıcıdır; on altı farklı açıya bakan top ile bir bombardıman planı sunabilmektedir. Projenin en ilginç yanı merkezidir. Burada mekanik pedallar ve döndürme çarkları bulunmaktadır. Bunlar bu kocaman yapının hareket etmesini sağlamaktadır.

- | sayfa 108 | -



Hareketli Havan Topları

Codex Atlanticus,
f. 33r
yaklaşık 1504

Bu, nadir bir güzelliğe sahip ve son derece açık bir çizimdir. Folyo ateşlenmiş olan hareket halindeki iki havan topunu göstermektedir. Bir bombardıman planına ek olarak, aynı zamanda hedefi doğru vurabilmek için ince ayarlamalara sahiptir. Çok sayıda parçanın ateş sonrasında dağılması nedeniyle çok etkin bir atış sağlanabilmektedir.

- | sayfa 118 | -



Kale

Codex Atlanticus,
f. 117r
1507-1510

Leonardo bu kompakt kaleyi saldırılara karşı güvenli bir sığınak olarak tasarlamıştır; incelikli şekli yenilikçi bir yapıya sahiptir ve dönemin en son yapım savaş araçlarına karşı etkili bir koruma sağlamaktadır.

- | sayfa 126 | -

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

003 Hidrolik Makineler

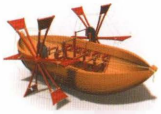


Mekanik Testere

Codex Atlanticus,
f. 1078ar
yaklasik 1478

Bu makina büyük ağaç kütükleri kesmek için kullanılır; suyun hareketi bir kanal boyunca suyun yönlendirilmesi ve bıçakların hareket etmesi için gerekli olan enerjiyi sağlamaktadır. Aynı zamanda su ile ileri taşınan tekerlek bir dizi makarayı hareketa geçirir ve ağır kütükler testere aracılığıyla hareket eden bir yatağa girdiklerinde kesilir.

sayfa 134



Çarklı Tekne

Codex Atlanticus,
f. 945r
1487-1489

Leonardo kürekten daha pratik olan bir sistem kullanarak kolaylıkla hareket edebilen bir tekne tasarlamıştır. Aslında, kürekler sürekli olmayan bir enerji üreterek tekrar eden bir hareket kullanarak ilerlemektedir. Operatörler ayaklarını kullanarak (ya da başka modellerde elleri ile) geniş kenarları olan tekerleklerin aralıksız olarak hareket etmesini sağlamaktadır.

sayfa 140



Asma Köprü

Codex Atlanticus,
f. 855r
1487-1489

Bu köprü çok güzel bir şekilde tasarlanmıştır. Geniş bir milin çevresinde bir destek yapısı oluşturulmuştur. Kenarların açık yapısı hem toprağın hem de suyun geçişine olanak tanımaktadır. Köprü bir temel mil etrafında dönmektedir ve kara üzerinde yerleştirilmiş olan vinçlerin bir ya da daha fazla kişi tarafından çalıştırılmasıyla hareket sağlanmaktadır.

sayfa 146



Tarama Makinesi

Elyazması E, f. 75v
1513-1514

Tarama makinesi nehir kenarlarını genişletmek ve temizlemek için kullanılır. Bu makinenin yapılması fikri bu projeden daha önce vardı, fakat Leonardo önemli teknik donanımlar eklemiştir. Örnek olarak, yalnızca bir tekne yerine iki tekne kullanılmasıyla daha sağlam bir şekilde genişletme ve temizleme yapılmasını sağlamıştır.

sayfa 156

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

004 İş Makineleri



Pistonlu Hareket Makinesi

Codex Atlanticus,
f. 30v
1478-1480

Bu proje pistonlu hareketin sürekli harekete dönüşmesi üzerine çalışmaktadır. Bu makine, gücüyle yerden ağır bir yapıyı kaldırılabilir. Operatör bir manivelayı geri ve ileri doğru olarak hareket ettirerek, merkezi dönme milinin etrafındaki zembereğin bir enerji oluşturmasını sağlayacaktır.

sayfa 164



Levha Kesici

Codex Atlanticus,
f. 24r
yaklaşık 1480

Bu makina otomatik olarak levhaları kesmektedir. Ağırlığına ve bunun sonucu olarak yerçekim kuvvetine bağlı olarak bir halat boyunca hareket ettirilen bir ağırlık asılı bulunmaktadır. Levha ilerlettirilir ve bağlı olan çekiçlerle aynı zamanda sıkıştırılır. Demir çekicin her darbesiyle, metal malzemede bir kesilme meydana gelir.

sayfa 168



İçbükey Ayna Yapma Makinesi

Codex Atlanticus,
f. 87r
yaklaşık 1480

Tek bir el manivelası kullanılarak, dönme hareketi eşzamanlı olarak iki farklı aks üzerine konumlandırılmış olan iki taş diskine dönüştürülür. Dönüşümlü dönme hareketi yatay disk üzerinde yerleştirilmiş olan aynanın bilenmesi ve düzeltilmesini sağlamaktadır.

sayfa 172



Kanal Kazma Vinci

Codex Atlanticus,
f. 4r
1503-1504

Leonardo, bu proje ile birlikte nehir kenarlarının kazılmasını sağlayan bir araç tasarımı yapmıştır. Dönemin makinelerinden daha büyük bir etkinliğe sahip olan bir vinç kullanılarak su yönünün değiştirilmesi sağlanmaktadır. Bu alet kullanılarak kanalın çok hızlı ve pratik bir şekilde kazılması ve temizlenmesi sağlanmaktadır.

sayfa 176

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

005 Sahne Makineleri



Kendi Kendine İlerleyen Araba

Codex Atlanticus,
f. 812r
1478-1480

Bu insanları ya da nesneleri taşıma amaçlı bir otomobil değildir; bundan daha fazlasını yapmaktadır. O programlanabilen tiyatral bir araçtır. Kendi kendine hareket edebilme kapasitesine sahiptir. Yalnızca düz bir doğrultuda değil, eğimli bir yön doğrultusunda da ilerleyebilmektedir. Bu nesne Leonardo'nun en fazla hayranlık bırakan araçlarından biridir. İzleyicilerin gözleri önünde sürücüsüz ve itilmeksizin hareket etmektedir.

sayfa 188



Orpheus için Tiyatro Dekoru

Arundel Elyazması,
f. 231v
yaklaşık 1507

Leonardo çok sayıda tiyatro aracı tasarlamıştır. Bu proje ile tiyatro sahnesi sırasında kullanılan sahne dekorları tasarlanmıştır. Bu belirli set *Orpheus* oyununun sahnelenmesinde kullanılmıştır.

sayfa 196

006 Müzikal Enstrümanlar

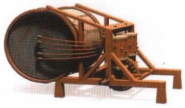


Kafatası Şeklinde Lir

Ashburnham I, f. Cr
1485-1487

Gerçekten çalınacak bir müzik enstrümanı olmaktan çok sahne üzerinde kullanılmak üzere tasarlanmış olan bir lir tasarımıdır. Müzik enstrümanlarında ses kutucukları olarak hayvan parçalarının kullanılması düşüncesinin çıkış noktası tarih öncesi dönemlere dayanmaktadır.

sayfa 206



Mekanik Davul

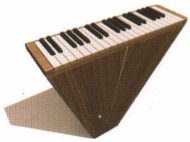
Codex Atlanticus,
f. 837r
1503-1505

Mekanik davul geçit törenlerinde ve şehir sokakları boyunca yapılan etkinliklerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Ancak askeri geçit törenlerinde ve hatta savaş sırasında bile kullanılmıştır. Bunun amacı askerleri motive etmek ve düşmanı korkutmaktır. Ancak Leonardo'nun tasarımında temel proje üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Araç bir insan ya da hayvan tarafından basit bir manivela ile çalıştırılabilir.

sayfa 210

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

007 Diğer Makine Türleri



Viola Organista

Codex Atlanticus,
f. 93r
1493-1495

Bu, sınıflandırılması çok zor olan çok karmaşık bir projedir. Basit bir kosum takım kullanılarak ve bir klavye ile çalınmaktadır. İçinde sürekli olarak hareket eden at kılından yapılmış yaylar ile ses çıkarmaktadır. Yayın teller üzerindeki hareketi bir harpten çok bir violin gibi ses çıkmasına neden olmaktadır.

- | sayfa 216 | -



Baskı Makinesi

Codex Atlanticus,
f. 995r
1478-1482

Bir baskı sistemine bağlı olan otomatik bir yatağın baskı yapılmasını sağladığı bir baskı makinesidir. Öndeki büyük bir manivelanın hareket ettirilmesi ile tek bir işlemde kağıdın üzerine baskı yapılması sağlanmaktadır.

- | sayfa 226 | -



Yol Sayacı (Odometre)

Codex Atlanticus,
f. 1br
yaklaşık 1504

Bu tuhaf araç mesafe ölçmek için tasarlanmıştır. Karmaşık bir mekanizma bir metal ya da tahta kürenin her defasında gidilen uzaklığı belirtecek şekilde aşağı düşmesini sağlar. Gitme süreci tamamlandığında operatörün yapması gereken tek şey kutuya düşmüş olan küreleri saymak ve aşılan mesafeyi hesaplamaktır.

- | sayfa 230 | -



Pergeller

Codex Atlanticus,
f. 696b
1514-1515

Bu, iş araçlarının küçük bir koleksiyonudur. Onlar arasında bazı pergeller bulunmaktadır. Leonardo'nun çalışmalarının en hayranlık uyandırıcı yönlerinden bir tanesi icat ettiği araçların çoğundaki işlev ve estetik bütünlüğüdür. Bu güzel nesneler mükemmel örneklerdir.

- | sayfa 234 | -

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

001 Uçuş Makineleri

Mekanik Kanatlar için Mekanizmalar
Ejderhasineği
Hareketli Kanatlar
Anten Vida
Uçuş Makinesi
Mekanik Kanatlar



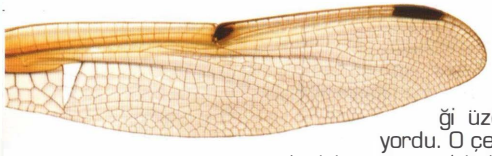
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Belki de Leonardo tarafından yapılmış olan çalışmaların en eski grubu uçuş makinesine ilişkindir. Bu Uffizi'de bir folyo içinde bulunmuştur (447E). Bunlar aynı dönemde Florentine atölyelerinde tasarlanmış olan makine tasarımlarıyla çok fazla benzerlik taşımaktadır. Floransa'da, Brunelleschi ve Verrocchio gibi mühendis ve sanatçılar bu tarz projeleri ile büyük başarı kazanmıştır. Leonardo onların çalışmasına güçlü bir şekilde bağlıdır, fakat aynı zamanda onların ötesine geçmeye yönelik olarak güçlü bir kararlılığa sahiptir. Uffizi'den gelen ayrı folyoda –küçük fakat çok açık bir şekilde– onun niyetinin izi görülmektedir. Leonardo, sayfanın arkasında uçan bir kuşun yörüngesini çizmiş ve açıklayıcı notlar yazmıştır. Onun çalışması deneysel ve mekanik boyuttan uzaklaşarak, daha teorik ve zoolojik olan başka bir boyuta hareket etmiştir.

Leonardo Ludivico il Moro'ya mühendis olarak hizmet etmek üzere Milan'a gitmeye karar verdiği zaman, mektuplarında uçuş makinelerine yönelik olarak hiçbir şeyden bahsetmemiştir. Ancak en azından zihninde buna yönelik düşünceler olduğu kabul edilmektedir. Ya da belki de daha basit olarak bir uçuş makinesi yapmak ona faydasız ve tamamen çılgınca bir fikir olarak görülmüş olabilir. Kesin olan şey insanlı uçuşun yüzyıllar önce en ileri derecedeki mühendislerin zihinlerinde olmasıdır. Bilimsel açıdan bakıldığında fazla bir değeri olmasa da, az ya da çok deneysel girişimlerin kayıtları bulunmaktadır. On yedinci yüzyılda büyük doğa filozofu Roger Bacon'ın mekanik kanatlarla insanlı uçuşun olanaklı olduğunu belirtmiş olduğu göz önünde tutulmalıdır. On dördüncü yüzyılda ise Floransa'da mucit Daedalus'un aralarında bulunduğu çok sayıda tarihi kişilik kanat panelleriyle uçuş denemesi yapmışlardır. Her ne kadar omuzlarına bağlı kanatlarla uçan Daedalus karakteri mitsel bir kişilik olsa da, insanlı uçuş düşüncesinin var olduğunu ortaya koymaktadır. Floransalı mühendisler bu konuda tutkulu çalışmalar yürütmüşlerdir; ancak bunların bilimsel bir biçime ulaşması ve ciddi bir şekilde ele alınmasını sağlayan kişi Leonardo olmuştur.

Bu gelişim onun Milan'a gitmesinden sonra olmuştur. Umulmadık bir şekilde Leonardo'nun 1480'ler ve 1490'lar sırasında uçuş makineleri tasarımları için temel bilimsel itici güç zooloji değildir. Bu dönem sırasında o hayvanlar dünyası üzerine olan çalışmalarını bir kenara bırakmış ve ancak 1500 yılından sonra tekrar ele almıştır. On beşinci yüzyılın bitiminde, Leonardo'nun uçuş makineleri için tasarımları insanlı olarak başlamıştır. Onun tasarımları köklerini iki çalışma alanında bulmaktadır: anatomi ve mekanik (ağırlık ve hareket üzerine çalışma). Bir taraftan insan bedeninin anatomik yapısı ve onun oranları üzerine çalışmalar yapmaktadır. Diğer taraftan hem dinamik (kuvve-

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



te ilişkin) hem de kinematik (kuvvetten bağımsız) ağırlıklar davranışı ve hareketin karakteristiği üzerine çalışmalar yürütüyordu. O çeşitli duruşlarda insan bedenini gösteren çizimlerin sayfalar dolusu çalışmasını yapmıştır. Bu döneme ait olan uçuş makinelerine ilişkin çizimlerin çoğu insan bedeninin dinamik potansiyeline yöneliktir. Örnek olarak, 'ornithopter' (kanatlı araç) (Elyazması B, f.80r) için yapılan ünlü tasarım hayvan dünyası ile çok az ilintilidir. Değişken bir şekilde kanatlarını çırpması bazı böceklerle birbirlerine çok fazla benzerlik taşımaktadır. Oysa bu çizim zooloji ile çok az ilintili ve motorize mekanizmasına ilişkin bir amaç nedeniyle kullanılmaktadır. Anahtar nokta onun nasıl bir işleve sahip olduğunun anlaşılmasıdır. Leonardo pilotun bedeninin dinamik potansiyelini en üst seviyeye taşımak için karmaşık bir mekanik sistem kullanmıştır. Burada kuvvet yalnızca kollarla değil, aynı zamanda bacaklar ve baş kullanılarak oluşturulmaktadır. Yönlendirici bir mekanizmanın hiçbir izi yoktur. Operatör neredeyse bir 'otomatik pilot' olur, onun tek işlevi kanatların hareketliliği için ve yerden yukarıya kalkmak için gerekli olan gücü sağlamaktır. Dönüş manevraları pilotun yatay bir konumda olduğu başka bir grup çalışmasına ilişkindir. (Örnek olarak, Codex Atlanticus'ta, f.824v ve Elyazması B'de f. 79r). Bu grupta daha büyük bir dikkat doğal uçuşa verilmiştir, fakat bazı çizimlere karşın (örnek olarak, Codex Atlanticus, ff. 70 br ve 846 v) bunun göz önünde tutulması gerekmektedir. Leonardo, ender olarak uçma ve dönme manevralarına ilişkin kuvvet oluşturma üzerine merkezlenmiş tasarımlar arasında bir sentez oluşturmuştur.

1500'lü yılların başlarında, Floransa'da sistematik bir şekilde insanlı uçuş çalışmasının özetini oluşturmuştur. Doğa, zooloji ve kuşların doğal uçuşu onun için artık yeni bir öneme sahip olmuştur. Kuşların uçuş tekniklerini gözlemlemek için dışarıda her gün saatlerce zaman ayırmaktadır. Onların tekniklerini cep defterine not etmektedir. Hızlı bir şekilde onların çizimini yapmaktadır. Elyazması L ve Elyazması K1 bu tarzın küçük kodlarıdır. Bu nedenle notların bazılarının Elyazması K1'de tekrarlanması şaşırtıcı değildir: o hızlıca yazdıklarını ve çizdiklerini, daha fazla geliştirebilmek amacıyla çalışma odasında sakin bir şekilde üzerinde çalışmaktadır. 'Kuşların Uçuşu Üzerine' adlı çalışması (diğerlerinden biraz daha büyük olan bir formata sahiptir) bu dönemden gelmektedir ve Leonardo tarafından yapılmış olan elyazmalarının nadir bir örneğidir. Bunlar tek bir konu üzerine odaklanmıştır: bu doğal biçimde ve uçuş makinesiyle doğal uçuş biçi-

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

mindedir. Şimdi, her zaman olduğundan daha fazla olarak uçuş makinesinin tasarımı doğayı, kuşların doğal uçuşunun tüm şekilleri ve hareketleriyle taklit etmesine radikal bir girişim olmuştur. Bu iki ana bölüme ayrılmış olan 'Kuşların Uçuşu Üzerine' Elyazmasında çözümleme yapılmıştır: birisi birincil olarak kanat hareketi ya da aktif uçuş (kanat çırpılmasıyla oluşan ileri doğru itilme) ve diğeri rüzgarlı havalarda dengeyi sağlamak için tasarlanmış uçuş manevralarına ilişkin konulardır. Her bir bölümün iki tür çalışmadan oluşması ilginçtir: kuşlardaki uçuş tekniklerine ilişkin doğalcı çalışmalar, anatomi ve aerodinamik ve tıp yasaları temeline sahiptir. Leonardo doğada gözlemlediklerini taklit edebilme kapasitesine sahip bir uçuş makinesi modelini mükemmelleştirme girişiminde bulunmuştur.

Leonardo'nun insanoğlunun kuşların uçuşunu taklit edebileceği olasılığına olan inancının ne kadar güçlü olduğunun altını çizmek önemlidir. Onun güveni doğa dünyasının genel kavramından kaynaklanmaktadır. Bu yıllarda, bunlar onun için fazla önemlidir. O, tüm yaşayan varlıklar arasında derin bir benzerlik olduğunu düşünmektedir. Karşılaştırmalı anatomi üzerine yaptığı çalışmalarda insanoğlu ve örnek olarak dört bacaklı hayvanlar arasındaki bir dizi benzerliği kanıtlama girişiminde bulunmuştur. Leonardo insanların bebek olduğu zaman dört ayakları üzerine 'yürüdükleri'ni not etmiştir. İnsanoğlu büyüdükçe, alt ve üst uzuvları ile 4 ayaklı hayvanların ön ve arka ayakları arasındaki insan duruşundaki dinamik ilişkiler kıyaslanabilir hale geliyor. Leonardo'nun insan uçuşunun olasılığına olan inancı insan ve hayvanlar arasında bu genel benzerlik üzerine kurulmuştur.

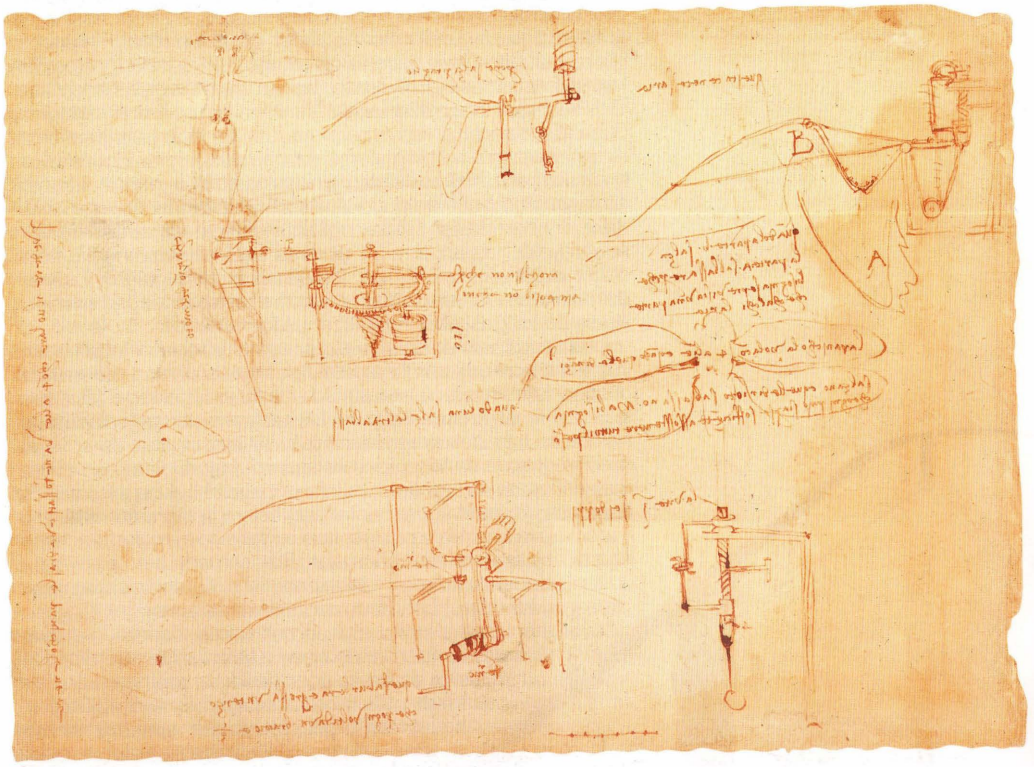
Leonardo kaslarda oluşan güçten kaynaklanan aktif insan uçuşu ihtimaline inanmayı sürdürmüştü. Ancak yaşamın son döneminde, düşüncelerinin çoğunu aerostatik uçuş oluşturmaktadır. (Elyazması G, f. 74r bu konuya ilişkindir) Mekanik projeler yoğunlaştığı dönemde bu konudaki çalışmalarında biraz azalma olsa da uçuş konusu Leonarda da Vinci için her zaman önemli olmuştur. (Elyazmaları E'de bu konuya ilişkin çok fazla çalışma bulunmaktadır). Bu dönemde, kuşların uçuş manevraları üzerinde bile çalışmalar yapmıştır. Hava akımları ve rüzgar konularında uçuş makineleri üzerine çok sayıda araştırma yapmıştır. Bu aşamada bile, yapay uçuş düşüncesinden tamamen uzaklaşmamıştır. Geleneksel kaynaklar (Vasari, Lomazzo) Leonardo'nun araştırmalarının çok farklı sonuçlarını ortaya koymuştur. Örnek olarak, Leonardo otomatik mekanizmalar ya da şişen elastik malzemeler kullanarak kuş ya da başka uçan nesneler yapmaya kendisini adamıştır. Onun bu konudaki çalışması eğlence ve hoşça vakit geçirmenin bir sonsözü olmuştur—bu Leonardo'nun araştırmalarını mekaniğe yönelten bir durumdur.



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — **1480-1485** — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 1051v



1

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Mekanik Kanat Mekanizmaları

Leonardo yaklaşık otuz yaşındayken Codex Atlanticus'ta yer alan folyolar üzerinde çalışmıştır. Bu dönemde hâlâ Floransa'da yaşamaktadır ya da bu 1482 yılındaki Milan'a gitmek üzere ayrılmasından hemen sonraki dönemdir. Bu iki nedenle ilginçtir: birincisi, tipik bir çalışma kağıdıdır ve ikinci olarak uçuş makinesi ve doğal uçuş üzerine çalışmalar arasındaki bağlantıyı kanıtlayan en eski örneklerden biridir. O, Leonardo'nun bu alandaki araştırmalarının en özgün belki de en hayranlık uyandırıcı görünümlerinden birini temsil etmektedir.

Leonardo kendi yazılarında değerli otobiyografik mirasını bırakmıştır. Onun elyazmaları kişisel bir günce gibidir, günü gününe olaylar değil, çalışmalarıyla bağlantılı olaylar, bilimsel ya da sanatsal araştırmalarına ilişkin yazılar yer almaktadır. O, yazılı notlarını ve özellikle çizimlerini mevcut bir problem üzerine sistematik olarak düşüncelerinin her hareketini kaydetmek için kullanmıştır. Böylece, onun notlarının ve çizimlerinin yer aldığı sayfaların çözümlemesini yaparak, araştırmalarının, gözlemlerinin, kuşkularının, iş projelerinin ve benzerlerinin somut gelişimini yeniden oluşturmak olanaklıdır.

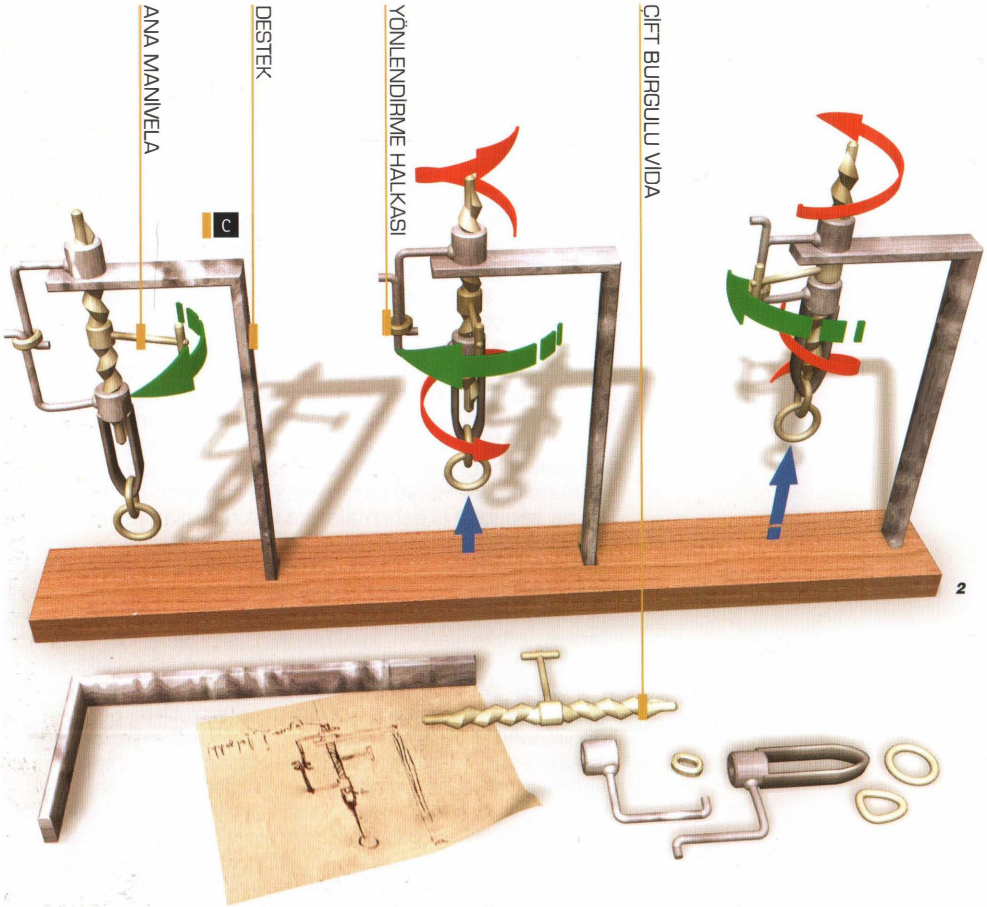
Biz sayfalar üzerinde yapmış olduğu notlar ve düşüncelerinin düzenini kesin olarak tanımlayamayız. Belki de ejderhasineği (sağda) ve diğer uçan böcekler (solda) çizimlerin ilki arasındadır. Her iki durumda, onlar hızlıca yapılmış tasarımlardan daha fazlasıdır. Leonardo, kesin olarak tüm ayrıntılarıyla bu küçük hayvanların betimlemelerini sunmuştur. Bu böceklerin uçuşunu gözlemleyerek Leonardo onların nasıl havada kaldıklarını incelemiştir. Böylece, biz doğal uçuşun çalışması üzerine notlar ve çizimlerinin ilk grubuna sahip oluruz.

Diğer taraftan, mekanik uçuşa ilişkin çizim ve notların farklı bir grubu vardır. Özellikle, sayfanın sol üst tarafındaki çizimler iki parçadan oluşmaktadır. Bir içsel bölüm (A) ve bir dışsal bölüm (B) vardır. Kanat çırpması sırasında, dışsal bölüm yukarı çıktığı zaman içsel bölüm uçuştaki makineyi destekleyen hava üzerine daha alçaltılmış kalmıştır. Bu yapay kanatların mekanizması doğal uçuşta gözlemlenmiş olan bir taklidin sonucunu vermektedir.

Sayfanın sol tarafı boyunca uzun bir not Leonardo'nun araştırmasında başka bir aşama için kanıt oluşturmaktadır. Leonardo'nun sayfalarında sıklıkla yer aldığı gibi onlar bir iş projesine ilişkin yapıdadır: 'Dört kanatlı uçuşu görmek için hendek etrafına gidin, siyah kanatları göreceksiniz.' Leonardo'nun bunları yaparak zoolojik gözlemlerini daha ileri aşamalara taşıdığını söylemek olanaksızdır. O zihninde bulunan sorulara yanıt aramak için sayfalar dolusu notlar ve incelemeler yapmıştır.

Şekil 1.
Sayfanın ortasında bir ejderhasineğinin belli belirsiz bir çizimi vardır. Leonardo uçuş hareketini mekanik olarak yeniden üretebilmek için mekanizmaları çizmiştir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



A
B
Leonardo'nun kendisi açık bir şekilde A ve B harflerini kullanarak mekanik kanadı sabit tutacak noktaları göstermiştir. Bu makinedeki kanat mekanik kanadı tutma hizmeti görmektedir. Motor mekanizmasını harekete geçirerek, A noktası aşağı doğru giderken B karşıt yönde hareket etmektedir. Bu hareketlerin toplamı hayvanlarda bulunana benzer bir kanat hareketi verecektir.

C
Mekanik kanadın model çalışmasında temel parça ileri doğru hareket eden mekanizmadır. Bu karmaşık bir araçtır ve Leonardo bile onun tasarım aşamasında fikrini değiştirmiştir. Bu, üst sağda bulunan tasarımda görülmektedir. (Şekil 1) Burada teknik çözümün yanlış olduğunu düşünerek üzerini çizmiştir. Final şeklinde mekanizma daha küçük bir manivela ile harekete geçirilerek tüm kanada hareket kazandıracak çift burgulu bir vidaya sahiptir.

D
Manivelanın sürekli hareketi ile oluşturulan kanadın final hareketi doğayı taklit etmektedir: kanat bir hayvanın kanat çırpışı gibi hareket etmektedir. Burada bedene daha yakın olan kanat diğerlerinden daha uzun ve daha farklı bir yörüngeye sahiptir.

Şekil 2
Motorun işleyişi.

Şekil 3
Mekanik kanat içindeki otomatik sistem. Bir operatör hareket halindeki mekanizmalarını gerçekleştiren manivelayı kullanır; sıra ile bu kanat desteğinin dönüşümü ve hareket üretir.

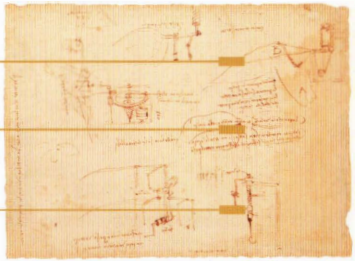
Şekil 4
Hareketin dinamik bir ardışıklığı.

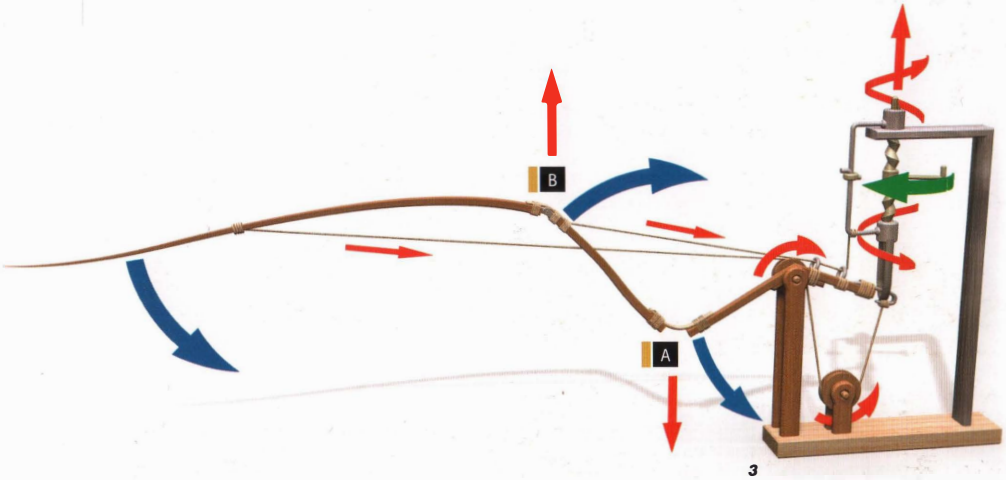
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

MEKANİK KANAT İÇİN ÇALIŞMA MODELİ

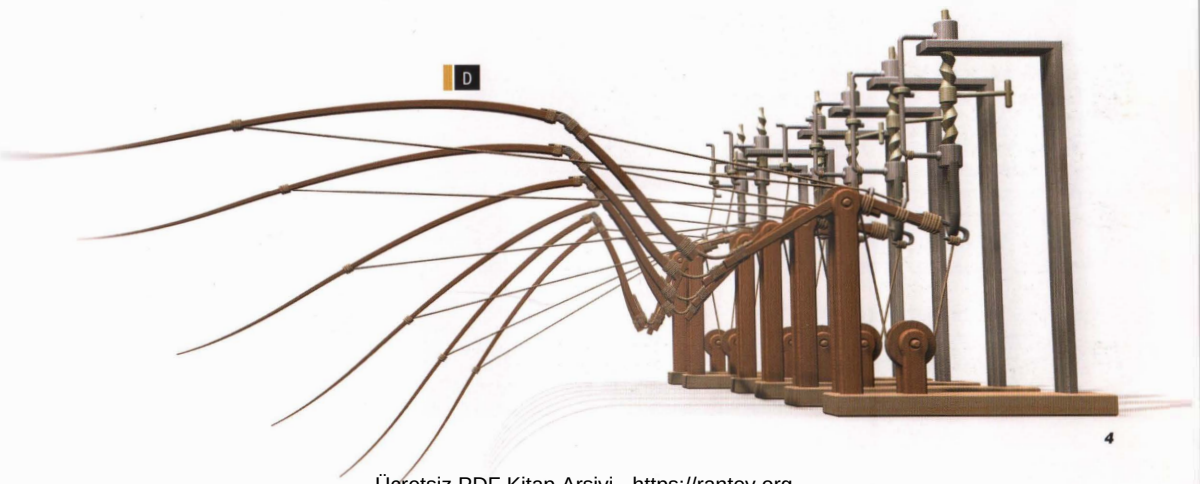
REFERANS OLARAK KULLANILAN EJDERHASİNEĞİ

İŞLEYİŞ MEKANİZMASI





3



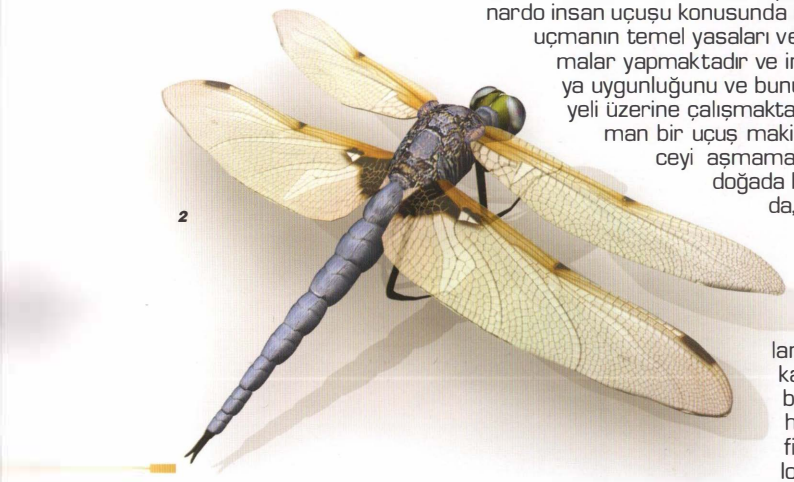
4

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

1

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Ejderhasineği



2

Bugün Ashburnham olarak bilinen elyazması orijinal olarak Elyazmaları B içinde yer almaktadır. Bu elyazması on dokuzuncu yüzyılda çalınmıştır fakat daha sonrasında bulunmuştur. Böylece bu sayfadaki çizimler ve notlar Elyazmaları B döneminden gelmektedir; bu Leonardo'nun Milan'da bulunduğu yaklaşık 1485-1490 dönemini kapsamaktadır. Bu dönemde, Leonardo insan uçuşu konusunda iki temel yol izlemektedir: doğal uçmanın temel yasaları ve ona benzetme üzerinde çalışmalar yapmaktadır ve insan bedeninin bu mekanizmaya uygunluğunu ve bunu tam olarak kullanma potansiyeli üzerine çalışmaktadır. İkinci uğraş alanı hiçbir zaman bir uçuş makinesinin ardındaki temel düşünceyi aşmamaktadır: bu, kanatlı yaratıkların doğada bulunduğu şekliyle ilgilidir. Burada, Leonardo çeşitli uçan yaratıkların betimlemesini yapmıştır: bunlar bir uçan balık, bir yarasa, bir ejderhasineği (ya da başka bir yorumlama ile bir karınca–aslan—bu ejderhasineğine benzer kanatlı bir böcektir) ve başka uçan böceklerdir. Bir seviyede bu bir hayvan çalışmasıdır; daha spesifik bir seviyede bu Aristocu biyolojinin bakış açısından görülen çeşitli hayvanların morfolojik çalışmasıdır. Leonardo sonuna kadar bu noktalara sadık kalacaktır.

Leonardo zar kaplı kanatlı hayvanlarla dört-kanatlı uçan hayvanların karşılaştırmasını yapmıştır. O aradaki farklılıklar ile ilgilidir fakat her şeyden önce benzerlikler üzerine çalışmaktadır. O uçan balık konusuyla özel olarak ilgilidir. Bu, hem havada hem de suda hareket edebilen bir hayvandır. Leonardo bu benzerlik aracılığıyla su ve onun yarattığı girdaplar üzerine çalışmalar yapmıştır. Amacı görülebilir elementlerin davranışlarını açıklayan yasaları kavramaktır. Uçan balık çeşitli elementleri içinde hayvanları ve insanları içeren temel benzerliğin cisimleşmesidir. Leonardo'nun gözlerinde, bu benzerlik insan uçuşunun olanaklılığı için temeldir.

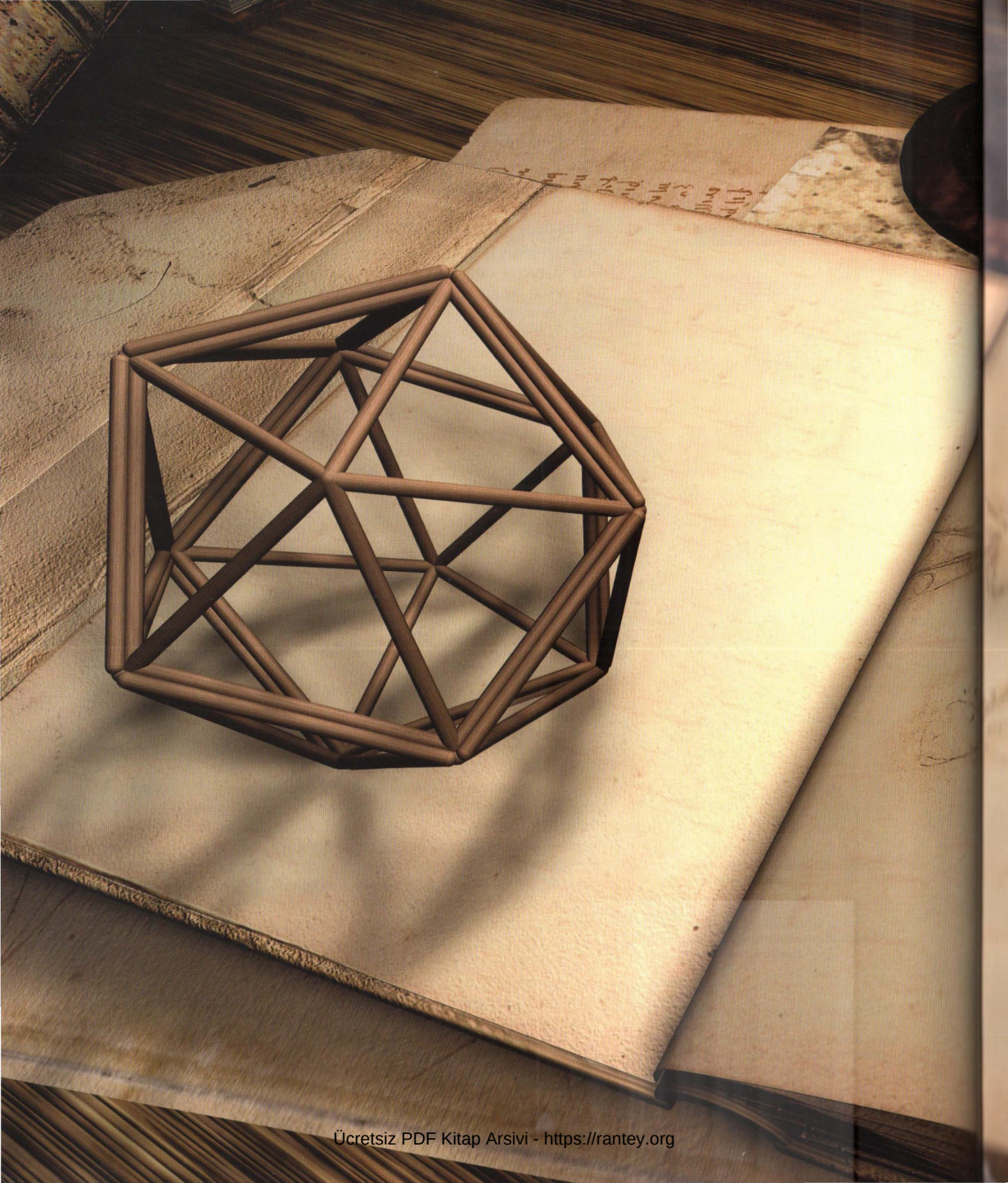
Karşılaştırmalı zoolojik çalışmalar uçuş makineleri üzerine bağlantılanmaktadır. Leonardo'nun bu dönem tasarlamış olduğu Elyazması B'de yer alan mekanik kanat türleri, ister çift kanat olsun, isterse zar-kaplı kanatlar olsun, yarasanın ya da uçan balığın bir taklidir.

Şekil 1.
Codex Ashburnham I'den folyo, orijinal olarak Elyazması B'nin parçasıdır.

Şekil 2.
Leonardo tarafından yapılmış bir tasarımda sayfanın ortasındaki bir ejderha sineğinin üç boyutlu yeniden oluşturulması.

bir sonraki sayfa
Şekil 3.
Elyazması B'de varsayımsal bir yeniden oluşum. Bu, yüz sayfa içeren bir defterdir. Bu folyo orijinal elyazmasından daha sonra kaldırılmıştır. Bu ciltteki çizimlerin bölümleri mekanik uçuşa ilişkindir ve aynı zamanda onun ilk ejderhasineğinden esinlenmiştir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — **1487-1489** — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Elyazması B, f. 88v



1

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Hareketli Kanat

Leonardo uçuş makineleri, özellikle ilk aşamada doğaya karşı savrulan insanoğlunun dinamik bir mücadelesi olarak tasarlanmıştır. O, sudan farklı olarak, havaya ilişkin bir durumdur. İnsanoğlu havayı sıkıştıran yapay bir kanatla kendisini uçurabilmektedir. Bu tıpkı suyun üzerinde yolculuk yapmak gibidir. Sorun onun altından kaçan havayı sıkıştırmayı önleyen yeterli bir hızla kanat çırpmasında yatmaktadır. Hız sorunu bir dinamik sorunudur, insanoğlu tarafından oluşturulmuş uygun kuvvettir. Elyazması B'de bu folyo üzerindeki tasarım, insan bedeninin kapasitesinin test edilmesi anlamına gelmektedir. Bir kanat ile yaklaşık 70 kg. olan bir insan kütlesinin belli bir yüksekliğe kaldırılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu bir tepe üzerinde gerçekleştirilen gerçek bir deney planıdır. Çalışmanın deneysel boyutu tam bir çizim ile görülür kılınmıştır. Bu yalnızca makinenin nasıl çalışacağı değil, aynı zamanda test için gerekli olan ortam türünü de anlatmaktadır.

Leonardo Ortaçağ ve Rönesans arasında her tasarımcı için ortak olan araçlar kullanmıştır: bir defter ve kalem. Onun kalemi yalnızca not almak ya da hızlı bir görsel diyagram yazmak ile sınırlı değildir. O göz alıcı bir şekilde karmaşık çizimleri yaratmak için kullanılmaktadır. Bu yalnızca işaret ya da imgelerle gösterme yöntemi değildir. Önce imge yapılır; altındaki metin daha sonra eklenir. Deneyin altındaki mekanizmanın biçiminin sunulmasına ek olarak, çizimler aynı zamanda onun dinamiğini göstermektedir: bir insan tarafından harekete geçirilen kaldıraç yükseltilmiş bir konumdadır. Kanatların dışsal sınırları çevresindeki hareketlilik kanadın eğrisel değişken profilini yeniden üretiyor gözükmektedir. Bu, hemen hemen sıkıştırılmış havanın titreyen parçasının görselleştirilmesidir. Leonardo deneyini gerçekleştirmeden önce görsel ve grafik olarak hayal gücünde onu canlandırmıştır. Bu durum her ne kadar kolay olmasa da, Leonardo'nun çizimlerinin gücü projenin gereksinimi olmayan bir güçtür. Biz yapı üzerinde '200' sayısını görebiliriz. Bu 200 libbre (90 kilogram) ağırlık kullanıldığı anlamına gelmektedir. Sağda tepenin eğimi vardır, bu hızlı bir şekilde çizilmiş manzara öğeleri anlamına gelmektedir (bir dağ ve karşısındaki vadiyi gösteren eğim, uzakta bir bina bulunmaktadır). Leonardo'nun zihninde belli bir şehir olduğu bellidir. Ana çizimin altında ve üzerinde onunla ilintili olan çalışmalar bulunmaktadır. Üstte sağ köşede yazılmış olan not daha sonraki bir tarihi işaret etmektedir ve Leonardo tarafından yazılmamıştır.

Şekil 1
Elyazması B'den folyo 88v'de bulunan hareketli bir kanat tasarımıdır; folyo ana çizimi içermektedir fakat ayrıca nihai değişim için iki önemli fikre sahiptir.

Şekil 2
Hareketli kanat için yapılan deneyin birleştirilmiş versiyonu için bir tasarımdır.



2

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Şekil 3
Leonardo hareketli kanadın çeşitli modelleri üzerinde çalışmıştır. Bu görüntüde, hareketli kanat kumaşla kaplanmıştır ve sabit bir içsel yapıya sahiptir.

Şekil 4
Bu şekil 3'ün değişik bir modelidir. Hemen aşağıdaki tasarımın düşüncesiyle geliştirilmiştir. Burada kanat profili sabitlenmemiştir, hareket edebilirdir. Operatör kanadı harekete geçirdiği zaman profilin uç noktaları makaranın çekilmesine bağlı olarak eğilmektedir. Leonardo daha fazla hava 'sıkıştırmak' için bir kuşun kanadındaki eklemlerine benzetmeye çalışmıştır.

SABİTLENMİŞ KANAT

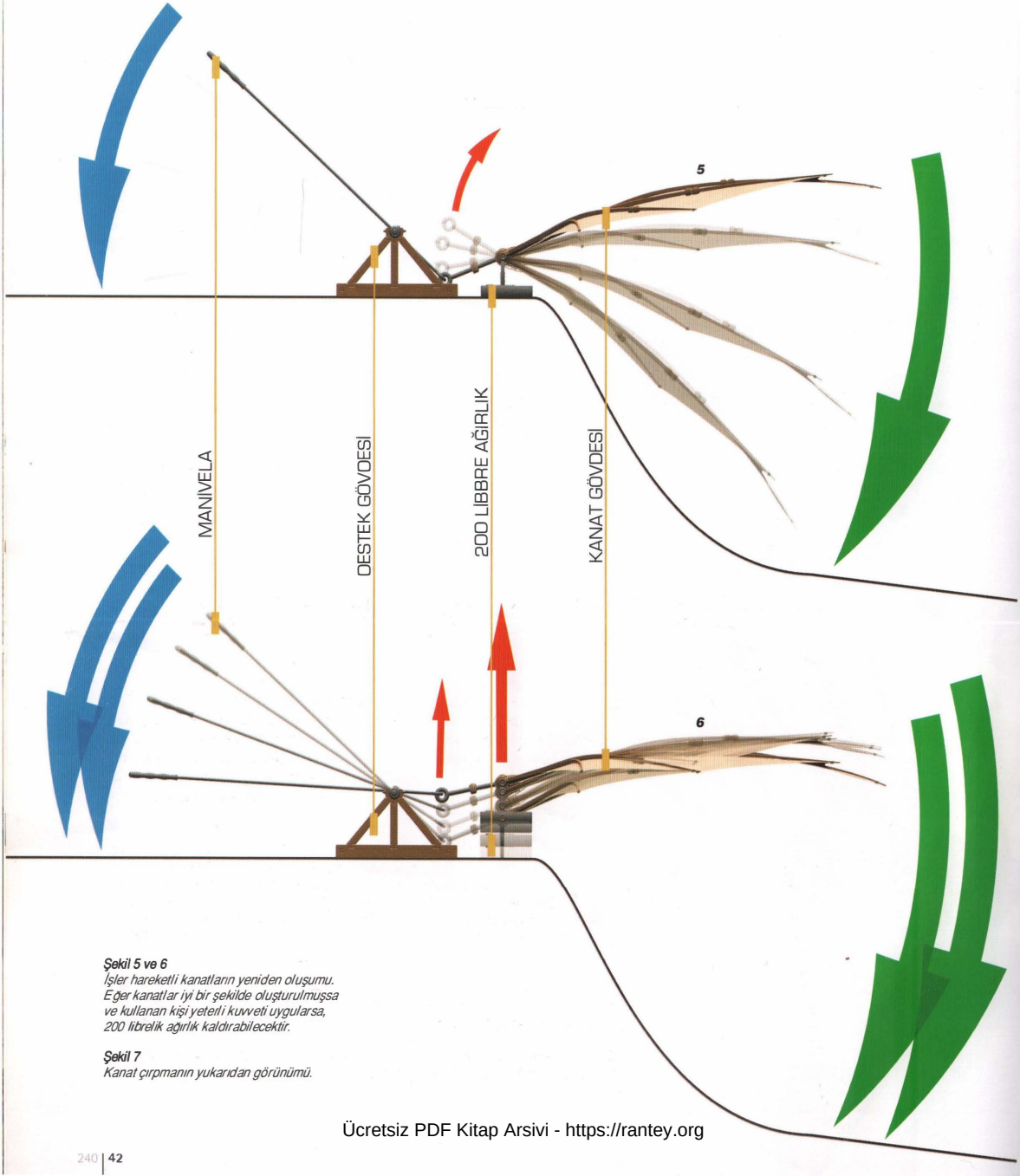
3

4

BİRLEŞTİRİLMİŞ KANAT YAPISI



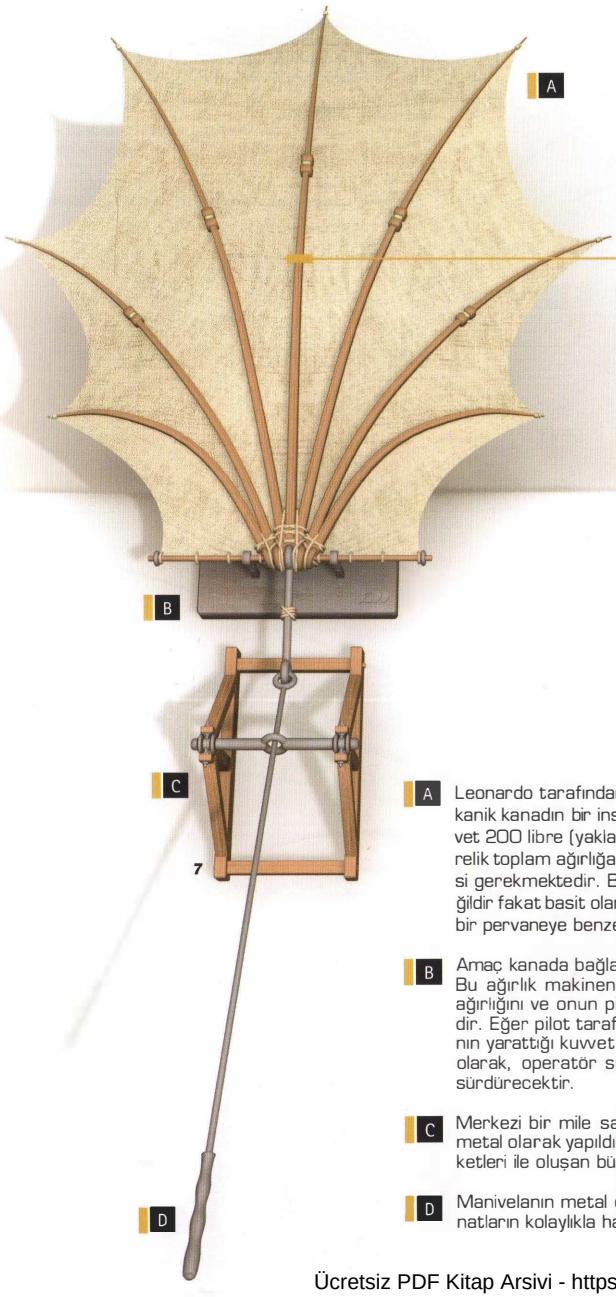
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Şekil 5 ve 6
İşler hareketli kanatların yeniden oluşumu. Eğer kanatlar iyi bir şekilde oluşturulmuşsa ve kullanan kişi yeterli kuvveti uygularsa, 200 librelik ağırlık kaldırabilecektir.

Şekil 7
Kanat çırpmanın yukarıdan görünümü.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



KUMAŞLI KAPLI KANAT

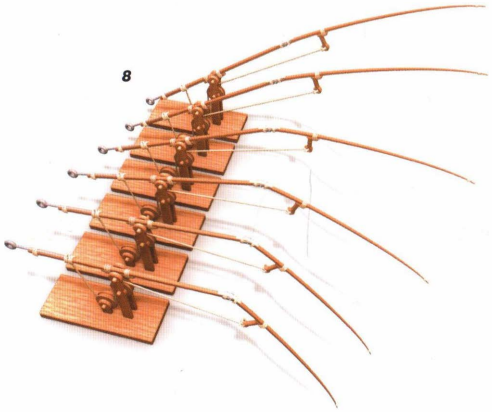
A Leonardo tarafından tasarlanmış olan kanat iki amaca sahiptir. Mekanik kanadın bir insan tarafından harekete geçirilmesi ile oluşan kuvvet 200 libre (yaklaşık 90 kg.) ağırlığı kaldırmaya yetecektir. 200 librelik toplam ağırlığa ayrıca onun pilotluğunu yapan kişinin de eklenmesi gerekmektedir. Bu folyodaki tasarım gerçek bir uçuş makinesi değildir fakat basit olarak bir deneysel modeldir. Burada kanat kocaman bir pervaneye benzer sabit bir yapıdır.

B Amaç kanada bağlanmış olan 200 librelik bir ağırlığın kaldırılmasıdır. Bu ağırlık makinenin oluşumunda kullanılmış olan öğelerin toplam ağırlığını ve onun pilotluğunu yapan kişinin ağırlığını temsil etmektedir. Eğer pilot tarafından uygulanan kuvvet ve havada kanat çırpmanın yarattığı kuvvet yeterliyse, ağırlık yerden yukarıya kalkacaktır. Ek olarak, operatör sürekli, hızlı çırpmalarla ağırlığı yukarıda tutmayı sürdürecektir.

C Merkezi bir mile sahip basit bir tahta iskelet içinde varolan yapının, metal olarak yapıldığı düşünülmektedir ve bu yapı sürekli kanat hareketleri ile oluşan büyük bir kuvvet ve hız desteğinde kullanılmıştır.

D Manivelanın metal olarak yapıldığı düşünülmektedir ve bu çırpılan kanatların kolaylıkla hareket etmesine yetecek uzunluktadır.

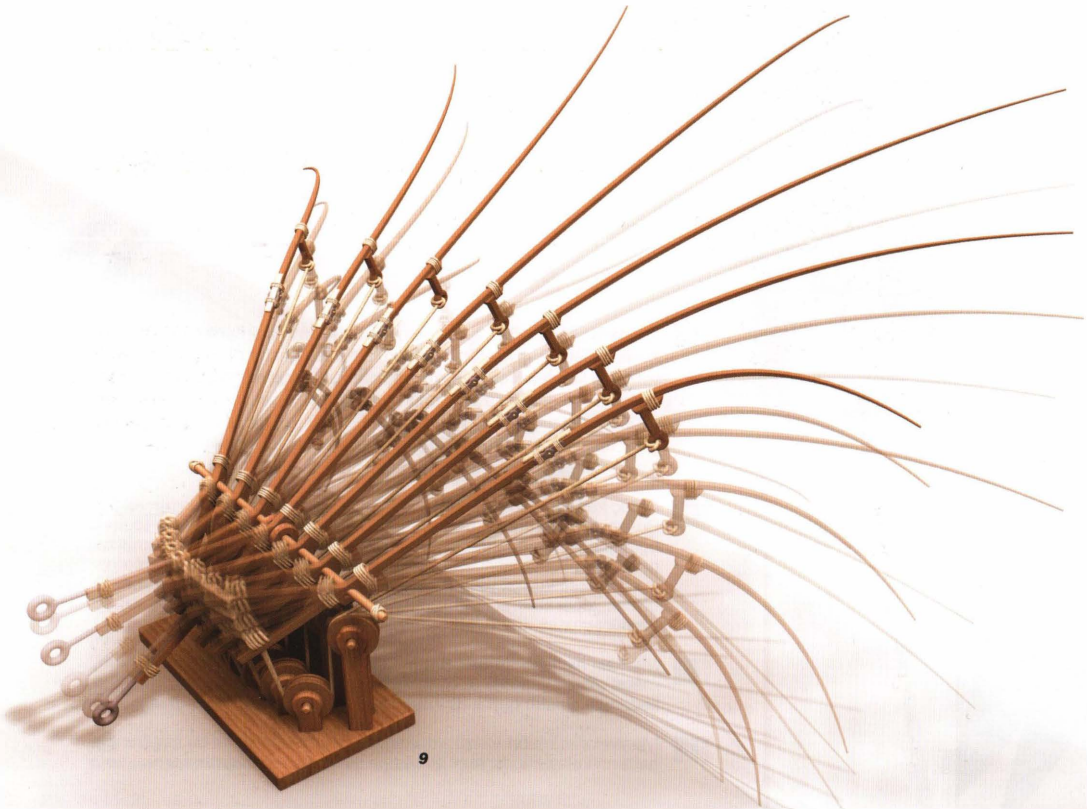
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



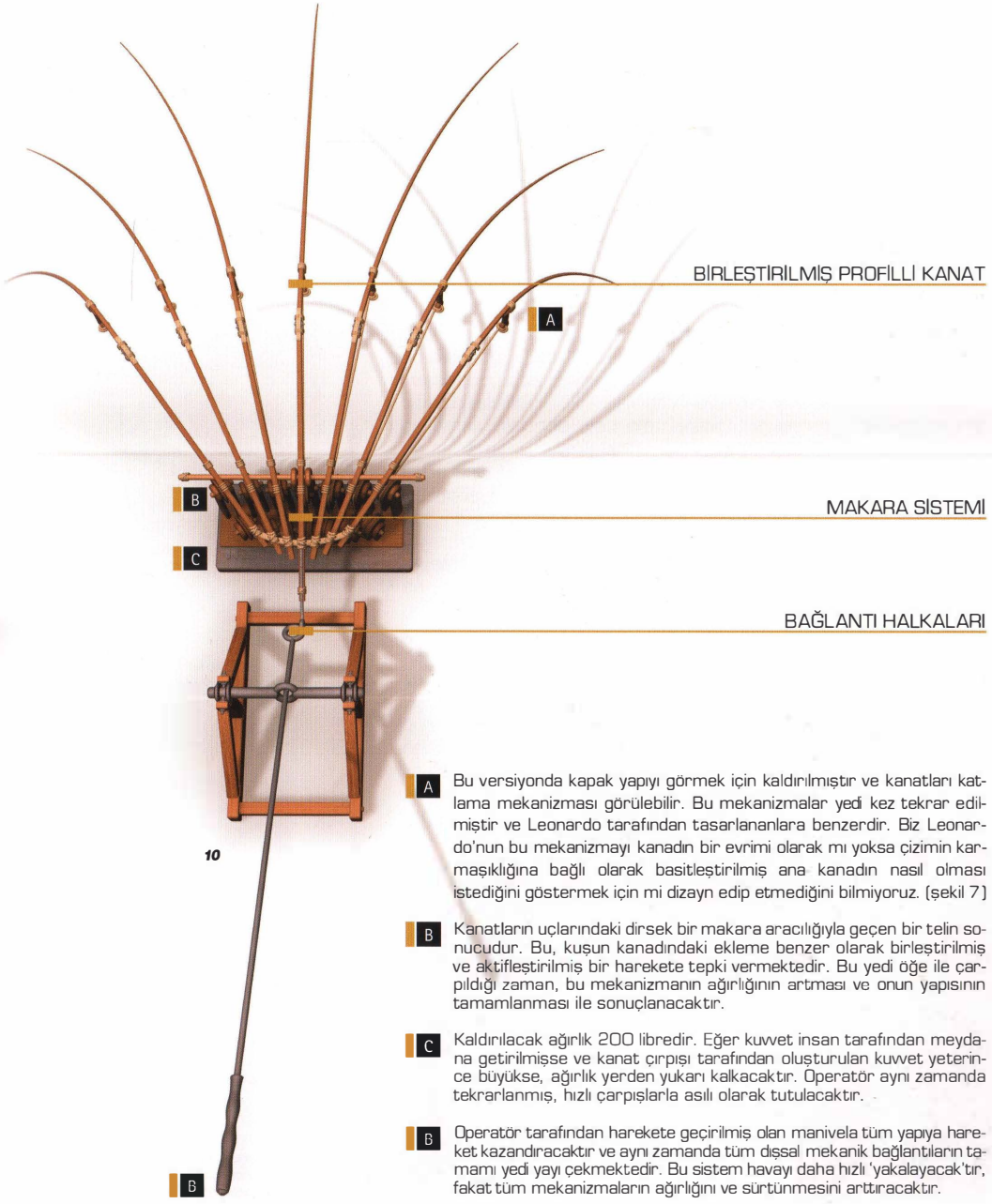
Şekil 8
Birleştirilmiş bir yapının temel mekanizması: dinamikler ardışık olarak altı modelin sıralanması şeklinde görülebilir.

Şekil 9
Dinamik imge yapının karmaşıklığını ve onun kanatların çırpılması sırasındaki işleyişini gösterir.

Şekil 10
Bir profil. Hareketli kanadın yukarıdan görünümü.



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



10

A Bu versiyonda kapak yapıyı görmek için kaldırılmıştır ve kanatları katlama mekanizması görülebilir. Bu mekanizmalar yedi kez tekrar edilmiştir ve Leonardo tarafından tasarlananlara benzerdir. Biz Leonardo'nun bu mekanizmayı kanadın bir evrimi olarak mı yoksa çizimin karmaşıklığına bağlı olarak basitleştirilmiş ana kanadın nasıl olması istediğini göstermek için mi dizayn edip etmediğini bilmiyoruz. (şekil 7)

B Kanatların uçlarındaki dirsek bir makara aracılığıyla geçen bir telin sonucudur. Bu, kuşun kanadındaki ekleme benzer olarak birleştirilmiş ve aktifleştirilmiş bir harekete tepki vermektedir. Bu yedi öğe ile çarpıldığı zaman, bu mekanizmanın ağırlığının artması ve onun yapısının tamamlanması ile sonuçlanacaktır.

C Kaldırılacak ağırlık 200 libredir. Eğer kuvvet insan tarafından meydana getirilmişse ve kanat çırpışı tarafından oluşturulan kuvvet yeterince büyükse, ağırlık yerden yukarı kalkacaktır. Operatör aynı zamanda tekrarlanmış, hızlı çarpışlarla asılı olarak tutulacaktır.

B Operatör tarafından harekete geçirilmiş olan manivela tüm yapıya hareket kazandıracaktır ve aynı zamanda tüm dışsal mekanik bağlantıların tamamı yedi yayı çekmektedir. Bu sistem havayı daha hızlı 'yakalayacak'tır, fakat tüm mekanizmaların ağırlığını ve sürtünmesini arttıracaktır.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — yaklaşık 1489 — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Elyazması B, f. 83v



1

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Anten Vida

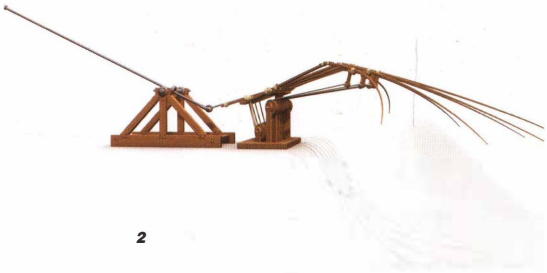
Bir anten vida için yapılan bu çalışma Elyazması B'de yer alan bir çalışmadır. Bu diğer uçuş makinelerin yanısıra başka bir uçuş makinesidir. Döndürüldüğü zaman uçmak üzere yerden yukarı çıkan bir cihazdır. Bu çizim, bu kategorideki diğerleri gibi, bir dolmakalem ve mürekkep ile yapılmıştır, hızlı ve kesin bir uygulamadır. Onun insanlı uçuşa yönelik bakış açısıyla, Leonardo dikkatini insan bedeninin dinamik potansiyeline yoğunlaştırmıştır (bu uçuş makinesinin arkasındaki itme gücüdür). Bu soruna başka bir bakış açısıdır: hava, uçuş makinalarının içinde çalışmak zorunda olan elementtir. Bir anten vida düşüncesi onun bilimsel çalışmalarının bu kapsamında ele alınmıştır.

Bu önemli bir aşamadır. Bu tasarımın teorik ve bilimsel boyutu modern ilerlemelerin ütopyacı bir katılımından ibaret olarak görülmektedir. Leonardo hava üzerine çalışmalar yapmıştır ve havanın sudan farklı olarak üzerine yeterli enerji uygulandığında sıkıştırılabileceği sonucuna ulaşmıştır. Elyazması B'de yer alan en olağanüstü çalışmalardan biri (folyo 88v) bu hareketi doğrulayan bir deneye ait notlardır. Anten vida aynı fikir düzeni içinde geliştirilmiştir. Folyo 88v üzerindeki deneysel kanat için olduğu gibi, makinenin etrafındaki bölümler çok etkin bir şekilde somut kılar. Hava görünmez olmasına karşın, varlığı hissedilir. Eğer hava sıkıştırılabilirse, bu durumda onun maddesel yoğunluğu var demektir. Bu sonuç üzerine temellendirilmiş olarak, Leonardo bir pervane biçiminde kendi etrafında çok hızlı dönebilen ve kendisini havaya kaldırabilen bir cihaza ulaşmıştır. Onun cihazı tıpkı bir vidanın başka maddelere yaptığı gibi havanın akışkan yoğunluğunu delmektedir. Bu hareketin gerçekleştirilme olasılığı açık bir şekilde yeterli derecede yüksek bir dönme hızının gerçekleştirilmesine bağlıdır. Böylece, son analizinde, sorun araştırmanın başka bir alanına bağlanmıştır: bunun için yeterli olan kuvvet nasıl elde edilir. Leonardo'nun tasarımlarında sıklıkla olduğu gibi, sorunun bu açısı tam olarak geliştirilmemiştir. Vidanın insanlar tarafından mı yoksa bir topaç gibi hızlıca mı döndürüleceği açık değildir. Tersine olarak, Leonardo yalnızca uçan bir gemi için (folyo 80r, Elyazması B'de) büyüleyici bir tasarım yapmıştır.

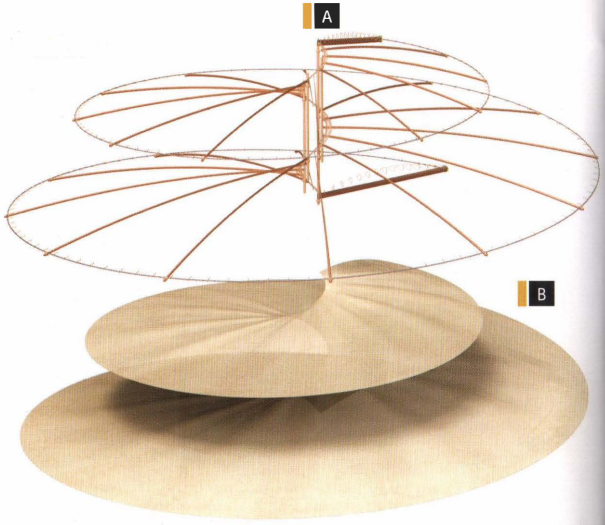
Her zaman olduğu gibi, bizim izlenimimiz uçabilen bir makinenin tasarlanmasında sistematik bir yol izlemek yerine, Leonardo'nun insanoğlunun dinamik potansiyeli ve havanın fiziksel özelliklerini araştırmış olmasıdır. O, araştırdığı her alan içinde, kendisinin teorik sonuçlarını görselleştirmesinin sağlayacak bir makinenin tasarımını gerçekleştirmiştir. Spiral biçim hidrolik alanında her zaman var olmaktadır (Arşimed'in vidası ya da salyangoz vida akla gelmektedir) fakat sarmal biçimin uçuş ve havaya ilk kez uygulandığı akılda tutulmalıdır.

Şekil 1
Elyazması B'de bulunan folyo 83v'nin merkez parçası onun yapımı üzerine notlarla birlikte anten vidanın tasarımını göstermektedir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



2



Şekil 2
Leonardo'nun helikopterinin kaçınılmaz sonucu. Anten vida tasarımı genellikle Leonardo'nun helikopteri olarak adlandırılmaktadır. Gerçekte onun yapısal ve oluşumsal özelliklerine bakıldığında, doğru bir şekilde işlev görmeyeceği görülür. Ayrıca dinamik ilkelerinin kullanımı modern helikopterin yapımında kullanılamaz. Bir helikopter gibi uçan bir makineye benzer bir şey bulmak için yapılması gereken tek şey yalnızca üç sayfa geriye gitmektir.

Şekil 3
Anten vidanın sökülmüş görünümü. Elementler ve bağlantılar sökülmüştür.



3

A Anten vida tasarımının uçma gövdesi bir dizi tahta bağlantıya sahip pervane şeklindeki bir demir yüzeydir. 'Kanat' kumaşla kaplanmıştır ve ana yapıya tutturulmuştur.

B Leonardo gözenekliliği azaltacak şekilde helezoni bir yapı oluşturmuştur.

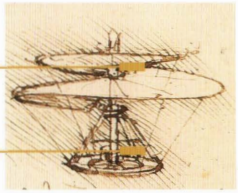
C Ahşap iskeletlerin bir sistemi anten vidanın 'kanat' gövdesine bağlanmıştır. Taban kısmı dönen mekanizma olarak işlev görecektir.

D Dairesel, ahşap işlem platformu hava yoğunluğunu delmek ve uçmak için vidaya gereksinim duyduğu enejiyi verir.

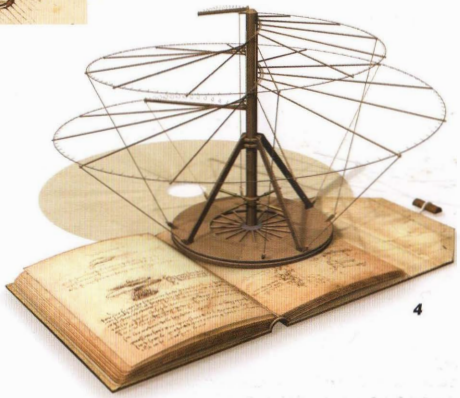
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

BLOK A - UÇUŞ BÖLÜMÜ

BLOK B - PİLOT GÜVERTESİ



Şekil 4 ve 5
Anten vida görüntüleri ile Lenardo tarafından çizilen tasarımlar üst üste çakıştırılmıştır. Kumaşla kaplı helezoni yapı (Şekil 5) ve kaplamasız yapı. (Şekil 4).

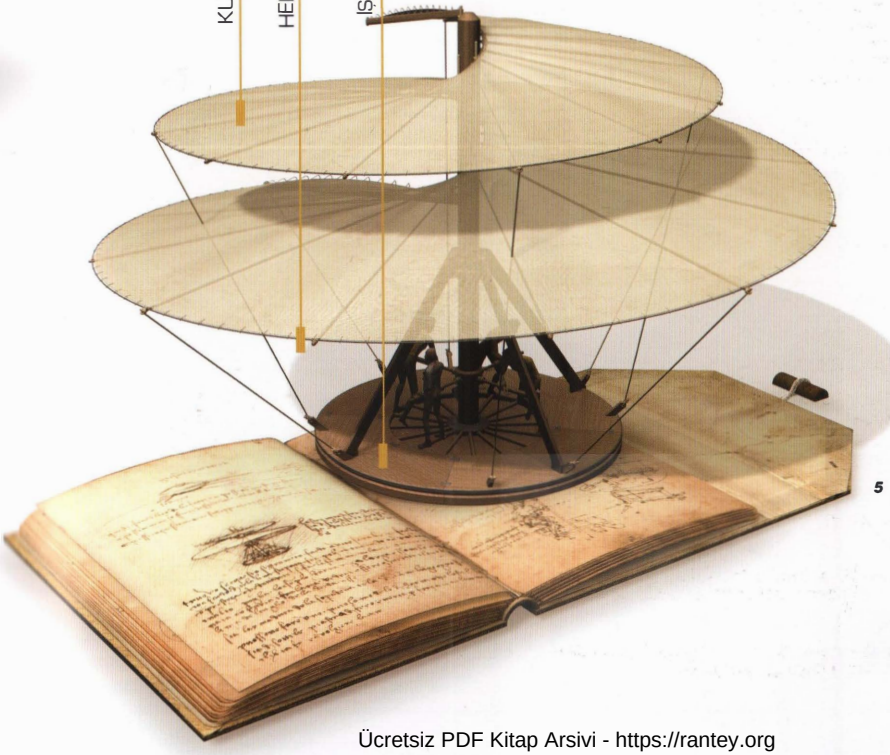


4

KUMAŞ KAPLAMA

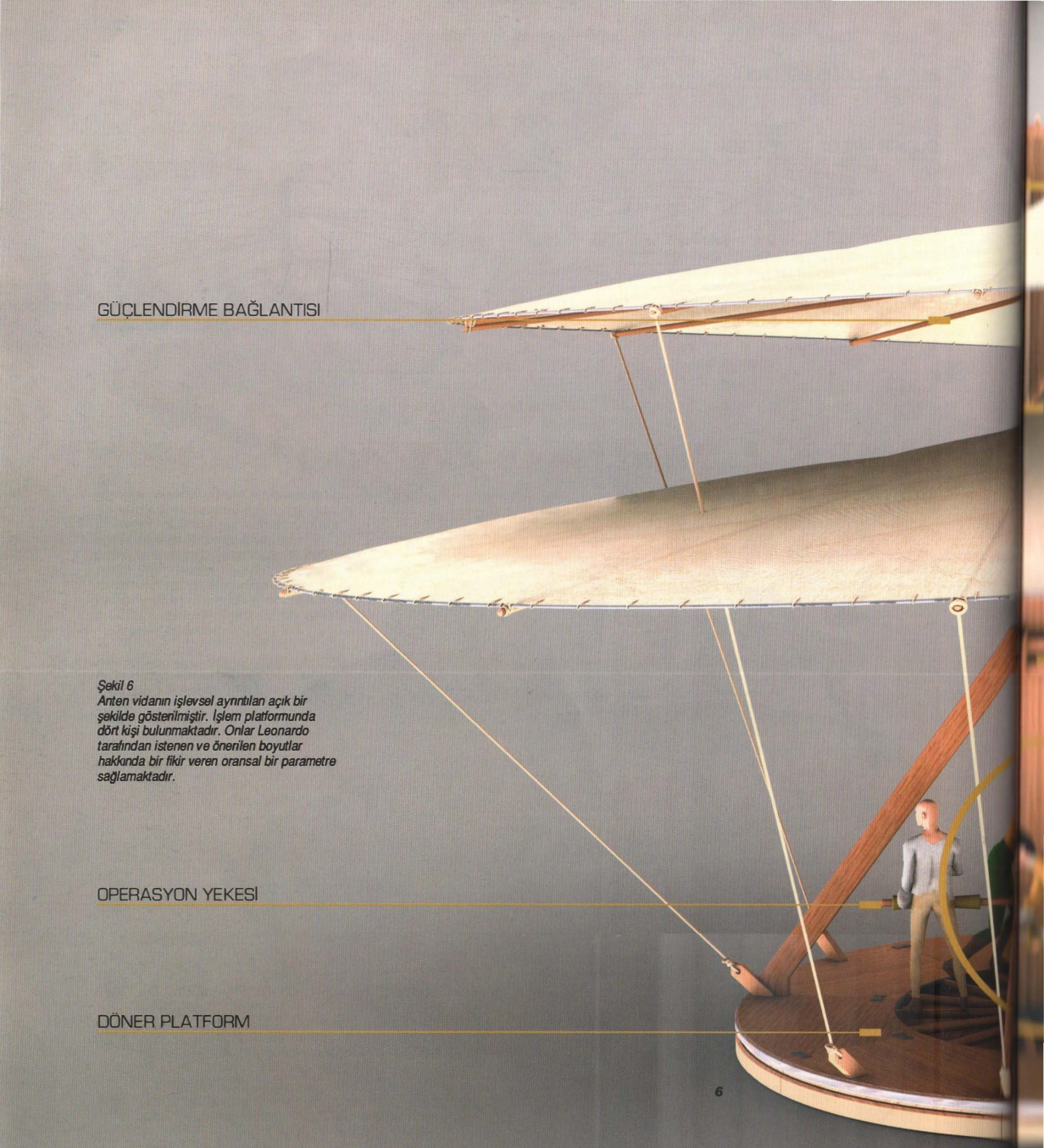
HELEZONİK GÖVDE

İŞLEM PLATFORMU



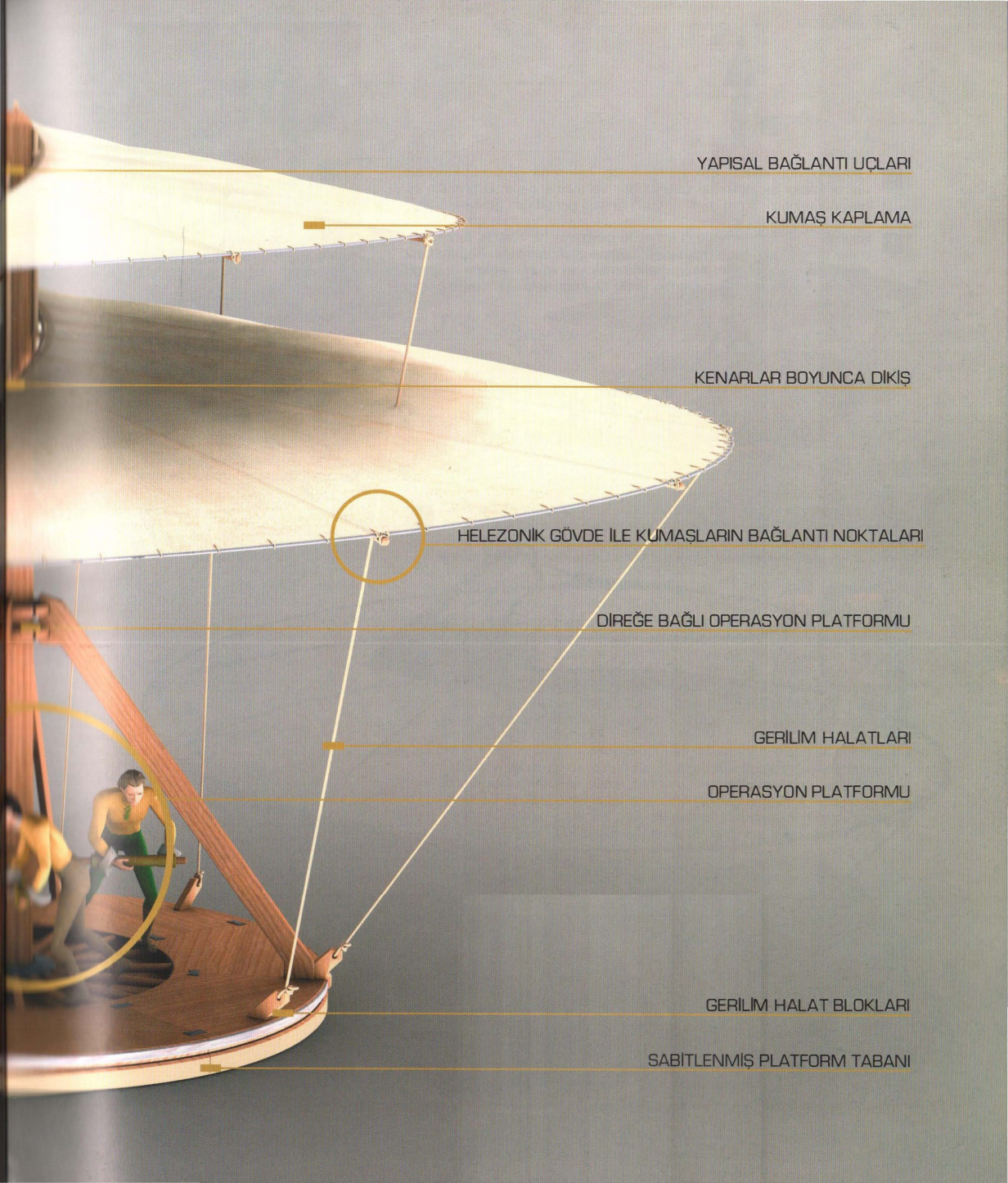
5

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Şekil 6
Anten vidanın işlevsel ayrıntıları açık bir şekilde gösterilmiştir. İşlem platformunda dört kişi bulunmaktadır. Onlar Leonardo tarafından istenen ve önerilen boyutlar hakkında bir fikir veren oransal bir parametre sağlamaktadır.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org


YAPISAL BAĞLANTI UÇLARI
KUMAŞ KAPLAMA
KENARLAR BOYUNCA DİKİŞ
HELEZONİK GÖVDE İLE KUMAŞLARIN BAĞLANTI NOKTALARI
DİREĞE BAĞLI OPERASYON PLATFORMU
GERİLİM HALATLARI
OPERASYON PLATFORMU
GERİLİM HALAT BLOKLARI
SABİTLENMİŞ PLATFORM TABANI

E Leonardo'nun kendisi için yazdığı notta, helezonik gövdenin kalın bir demir kablo ile yapılması önerilmiştir ve ayrıca çapın 8 braccia (1 braccia yaklaşık 5 cm ya da 2 fittir) olması gerektiğini göstermiştir.

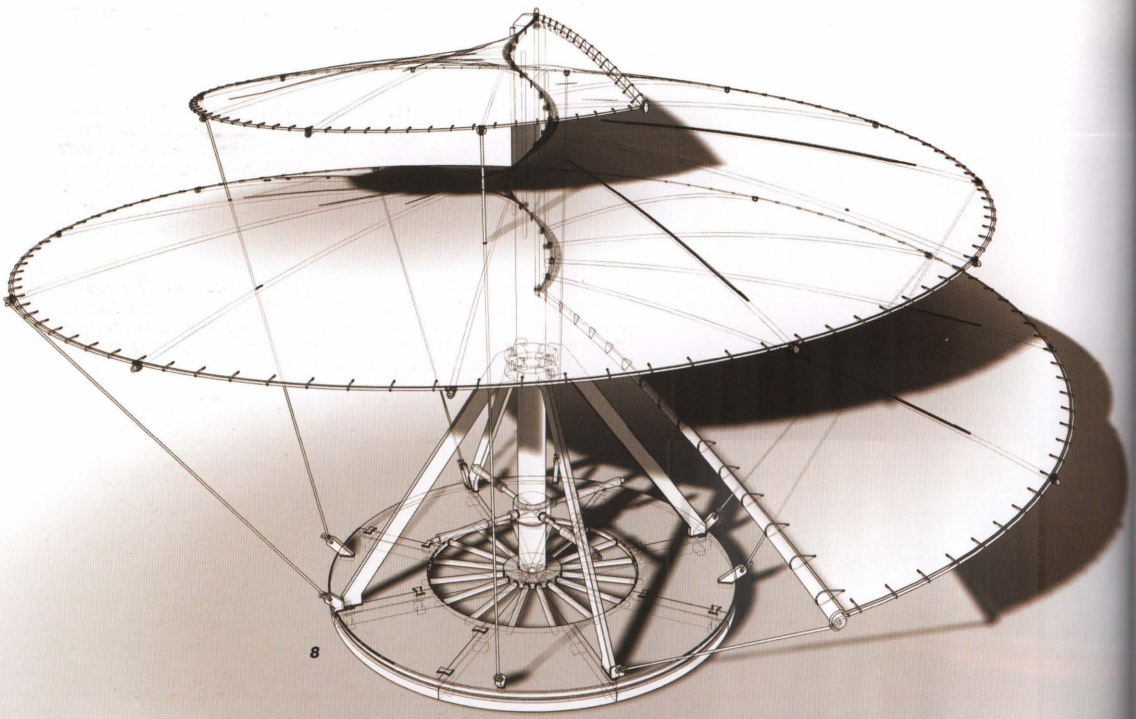
F Sayfadaki notlar üzerinde, Leonardo gövdenin bir kumaş ile kaplanması gerektiğini göstermiştir ve bunun gözeneklerinin kapatılması gerektiğini belirtmiştir. Yapıyı hafifletmek için uzun, sağlam bağlantı halatları önermiştir. Son olarak, (belki de kendisi için) küçük kağıttan bir maket yapmıştır.



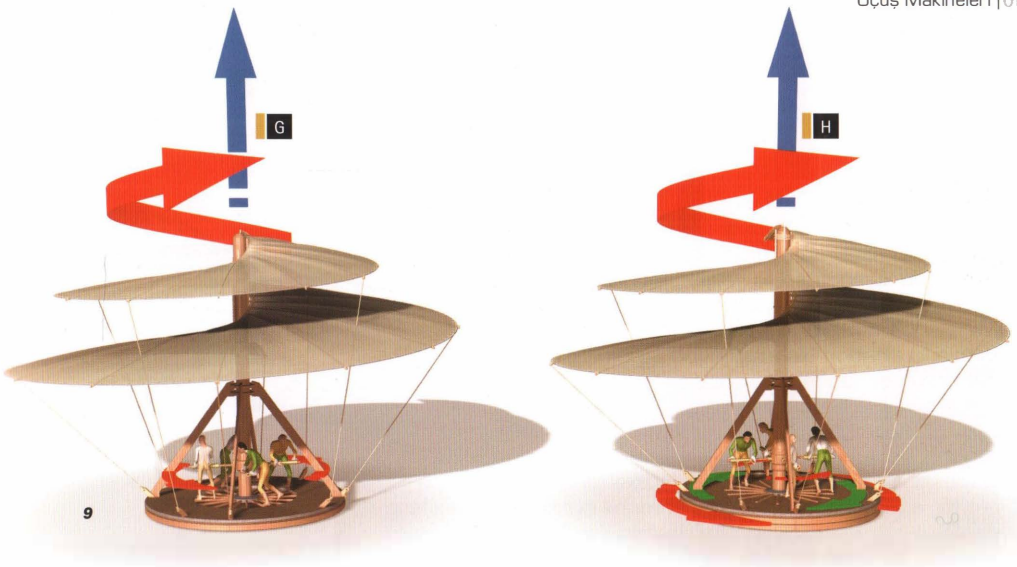
7

Şekil 7
Folyo iki tür açıklama içermektedir: yanal boyutlar (E), yapısal boyutlar aşağıda (F)

Şekil 8
Anten vidanın teknik görüntüsü, morfolojik karmaşıklık ve tasarım şıklığını ortaya koyar.



8

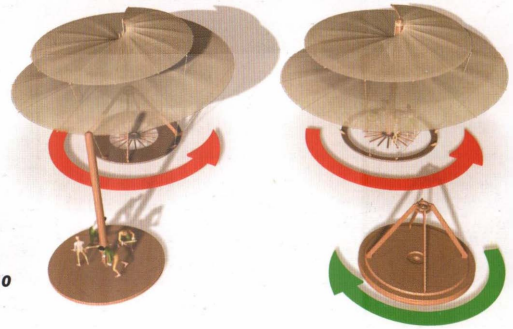


9

B Dört adam operasyon yekesi üzerinde dört kutbu kavramıştır. Onlar pervaneye sıkı sıkıya bağlanmış olan gövdeye karşı (kırmızı ok) ayakları ile iterken sabit kalmaktadır. Böylece, pervane hareket etmeye başlar ve hava sıkıştırılarak döner platform yükselmeye başlar.

H İkinci varsayımda, yapılar farklı bir şekilde yerleştirilmiştir. Dört adam uçuş 'aracının' parçasıdır ve ayaklarıyla iterek tıpkı lunaparklardaki bir atlıkarınca gibi dönmeye başlarlar (kırmızı ok). Vida havayı sıkıştıracak şekilde (saat yönünde) yeterince hızlı döndüğü zaman teorik olarak gövde uçmaya başlamalıdır. Taban ise karşıt yönde dönmeye başlayacaktır. Böylece, gövde başlangıç olarak yukarı doğru itilmeye başlandığı zaman, uçmayacaktır çünkü iki karşıt dönüşün çarpması hiçbir enerji yaratmamaktadır.

Durum ve birleşim ne olursa olsun, sonuç kesin olarak şekil 2'de betimlenmiş olduğu gibi olacaktır. Modern helikopter kuyruğun ucunda döngüsel bir küçük pervane kullanarak döngüsel sağlamlık sorununu çözmektedir. Buna ek olarak, onun uçuş ilkesi Leonardo'nun hayal etmiş olduğu gibi hava boyunca aerodinamik bir kaldırma temeli üzerinedir.

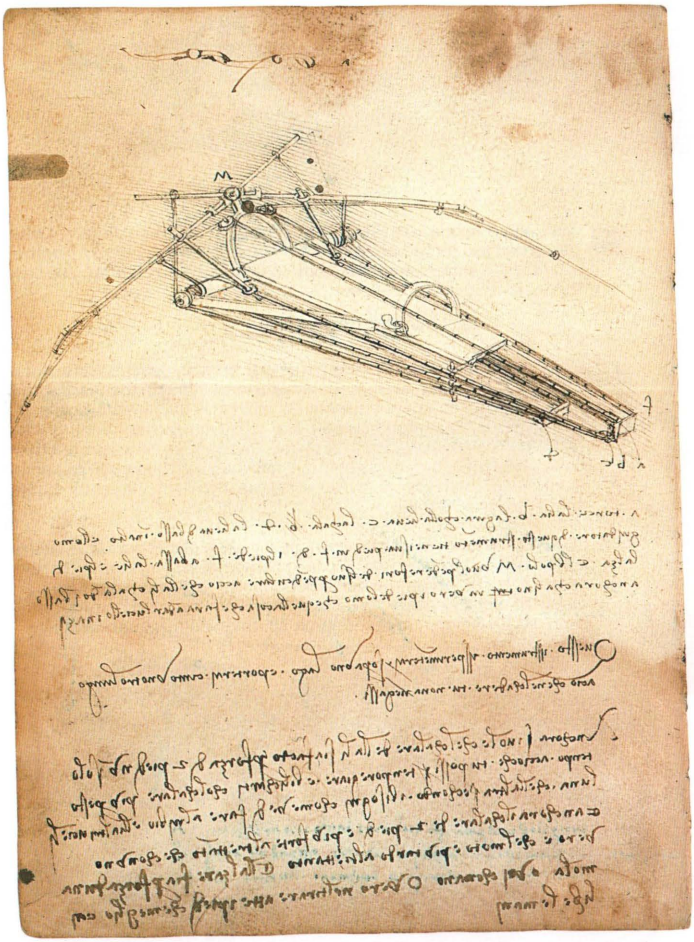


10

Şekil 9 ve 10
Bu imgeler makinenin çalışmasına ilişkin iki farklı varsayım ortaya koymaktadır. Her iki durumda da helezonik kumaş saat yönünde dönecek şekilde yapılmıştır ve Leonardo'nun betimlemiş olduğu gibi havanın delinmesi ile gerçekleştirilmiştir. Dönme hareketi iki yolla oluşturulabilir.

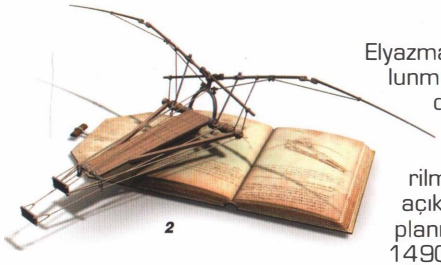
Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — 1488-1489 — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Elyazması B, f. 74v



1

Uçuş Makinesi



2

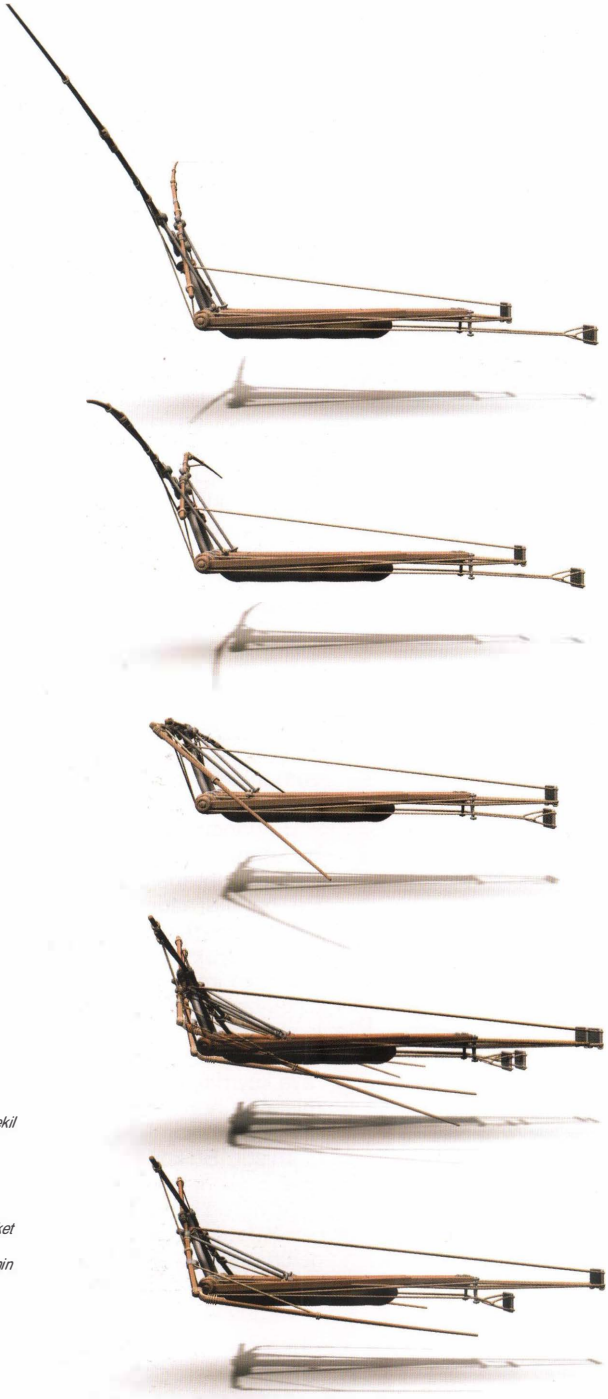
Elyazması B'nin bu sayfadaki çiziminde, altta üç not bulunmaktadır. Bu notlar, çizimi çok karmaşık bir birime dönüştürmektedir. Aslında tüm notlar çizimdeki makineye ilişkindir. Organik birimin bu izlenimi çizim tekniği ve onun altındaki notlarla güçlendirilmiştir. Çizim büyük ölçüde bitirilmiştir ve çok kesin, açık bir çizgi ile şekli çizilmiştir. Ancak yazılı notun planı çok düzenli değildir. Her iki karakteristik yapı 1490 civarındaki yıllara özgüdür, Leonardo göz kamaştırıcı bir entelektüel dengeye sahiptir ve bu onun grafik stilinde ortaya konmuştur. Ancak bunun çaba göstermeksizin olan bir şey olmadığının belirtilmesi gerekmektedir. Her ne kadar, sayfa iyi düzenlenmiş gözükse de, hâlâ temel olarak bunların kendisi için notlar aldığı bir sayfa gibi olduğu söylenebilir. Farklı yazım biçemleri bu izlenimi desteklemektedir. Başlangıçta Leonardo çizim yapmış ve onun altına ilk notunu yazmıştır. Daha sonraki bir aşamada sayfaya geri dönmüş ve başka iki not daha eklemiştir. Bu onun her zamanki çalışma yöntemidir. Ona göre, sayfa yaprakları bir resim tuvali gibidir; o kendi 'fırça darbeleri'ni uygulamayı sürdürmüştür, bunu bazen notlar biçiminde, başka zamanlarda çizimler şeklinde yapmıştır. Tuval üzerindeki neredeyse her boş alanı kullanmıştır.

Bu dönemde gerçekleştirdiği başka projelerde olduğu gibi, Leonardo mümkün olan en etkin şekilde insan bedeninin dinamik potansiyelini dizginleme girişiminde bulunmuştur. Bu, onun araştırmalarının bu dönemindeki temel bir parçadır ve uçuş makineleri için yaptığı tasarımların bir dizi içinde genel olarak uygulanmıştır. Aynı zamanda, Leonardo doğal uçmanın imitasyonu konusunda görüşünü kaybetmemiştir ve bu bizim burada baktığımız tasarım grupları içinde özellikle aşikârdır. Burada pilot yatay bir konumda bulunmaktadır. Leonardo'nun notları açık bir şekilde taklitçi bir düşünceyi ortaya koymaktadır: o uçurtma ve kuşları model olarak ele almıştır ve hatta bir noktada uçuş makinesini bir 'kuş' olarak nitelendirmiştir. Doğa ve teknoloji onun zihninde üst üste binmiştir. Bu konsept daha sonrasında 'Kuşların Uçuşu Üzerine' Elyazmaları kitabında daha güçlü bir kaynak olacaktır.

Üç notun bir tanesi uçuş makinesinde kullanılan bir deney olmalıdır: Leonardo düşme riskini azaltmak için makineyi bir gölün üzerinde kullanmayı planlamıştır.

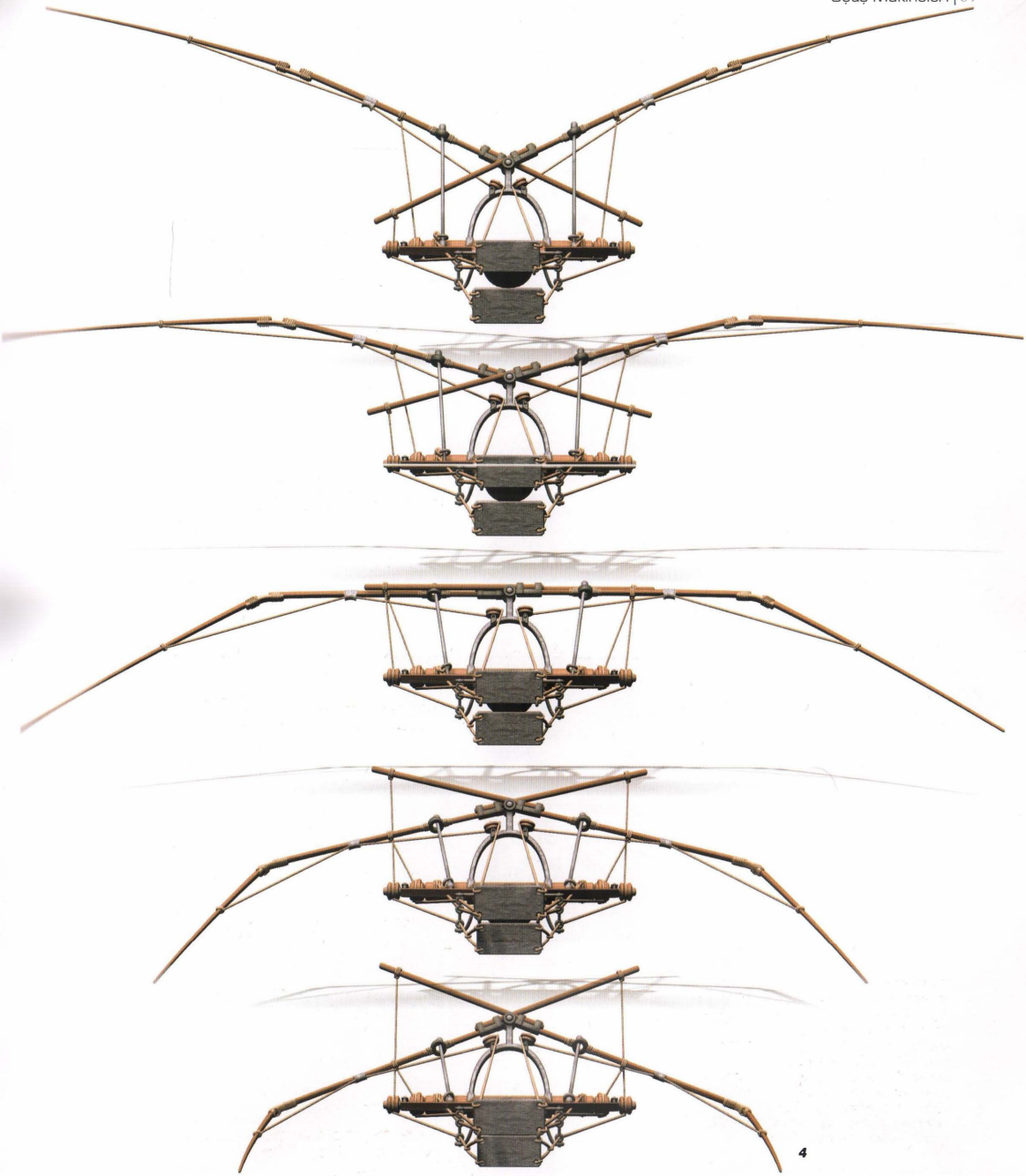
Şekil 1
Elyazması B'deki folyo 74v üzerindeki imge bir merkez konum içindeki uçuş makinesi için tasarım ortaya koymaktadır.

Şekil 2
Uçuş makinesinin modeliElyazması B'de, folyo 74v'de bulunan bir yeniden oluşumun üzerine yerleştirilmiştir.



Şekil 3 ve 4
İmgelerin dizilimi yandan (şekil 3) ve önden (şekil 4) görülmektedir. Uçuş makinesinin işleyişinin dinamiklerini ve gelişimini göstermektedir. Dizilim, yukarıdan aşağıya doğru, kanatların hareketliliğini göstermektedir. Dizi içindeki her tür çerçeve, her bir hareketin bileşenleri ve makine tarafından yapılmış hareket türünün anlaşılmasına yardımcı olur. İmge da Vinci'nin bu tasarımındaki temel çalışma ilkesinin karmaşıklığının göstergesidir.

3

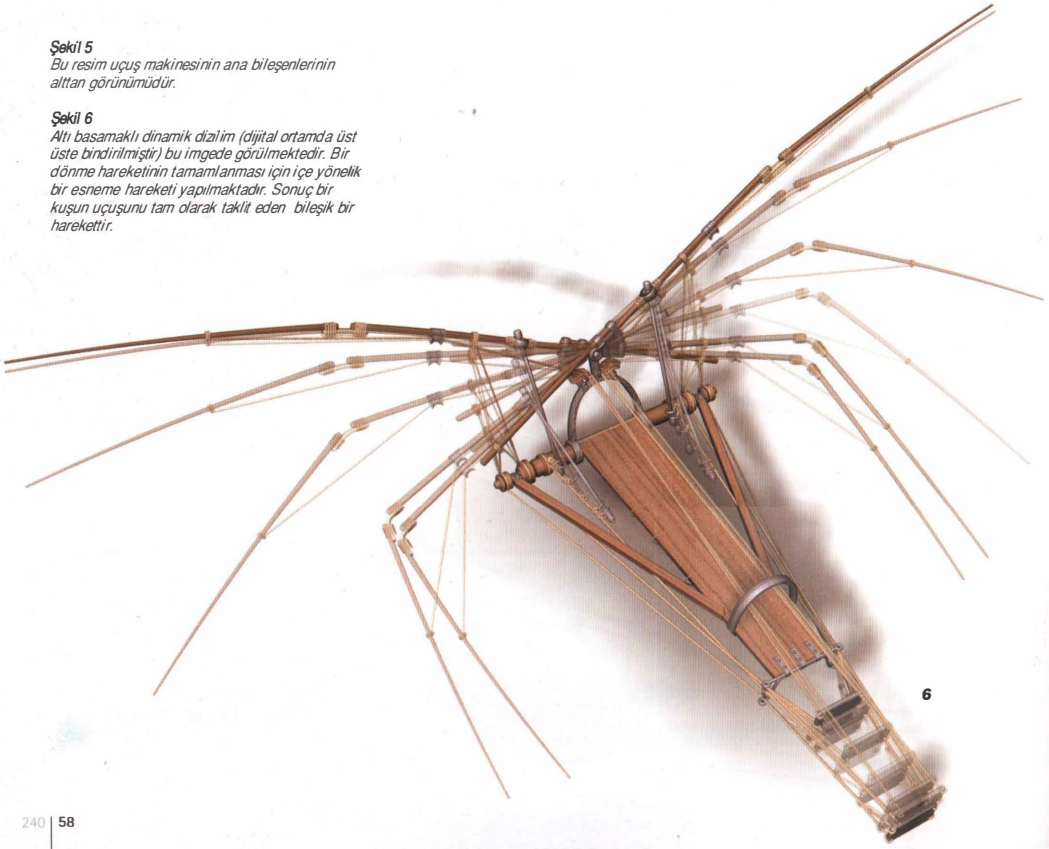


4



Şekil 5
Bu resim uçuş makinesinin ana bileşenlerinin alttan görünümüdür.

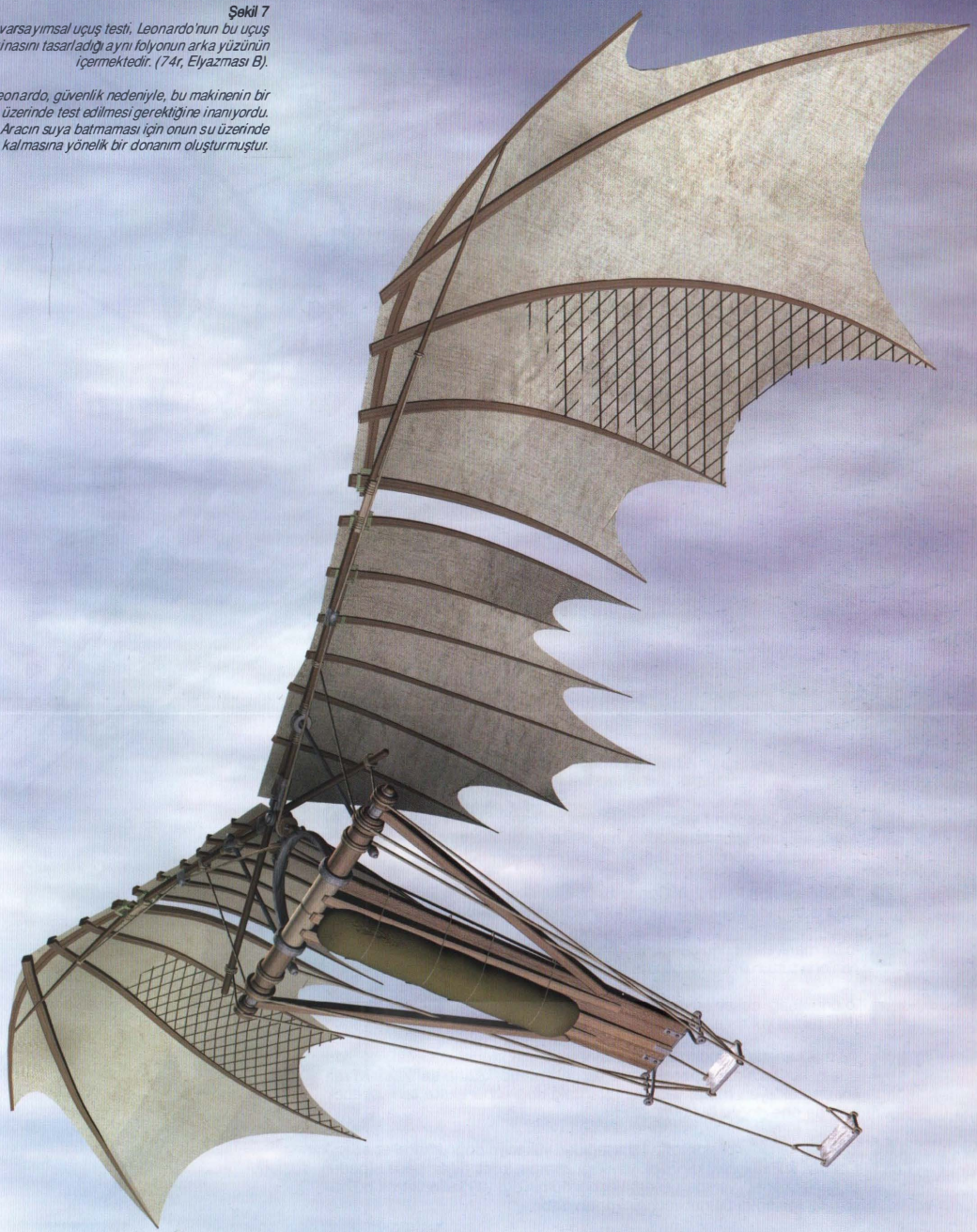
Şekil 6
Altı basamaklı dinamik dizilim (dijital ortamda üst üste bindirilmiştir) bu imgede görülmektedir. Bir dönme hareketinin tamamlanması için içe yönelik bir esneme hareketi yapılmaktadır. Sonuç bir kuşun uçuşunu tam olarak taklit eden bileşik bir harekettir.

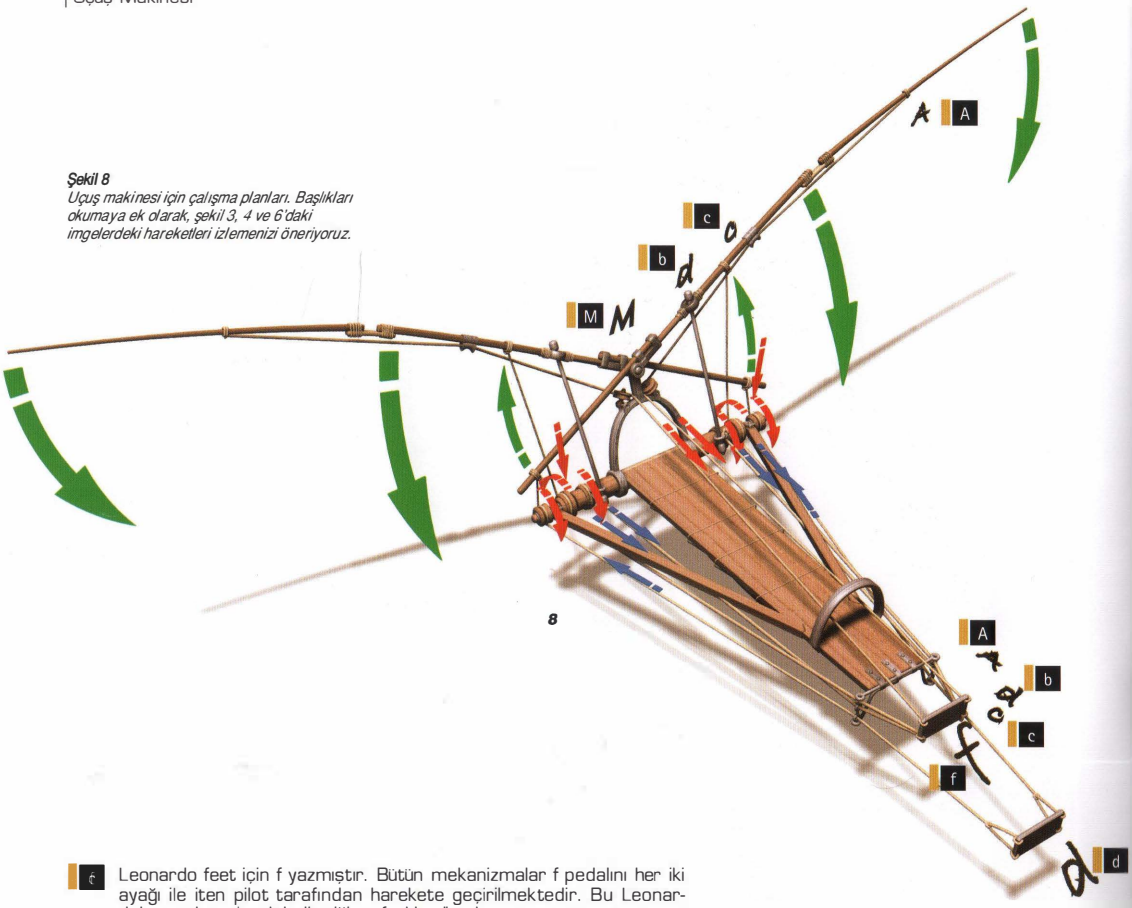


Şekil 7

Bu varsayımsal uçuş testi, Leonardo'nun bu uçuş makinasını tasarladığı aynı folyonun arka yüzünün içermektedir. (74r, Elyazması B).

Leonardo, güvenlik nedeniyle, bu makinenin bir gölün üzerinde test edilmesi gerektiğine inanıyordu. Aracın suya batmaması için onun su üzerinde kalmasına yönelik bir donanım oluşturmuştur.





Şekil 8
Uçuş makinesi için çalışma planları. Başlıkları okumaya ek olarak, şekil 3, 4 ve 6'daki imgelerdeki hareketleri izlemenizi öneriyoruz.

f Leonardo feet için f yazmıştır. Bütün mekanizmalar f pedalını her iki ayağı ile iten pilot tarafından harekete geçirilmektedir. Bu Leonardo'nun a,b,c olarak belirttiği üç farklı teli çeker.

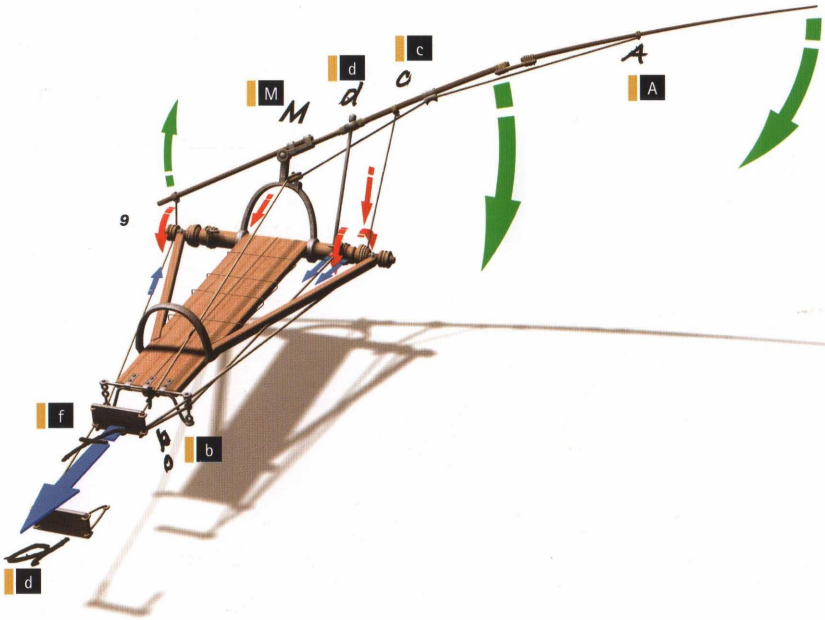
A 'A kanadı döndürür.' A Çizgisi bir makara sistemi şeklinde kanadın ucuna bağlıdır. Çekildiği zaman kanadın ucu tutulmaktadır.

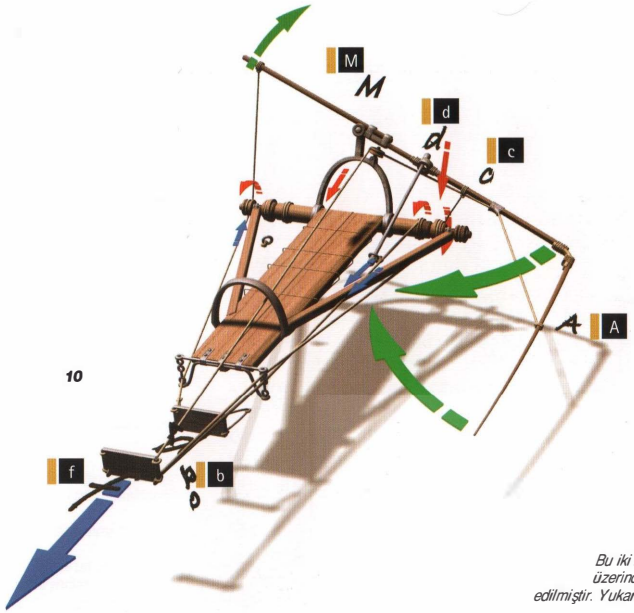
b 'b bir manivela ile onu döndürür.' b çizgisi kanada döngüsel bir hareket veren ona tutturulmuş bir boruya hareket veren bir metal aracılığıyla ilerler.

c 'c onu aşağı çeker.' c çizgisi bir makara sistemi kullanılarak kanatlardaki temel yukarı-aşağı çırpma hareketini oluşturur.

M 'M mili kanatların insanların ayaklarına yönelik olarak düşeceği şekilde düşey bir hareket yapacak kendi yerçekimi merkezine sahiptir. M milini destekleyen metal yapı kanatlardaki doğru harekete izin verecek şekilde öne doğru bükülmüştür.

d 'd ayağı kanatları kaldırır [...] d aşağıdan yukarıya doğru hareket eder.' f pedalı kullanılarak kanatlar yayıldığı zaman, pilot diğer pedalı (pedal d) iterek kanadı yeniden açar. Leonardo bir dizi yay kullanılarak bu harekete yardımcı olunabileceğini önermiştir.

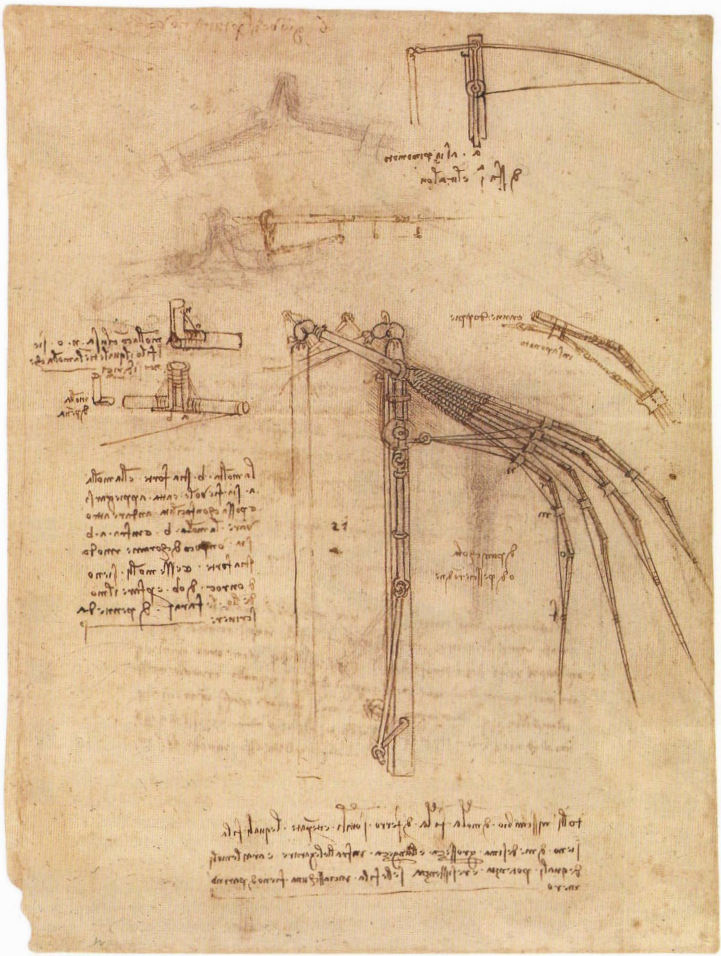




Şekil 9 ve 10
Bu iki imgede makine yalnızca sağ kanat üzerindeki mekanizmaya bakılarak analiz edilmiştir. Yukarıda, kanat kapanmaktadır; aşağıda kanat açılmaktadır.

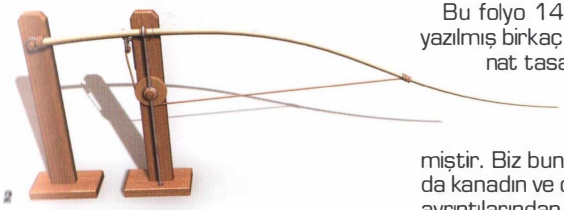
Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — 1490 — **1493-1495** — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 844r



1

Mekanik Kanatlar



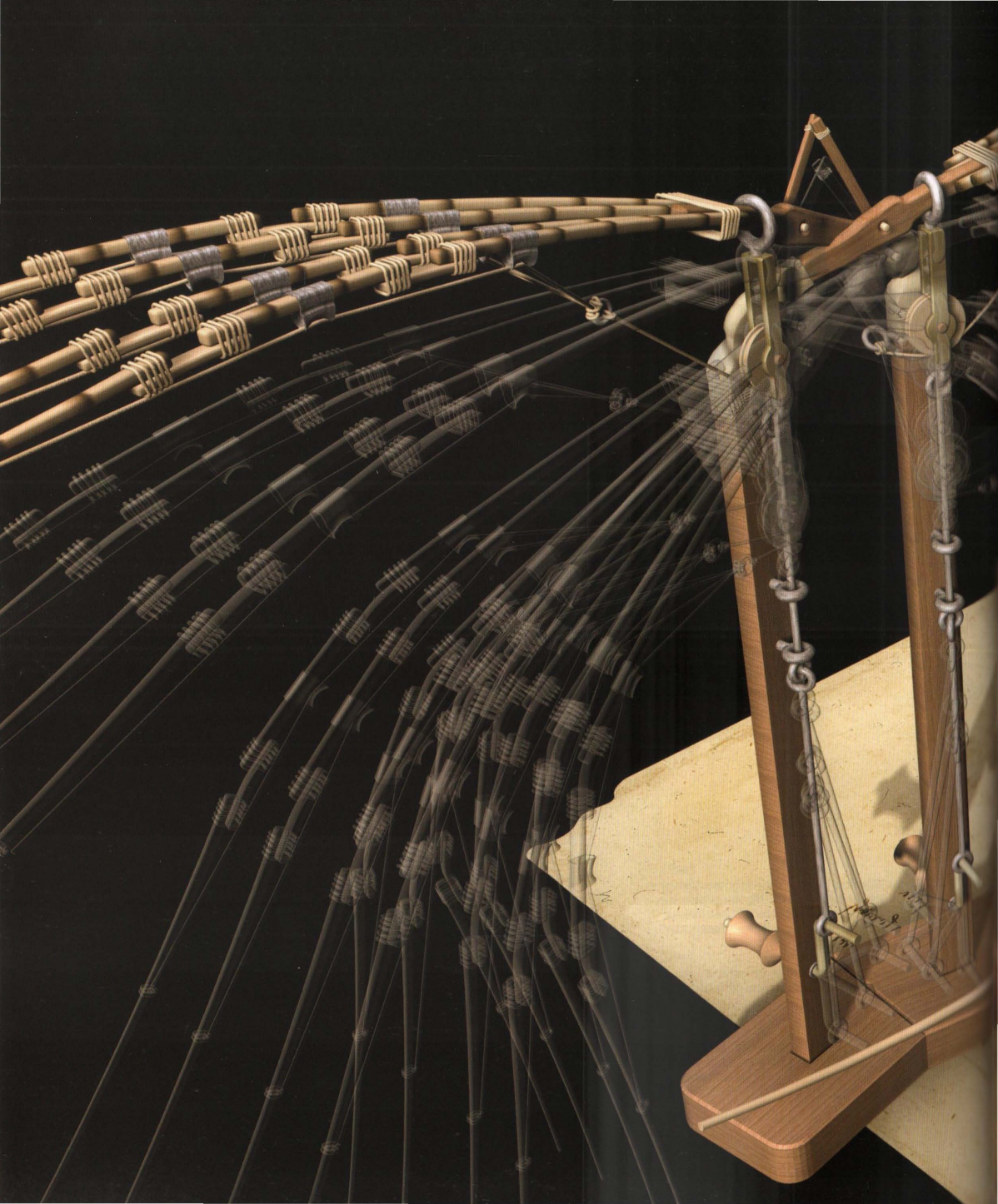
Bu folyo 1494 dolaylarında Milan'da yapılmıştır. Bu, hızlıca yazılmış birkaç nottan daha fazlasıdır. Bu sayfadaki mekanik kanat tasarımı karakter olarak çok olgunlaşmamıştır. Bu, bir dizi çalışmanın ulaştığı sonuç ve sentezdir. Burada, Leonardo, neredeyse tamamlanmış ve bitirilmiş çizimleri oluşturmaya niyetlenmiştir. Biz bunu yalnızca çizimin doğasından değil, aynı zamanda kanadın ve onun çeşitli parçalarının işlevi üzerine olan zengin ayrıntılarından biliyoruz, fakat aynı zamanda onun içgüdüsel biçeminden de anlıyoruz. Üstte sağda olan küçük bir çizim dışında (bu belki de daha sonra yapılmış bir eklemedir), bunlar hızlıca yapılmış dolmakalem ve mürekkep tasarımları değildir. Ancak bazı durumlarda hazırlayıcı bir kurşunkalem çizimi önceden yapılmaktadır ve daha sonra nihai çizim için mürekkep çizimi yapılmaktadır. Bu hazırlayıcı çizimler Leonardo'nun iyi bitirilmiş bir temsili amaçlamış olduğunun kanıtıdır. Sayfanın üst kısımlarındaki eklenmiş tasarımların dışında (onların bazıları tamamlanmamıştır ve belki de başka bir zaman eklenmiştir) bu folyodaki tüm notların ve imgelerin toplamı kendi içinde tamamlanmıştır. Tüm kanadın, sağdakinin ve soldakinin ve bazı büyütülmüş ayrıntıların temel imgesi vardır. Metnin iki temel bloğu tek tek düzenlidir. Bütün bu hatırlatmalar Leonardo'nun Madrid'te yazdığı elyazmalarının mekanik çalışmalarının tipik karakteridir ve genel olarak araştırmalarının tüm görünümlerinde 1490'lı yıllarda yapmış olduğu çalışma türlerini hatırlatmaktadır. Bu büyük entelektüel denge dönemidir. Doğal fenomenin geometrik ve matematiksel kavramı tarafından belirlenmiştir. Yalnızca araştırmalarının kapsam içinde değil, aynı zamanda sayfaların açık grafik organizasyonu ve hatlardaki düzen açısından da bu dönem çalışmaları önem taşımaktadır.

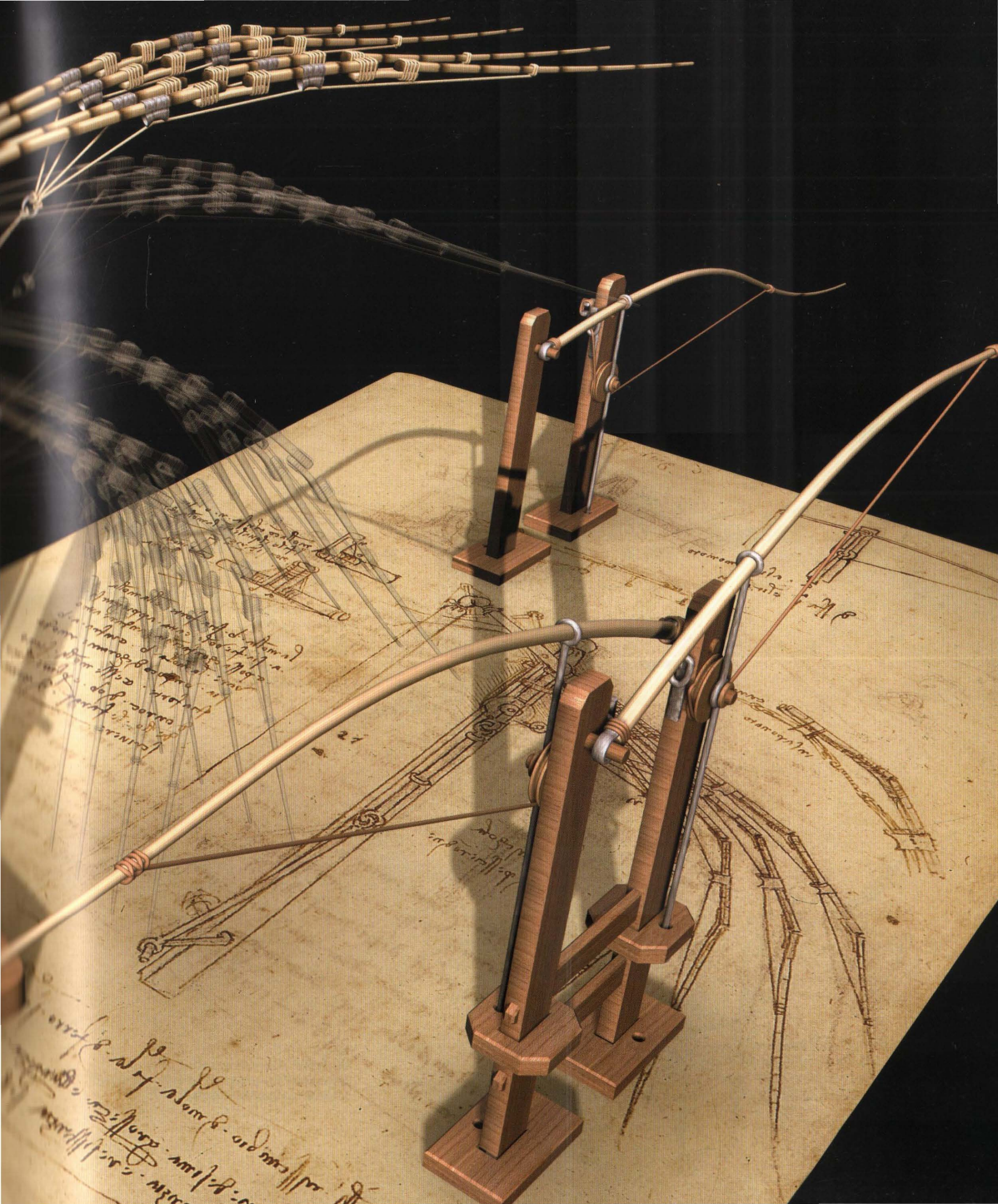
Leonardo'nun bu yıllardaki uçuş konusundaki çalışması büyük ölçüde onun çalışmalarının insan bedeninin dinamik potansiyeline uygulanışının bir ürünüdür. Kuşlar üzerine çalışma ve imitasyon ikinci plana atılmış görülmektedir. Çalışmalarının ve tasarımlarının bazıları bunun için bir istisnadır ve bunlar arasında bu sayfanın içerikleri bulunmaktadır: kanat parçaları birbirine bağlanmıştır ve kablolar ile hareket etmektedir. Leonardo doğal kanadın anatomik bağlantılarının bir imitasyonu ile sağlamıştır. Bu durumda farklı parçalar birbirlerine dik açıyla bağlıdır. Daha sonra, 'Kuşların Uçuşu Üzerine' elyazmasında çalışırken ve doğal uçuşun taklidini yaparken, yapı segmentleri hayvan kemiklerinin biçimini almaktadır. Bu, insan uçuşunun doğanın bir taklidi olarak yapılması düşüncesinden kaynaklanmaktadır.

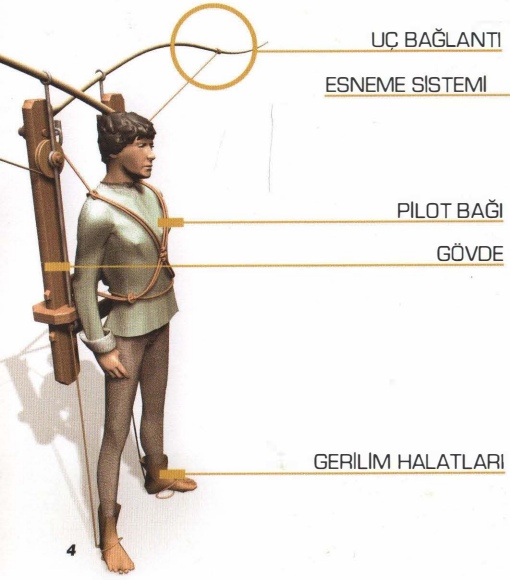
Şekil 1
Codex Atlanticus'ta, Folyo 844r'de iyi tanımlanmış çizimler bulunmaktadır. Hayvan kanatlarının anatomisi ve işleyişlerine benzer görünen mekanik bir kanat tasarımıdır.

Şekil 2
İmge Şekil1'deki folyonun üst sağında bulunan ayrıntıların yeniden oluşumunu göstermektedir.

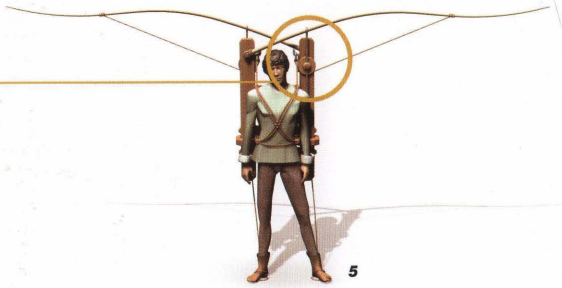
bir sonraki sayfada
Şekil 3
Bu imge Codex Atlanticus'un 844r folyosu üzerindeki tasarımın dijital yeniden oluşumunu göstermektedir.





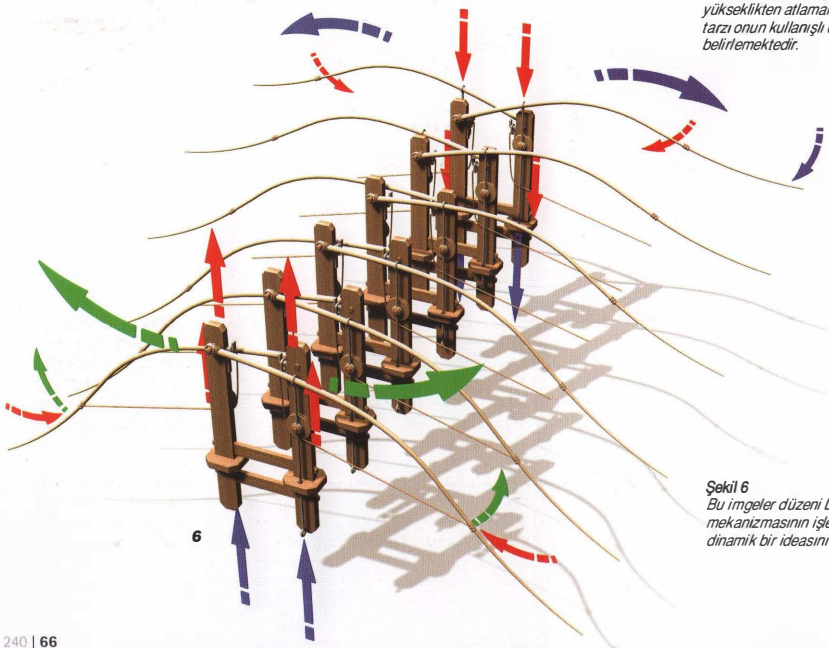


4



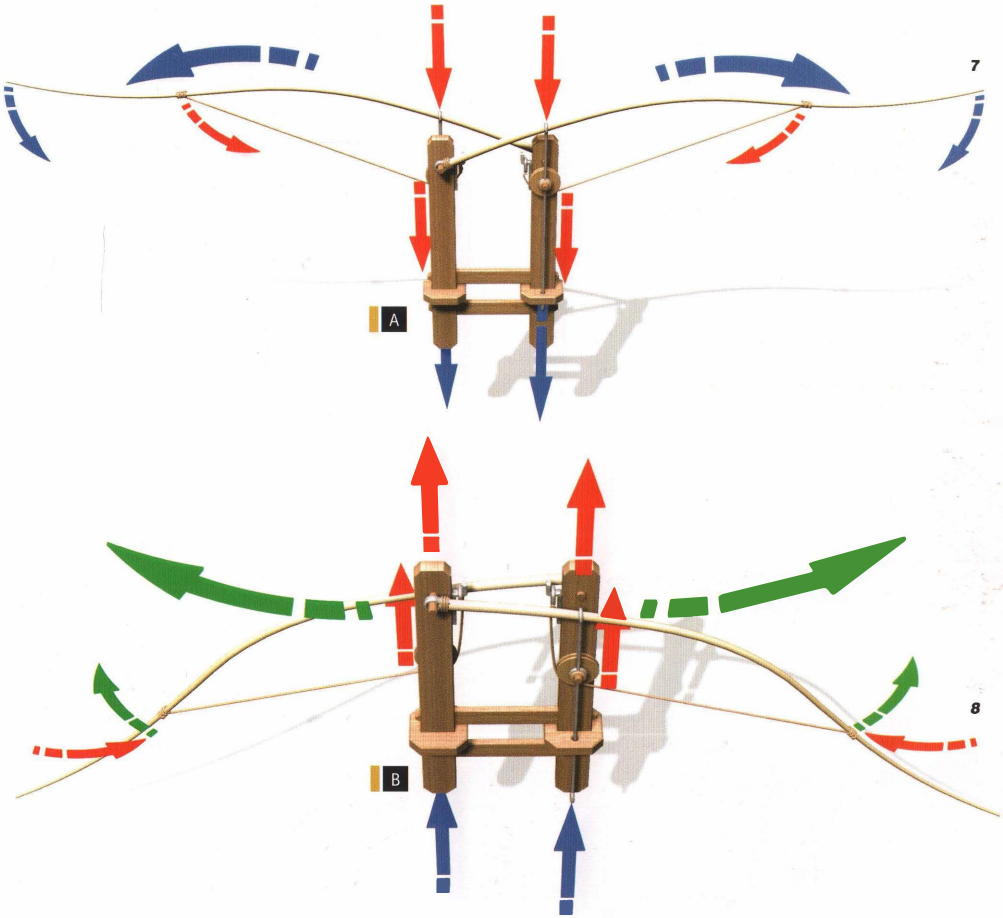
5

Şekil 4 ve 5
Bu görüntüler Leonardo'nun kanat mekanizmasının insan ölçeği üzerinde nasıl kullanıldığının bir varsayımını sunmaktadır. Bir pilot bağı sırt çantası gibi takılır ve 'pilot' bacaklarını bükerek ve düz tutarak iki metal çubuğun hareketini kontrol eder. Bu hayali çizimler kanatları, tam yapıları olmaksızın göstermektedir. Ayaklar yaylı metal çubuklara bağlanır ve pilot bir kuşun kanat çırpmasına benzer bir hareketi yaparak belli bir yükseklikten atlamalıdır. Makineyi kullanma tarzı onun kullanışlı olup olmayacağını belirlemektedir.



6

Şekil 6
Bu imgeler düzeni Leonardo'nun kanat mekanizmasının işleyiş ve hareketlerinin dinamik bir ideasını vermektedir.



Şekil 7 ve 8
İmgeler şematik olarak esnemenin iki aşamasında mekanik kolun ilkelerini göstermektedir.

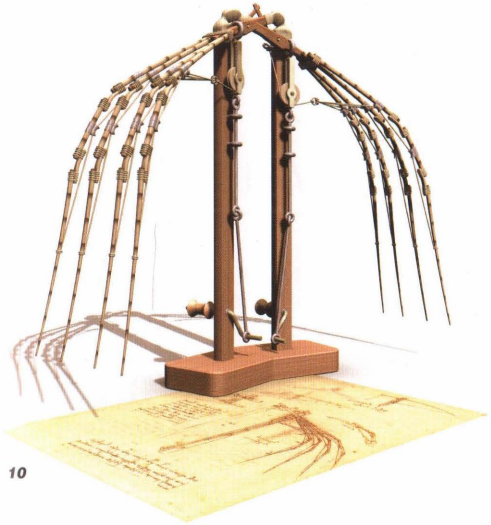
A Bu ilk görüntü esneme aşamasında kanadın operasyonu ardındaki dinamikleri ortaya koyar. İki metal kol paralel destek noktaları boyunca aşağı doğru çekilir (mavi oklar), kanat kollarının üzerindeki uç halkalar boyunca kayar. Bu hareket kanadın kendisinin aşağı doğru kıvrılması ile sonuçlanır. Metal kolları kanat uçlarına bağlanmış olan bir sıra boyunca çekmek için makara sistemi kullanılır. Onlar dönerken, kanadın ucunu katlayan haladı sarar (kırmızı oklar).

B İkinci aşamada, kanat yeniden açılır ve aynı esnemenin tersine kullanımı ile uzatılır. Metal kollar yukarı doğru hareket eder; kanatlar kollar üzerinde uç halkalar boyunca kayar. Onlar yeniden açılır ve makaralar kanadın artık uzamayacağı şekilde belli bir konuma ulaşır.

Şekil 9
İmge kanat makinesinin tüm parçalarını ayn ayn göstermektedir.



9



10

Şekil 10
Codex Atlanticus'daki bir folyo üzerindeki Leonardo'nun kanat mekanizmasının deneysel maketinin bir görünümü.

Şekil 11
Şekil 4 ve 5'te görüldüğü gibi, bu imge kanat mekanizmasının kullanımı üzerinde stüdyo modelinin bir varsayımını oluşturmaktadır. Şekil 10'da olduğu gibi, sağlam bir temel üzerinde ayakta durmak yerine, mekanizma bir pilot bağı ile bağlanmış olan insan figürü içermektedir; o ayaklarına bağlanmış halatlar ile çalışmaktadır.

11



002 Savaş Makineleri

Springald
Çok Namlulu Makineli Tüfek
Savunma Duvarları
Tırpanlı Savaş Arabası
Sökülebilir Top
Zırhlı Araç
Mancınık
Yaylım Ateş Topu
Hareketli Havan Topları
Kale

Leonardo Milan'da bulunduğu ilk birkaç yılda (1483-90 arasında) Floransa'ya geri döndüğünde 1502-4 dolaylarında genel olarak savaş makineleri üzerinde çalışmıştır. Onun Milan'da tasarlamış olduğu projeler çok çeşitlidir ve daha sonraki çalışmalarından daha görkemlidir. Ancak onlar sıklıkla yapılabilirlik sınırlarını zorlamaktadır. Onun bu alandaki daha sonraki tasarımları hem savunma hem de saldırı konularında temel teşkil eden ateşli silahlar üzerine odaklanmıştır.

Leonardo'nun Ludovico il Moro (Codex Atlanticus, f.1082r) için yazdığı mektubun giriş kısmı büyük ölçüde askeri mühendislik üzerinedir: köprüler, saldırı merdivenleri, bombalar, taşıyıcılar ve havanlar. Leonardo kariyerini değiştirmeye karar verdiği zaman yaklaşık otuz yaşındaydı. Onun bu dönemde yazdığı mektuplardan Ludovico Sforza'nın hizmetine girmek için Floransa'dan ayrıldığını ya da ayrılmak üzere olduğunu anlıyoruz. Bazı çizimlerin bulunduğu mektuplardan bu açık bir şekilde anlaşılabilmektedir. Codex Atlanticus'ta savaş makinelerinin büyük oranda bitirilmiş mükemmel çizimleri bulunmaktadır. Bunlar tasarımların bazılarının olağanüstü karakterini ortaya koymaktadır: yapılması olanaksız devasa boyutlarda makineler.

Neredeyse kesin bir şekilde, Leonardo'nun mektubu o Floransa'dan Milan'a taşınırken yazılmış olduğu için, onun Floransa'daki daha önceki yıllarında zamanının bir kısmını savaş makinelerine ayırmış olduğu açıktır. Geçmişte, Mariano di Jacopo ('il Taccola' olarak tanınır) ve Franceso di Giorgio gibi başka Toskanalı mühendisler bu konu ile ilgilenmişlerdir. Genç Leonardo bu gelenekten haberdardı ve Floransa'da yaptığı ilk tasarımlarda ve Milan'daki ilk dönemde bundan etkilenmiştir. Örnek olarak, onun kuşatma makineleri çizimleri kale duvarlarına saldırı amaçlı olarak yapılmıştır. Bu çalışmalar başka mühendislerden bazı noktalarda esinlenme taşımaktadır. Bu, Rönesans'a özgü olan bir antik döneme karşı ilgi anlamına gelmektedir. Savaş alanı üzerinde gerçek uygulamalara ek olarak, onu kültürün bir parçası olarak görmüştür ve klasik dünyanın genel bir yeniden keşfi olarak algılamıştır. Rönesans'ın en başarılı askeri uygulamalarından birisi olan *De re militari* Roberto Valturio tarafından 1450-5 dolaylarında yazılmıştır ve bunlar antik dönem insanları tarafından kullanılan temel savaş makinelerinin yeniden oluşturulmasını içermektedir ve Valturio bir mühendis değil, bir hümanisttir. Urbino'da, savaş makineleri mimari dekorasyonun özneleridir ve bazı sarayların duvarlarını süsleyen rölyefler olarak kullanılmıştır. Kuşatma makineleri klasik dönemlerde savaş

sanatının en tipik görünümleri arasındadır. Leonardo klasisizmin yeniden keşfi içinde kendi payına katılımda bulunmuştur. Onun bir iletişim aracı olarak yapmış olduğu çizimlerin değeri içinde Leonardo'nun Taccola ya da Francesco di Giorgio arasındaki bağlantı ortaya konulmaktadır. Leonardo geleneğin ötesine geçerek tasarımlarını sunma aracı olarak çeşitli ve yenilikçi görsel araçlar kullanmıştır (bunlar çeşitli bakış açılarını içermektedir) fakat aynı zamanda makinenin görsel dili aracılığı ile ifade edilen kavramsal içeriğin karmaşıklığını da kapsamaktadır.

Eğer Francesco di Giorgio tarafından yapılan makine çizimlerini, sanatsal amaçlarla yapılmış Leonardo'nun çizimleri ile karşılaştırırsak, iki tür arasındaki farklılık açık bir şekilde ortaya çıkacaktır. Francesco tarafından yapılan mekanik çizimler, iletişim bilgisinin bir aracı olarak çizim alanında mutlak bir güvene sahiptir. Betimleme ve perspektif açısından bakıldığında onun çizimleri çok titiz bir şekilde hazırlanmıştır. Onlar didaktik ve akademik karaktere sahip olan çalışmaların ana bölümleridir. Mekanik ve sanatsal çizim arasındaki 'uçurum' Leonardo tarafından bütünüyle aşılmıştır. Saldırı merdivenleri ve kale duvarı gibi çalışmalarında bu açık bir şekilde görülmektedir (Codex Atlanticus, f.139r) ya da daha açık olarak çok büyük topların dökümü ile ilgili çizimlerinde görülür (Windsor 12647). Leonardo, bunlarda insan olarak çalışanların hareketlerini betimlemiştir. Dökümde çalışan figürlerin çoğunun çıplak oluşu daha genel olana yönelik teknik çizimlerden ayrı bir hareket olarak açıklanabilir. Bununla onların çalışan bedenlerinin güç kullanımı anlatılmaktadır. Bu konu daha sonra Leonardo'nun yalnızca bir ressam olarak değil, aynı zamanda insanlı uçuş üzerine çalışmalarına ilintili olarak merak uyandırmasını sağlamıştır. Tırpanlı savaş arabasına ilişkin korkunç çizimlerinde bile (Turin'de Biblioteca Reale'de bulunan bir folyo üzerindedir ve Londra'daki British Museum'da bir başkası bulunmaktadır) mekanik temsil korkunç yaralanmalara yol açan silahları vurgulayan dramatik bir görüntü oluşmaktadır. İnsan bedeninin parçalara ayrılması görüntüleri, açıklayıcı notların yanı sıra bulunmaktadır. Çeşitli uzuvları kopmuş olan insan görüntüleri vardır. 1504 yılında Floransa'da bunlar araca olan ilginin daha çarpıcı olmasına neden olmuştur. Codex Atlanticus'daki folyoda (72v) ateşli silahlara ilişkin çalışma Vecchio Sarayındaki bir odada Florentine Devleti tarafından yaptırılmış bir resim olan *Anghiari Savaşı*'ndaki bir at çiziminin yanında görülmektedir.

Leonardo tarafından tasarlanan makinelerin bazıları kariyeri-

nin ilk yıllarında daha basit, daha pratik ve kolaylıkla yapılabilecek tarzdadır: acil kullanım köprüleri, asma köprüler (Codex Atlanticus, 55r, 855r) su olan bölgelerden hızlı geçiş sağlayan araçlar, bir kaleye saldırmak için kullanılan merdivenler ve çok sayıda askeri birliklere saldırı aracı tasarlamıştır. (Örnek olarak Codex Ashburnham, 2037).

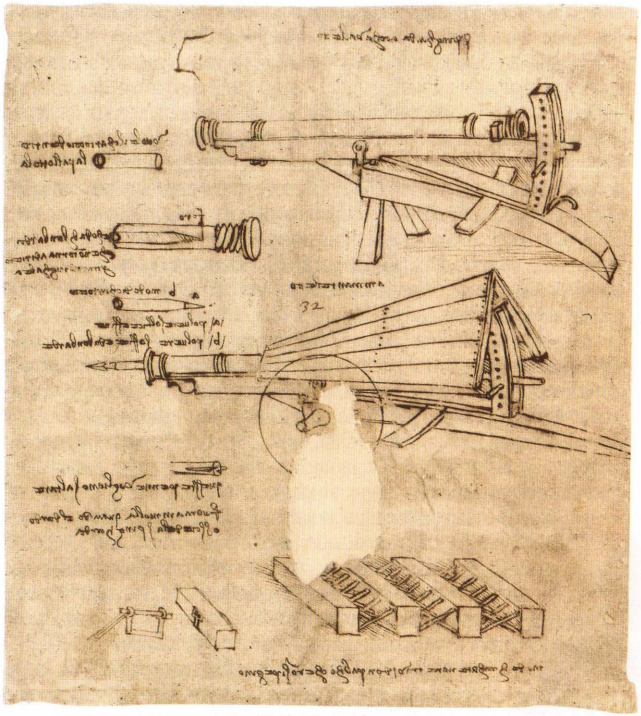
1499 yılında, Fransızlar Sforza ailesini Milan'dan çıkardıkları zaman, yarımadanın politik durumu gitgide belirsizleşmişti. Leonardo, Milan'dan ayrılmadan önce Fransızların saldırı olasılığına karşı önlem alma konusunda çalışmıştır. O, yarımadanın güney bölümünde askeri bir operasyona karşı hazırlıklar yürütmüştür. Leonardo doğu bölgesinin askeri savunması ve Osmanlı İmparatorluğu'nun oluşturduğu tehdide karşılık çalışmalarda bulunmuştu. 1502 yılında Romanya bölgesinin kuşatılmasıyla bağlantılı olarak il Valentino'da Cesare Borgia için çalışıyordu. Askeri nedenlerle Jacopo IV Appiani, Diombino hükümdarı ve Florentine Devleti için çalışmış ve Pisa'ya karşı yapılan savaşta yer almıştır.

Leonardo arka plandaki bu duruma karşın, askeri mühendislik alanında yeni tasarımlar üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu dönemde savaşa ilişkin olarak somut sorunlar ile yüz yüze gelmiştir ve daha önceki dönem ile karşılaştırıldığında daha katı ve gerçekten yenilikçi araçların tasarımını yapmıştır. Çok büyük araçlar ve uygulanamaz mancınıklar gibi araçlar bir tarafa bırakıldığında, Leonardo yüzyılın en büyük yenilikleri üzerine yoğunlaşmıştır: ateşli silahların yıkım kapasiteleri her geçen gün biraz daha arttırılmaktadır. 1500'lerin ilk yıllarında Leonardo sürekli olarak hem savunma hem de saldırı amaçlı olarak yeni silahlar ile karşı karşıya kalmıştır. Kaleler için yapılan bazı inanılmaz tasarımlar bu dönemden gelmiştir. (Örnek olarak, Codex Atlanticus, 120v, 132r, 133r). Büyük yapılar savaş araçlarının etkisini en aza indirmek için tasarlanmıştır. Düz, dikey duvarlar yapmak yerine, fırlatılan patlayıcı maddelerden çok fazla etkilenmeyecek ve çarpışma şokunu emecek duvarlar yaptırmıştır. Ayrıca savaş araçları üzerine çalışmalar yapmıştır. Aynı platform üzerine on altı tüfekten oluşan dönen silahlar onun (Codex Atlanticus, f.1r) bu döneme ait icadıdır. Tasarımın temel amacı mümkün olduğunca daha fazla ateş gücü sağlamaktır. Savunma amaçlı olarak yapılan araçlarda da aynı amaç gözetilmektedir (Windsor 12337v, 12275v, 12275r, Codex Atlanticus, f.72v). Leonardo'nun atış şekilleri ve mermilerinin parabolik mermi yollarını tam olarak betimlemesindeki yeteneği şaşırtıcıdır.



Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — *yaklaşık 1482* — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus , f. 32r



1

Springald



2

Kağıt üzerine yazılan notlardaki kaligrafi Leonardo'nun daha önceki döneminin tipik bir özelliğidir. Leonardo çizimlerini grafik süslemeleri ile şık bir hale getirmektedir. Ancak ne olursa olsun buradaki imgeler önem taşımaktadır: yazılı notlar birkaç ayrıntıyı açıklamaktadır fakat springald (bir tür mancınık) için yaptığı tasarım özsel olarak görsel bir dil ile ifade edilmiştir. Leonardo'nun öncelleri olarak *Quattrocento*'nun büyük sanatçı-mühendislerinden bazıları gösterilebilir. Onlar buluş ve makine yapımı konusunda bilimsel değere sahip tasarımlar gerçekleştirmiştir. Bu süreç Leonardo ile birlikte en üst noktasına ulaşmıştır.

Ortaçağ döneminde makineler bir ilüstrasyon özneleriydi. Bir dizi ikonografik gelenek kullanılarak betimlemeler yapılmaktaydı. Bu imgelerin sıradışı karakteri hayranlık ve beğeni yaratmaktır. Makinelerin üzerindeki mucizevi nitelik açık bir şekilde görülmektedir. Ancak bu resimlerde tamamen kayıp olan şey, yapı, içsel biçim, parçalar arası ilişkiler ve işleyişler üzerine bilgidir. Makinelerin kendisi hakkında az bilgi vardır ya da hiç bilgi yoktur. Bunun nedeni belki de bunun mesleki bir sır olarak saklanması isteğidir ya da belki de onun gerçekliğinden bağımsız bir şekilde aracın mükemmel görünümünün gerçekten önemli olmasıdır.

Tersine olarak, bu kağıtlar üzerine Leonardo tarafından yapılmış olan çizimler birbirini tamamlayan ayrıntılar içermektedir. Bu yazılarda sayı, biçim, işlev ve daha önemli olarak makinenin değişken yapısal öğeleri arasındaki karşılıklı ilişkiler bulunmaktadır. Springald üzerine iki ana imge bulunmaktadır: yukarıda silahın yapısal çekirdeği (top ve onun yükseltici yayı, üçlü destek ve benzeri bulunmaktadır); aşağıdaki çizim onun koruyucu üst kısmını göstermektedir. Silahın hareket ettirebilmesi için tekerlekler kullanılmaktadır. Burada bazı çok önemli ikonografik kavramlar kullanılmıştır. Daha aşağıdaki şekilde Leonardo milin çevresindeki basit bir daire ile tekerleği temsil etmiştir: saydam bir imge mekanizmanın hareket şeklini ifade etmek için yeterlidir. Burada tekerlek ile springald arasındaki ilişki gösterilmektedir. Daha sonra Leonardo saydam olarak anatomik şekiller çizmiştir, burada bedenin çeşitli organları arasındaki ilişkinin gösterilmesi girişiminde bulunulmaktadır. İkonografik çözümlerin çoğu onun araştırmalarının başka alanlarında taşınmış olan makineleri betimlemek için oluşturulmuştur. Bu sayfadaki iki ana imge arasındaki ilişkiler bile anatomiye daha sonra uygulanacak görsel fikirleri ortaya koymaktadır: springaldın tüm imgesi (aşağıda) anatomik incelemede olduğu gibi dış öğelerine (yukarıda) ayrılmıştır.

Şekil 1
Son derece açık olan çizim daha fazla açıklama gerektirmemektedir; Leonardo'nun yaptığı çizim binlerce sözcüğe bedeldir.

Şekil 2
Top, springaldın üzerine kurulmalıdır.

Bir sonraki sayfa
Şekil 3
Springaldın yukarıdan görünümü; hatlar ve kamalar güçlü atış ve geri çekilmeye bağlı olarak üç ayak yapısını tutmasına yardımcı olur.

Şekil 4
Springaldın monte edilmeden önce tüm parçalarının ayrı ayrı görünümü.



3

A Makinenin en büyük ve en önemli öğesi büyük toptur. O, çok güçlü ve hareket edebilir ahşap yapının üzerine yerleştirilmiştir. Leonardo'nun springald aracının yenilikçi görünümü kesin olarak onun hareketliliğini ve farklı yönlerdeki amacına ulaşma olasılığını ortaya koymaktadır. Savaş alanında bu topu kullanacak kişi kendisine göre bunun yönünü konumlandırabilir ve onu yere sabitleyebilir. Büyük topların geri tepmesi çok güçlü olduğu için, yere sağlam bir şekilde sabitlenmesi gerekir. Yere sabitlendiği desteğinin çok sağlam olması gerekmektedir; böylece top sağdan sola ve yukarıdan aşağıya serbestçe hareket edebilecektir.

B Leonardo yalnızca gelişim çözümleri ve hedef aşamasına ilişkin olarak değil, aynı zamanda topun içsel parçalarından bağımsız olarak hızlı doldurulan cephane sistemi üzerine çalışmalar yapmıştır. Folyo üzerinde, bu incelikli sistemi göstermek için birden fazla çizim bulunmaktadır; springaldın etrafında birden daha fazla kişi manevra yapabilir. Onu konumlandıran ve hedefe yöneltme sorumlusu olan bir kişi vardır, fakat ayrıca topun cephanesini hazırlayan ve dolduran bir kişi daha vardır.

C Springaldın hedefe doğrultulması biri yatay ve biri dikey olmak üzere iki kaydırak ile yapılmaktadır. Top bu iki düzlem üzerinde hareket edebilir ve ayarlanabilir. Böylece ateş menzili ayarlanmış olacaktır. Top büyük bir hareket özgürlüğüne sahiptir, ancak savaş alanında tüm yönlere doğrultulamaz; varsayımsal bir savaşta tüm yönleri kapsayabilmek için birden fazla topa gereksinim vardır. Karmaşık yönlendirme sistemi nedeniyle hedefe birden daha fazla topun yönlendirilmesi daha etkili olacaktır.


DESTEKLER
DESTEK KOLU
MERMİ
KAPLAMA ÇİTALARI
TOP
ANA DESTEK TAŞIYICI
HAREKETLİ KAYDIRAKLAR
TAŞIMA PAYANDASI
DÖNÜŞ MİLLERİ
TEKERLEKLER
ANA GÖVDE
OK

4

A Top hem yatay hem de dikey düzlemde hareket edebilir. Top yatay olarak eğimli bir tahta parça üzerine yerleştirilmiştir. Yan parçaların daha kolay yağlanabilmesi için bu parçanın eğimli biçimi aynı zamanda sarsılmaksızın hızlı bir dönüş sağlamaktadır. Onun hareketinin büyüklüğü yaklaşık 20-30 derecelik bir yay oluşturmaktadır.

B Topun dikey hareketi biraz daha karmaşıktır ve bu yönde ayarlanması daha az kontrol edilebilir. Tüm topun ateşleme yüksekliğinin düzenlenebilmesi için yukarı doğru kaldırılması gerekmektedir; üçlü ayak yalnızca springaldın zemine sabitlendiği parçadır. Hareketli taşıyıcı mekanik bir bağlantı ile yapıya tutturulmuştur ve böylece topun hareketi daha kolaylaşmıştır. Ancak onu yalnızca birkaç derece yükseltebilmek için bile birden daha fazla insana gereksinim duyulmaktadır. Yükseltmek gerektiğinde tahta ya da demirden yapılmış basit bir silindir içinde bulunan mandal, yapıyı destekleyecek şekilde uygun yerlere monte edilecektir. Bu ayarlama ateş menzilinin açısını belirleyecektir. Doğru yükseltme ayarı tamamlandığı zaman top soldan sağa doğru daha kolay bir şekilde döndürebilinecektir.

C Leonardo bazı çok ilginç mermiler tasarlamıştır: onlar iki farklı barut ve atış türüne sahiptir. Hazır olduğu zaman, mermi yatağı doldurulacaktır ve daha önceden hazırlanmış olan başka bir mermi ile hızlı bir şekilde yer değiştirebilecektir. Bu, topun ağız kısmının her defasında tekrar doldurulmasını önleyecektir. Operatörler topun arkasından kolayca namlu yüklemesini yapabilecektir.

Şekil 5
İşleyişin diyagramı: yapı ve top öylesine ağırdır ki onu kullanmak için bir kişiden daha fazlasına gereksinim vardır.

Şekil 6
Leonardo'nun tasarımı yalnızca springaldın kullanımı anlamında değil, aynı makina üzerinde farklı görünümleri gösterdiği için de ilginçtir. Tekerlekli ya da tekerleksiz olarak sabit bir üçlü ayak kapalı ya da açık konumda durabilmektedir. Aynı zamanda bu springald demir ya da taş top mermileri atabilirler. İmge Leonardo'nun folyosu üzerinde bir kompozisyon sunmaktadır.



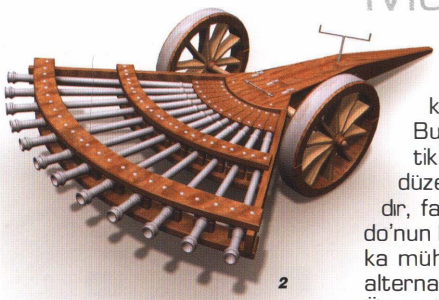


6

Codex Atlanticus , f. 157r

1

Çok Namlulu Makineli Tüfek



2

Bu sayfa makineli tüfeğin üç alternatif versiyonunu göstermektedir. Leonardo, onları sunarken tutarlı bir uzamsal perspektif kullanmamaktadır. Bu üç çizim arasındaki tek fark boyut değildir, ayrıca optik bir bakış açısından farklı gözükmektedir. Bu daha az düzenli ve daha az sistematik bir sayfa düzeni yaratmaktadır, fakat tasarımlardaki çeşitlilik vurgulanmaktadır. Leonardo'nun kendisi tarafından yazılan bazı sayfalarda bile ve başka mühendisler tarafından yazılan sayfalardaki çizimlerde alternatif versiyonların tekdüze çizimlerinden sakınılmıştır. Üstteki çizimde tekerleğin boyutu ve konumunun basit bir dairesi görülmektedir. Tekerleğin bağlantı parçaları saydam olarak görülmektedir. Aşağıda yalnızca dingil çizilmiştir. Yüksekliği düzenleyen vida sistemine ise daha çok özen gösterilmiştir. Üç görüntü bitmiştir ve birbirini tamamlamaktadır. Her bir tasarım kendine özgü ayrıntılara ve farklılıklara sahiptir.

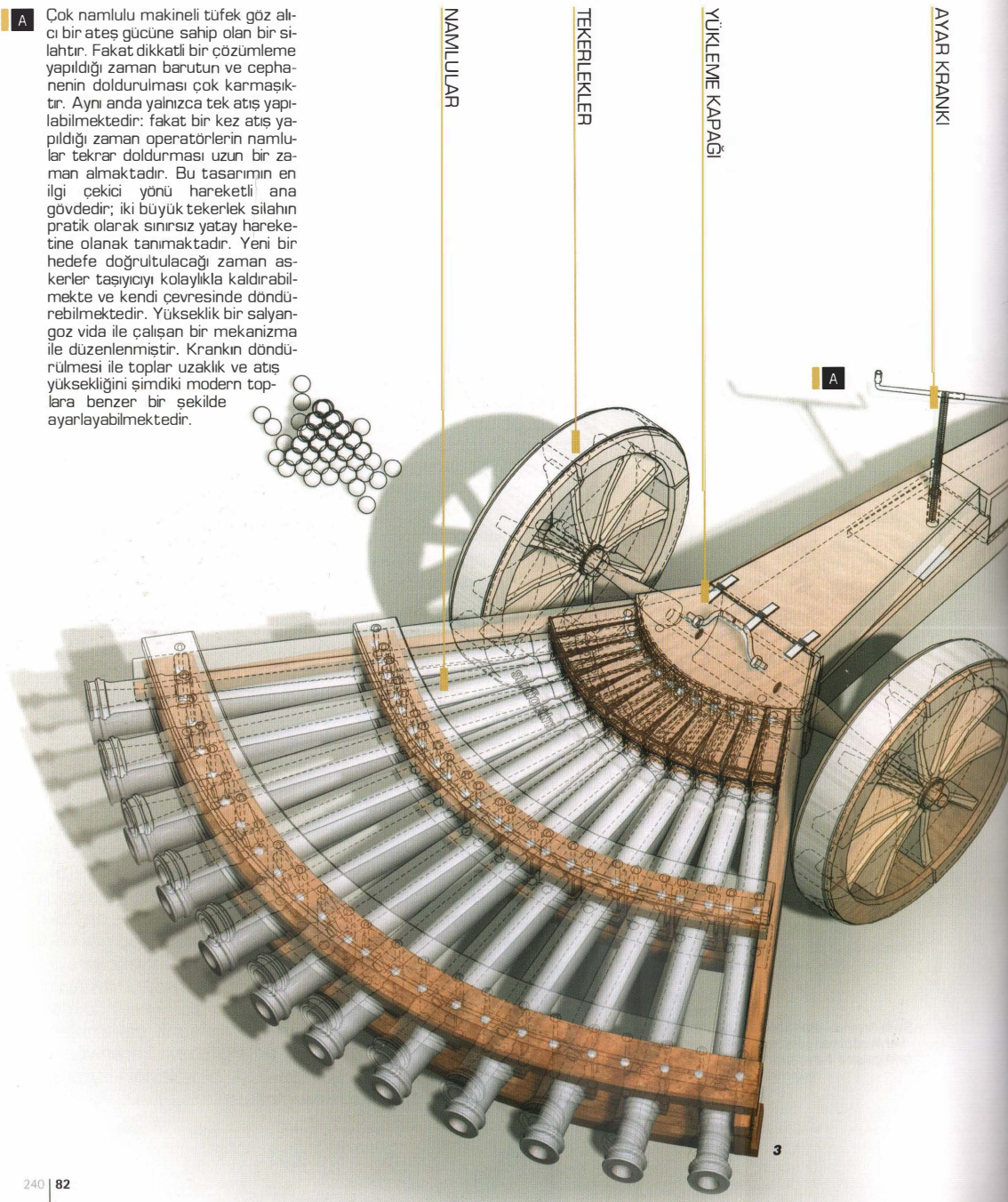
Ateşli silahlardaki yenilikçi tasarım dönemin en son model silahlarını işaret etmektedir. Bunlar yaratıcılığın mükemmel bir çizgisini oluşturmaktadır. Peki Leonardo bu ölümcül araçları kimin için yapmıştır? Çizim ve yazma biçemine bağlı olarak, akademisyenler bu folyonun Floransa'daki döneme ait olduğunu söylemektedir. Bu dönemde, yaklaşık 1480, yarımadadaki politik durum henüz patlak vermemiştir. Floransa'da egemen kişi olan Muhteşem Lorenzo başka hükümdarlarla sıkı bir diplomatik ilişki içinde bulunmaktadır ve bu dönem göreceli olarak bir barış dönemidir. Ancak yine de Floransa'da her an için bir savaş olasılığı olduğundan en büyük Floransalı mühendis ve mimarlar savaş ile ilgili çalışmalar yürütmektedir. Brunelleschi'den Michelozzo'ya ve hatta Leonardo'nun deneyimsiz olduğu dönemde Verrocchio'nun atölyesinde toplar ve zırhlı araçlar yapılmaktadır. Sonuç olarak, genç Leonardo'nun ilgisi savaşa yönelik olmuştur ve bu da tamamen anlaşılabilir. Fakat başka ve belki de daha iyi bir açıklama var. Leonardo, diğer Toskanalılar gibi vatanından ayrılmayı bekleyemeyecek ve güçlü bir savaşçı-prensin hizmetine girecektir. Taccola Macaristan imparatorunun hizmetine girmiştir ve Francesco di Giorgio, Federico da Montefeltro'nun altında Urbina'da çok başarılı çalışmalar yapmaktadır. Biz Leonardo'nun Milan'a gitmeye karar verip vermediğini bilmiyoruz fakat savaşa ilişkin projelerinin buraya çağrılması için davetiye oluşturduğu kesindir.

Şekil 1
Bu sayfa bir makineli tüfek için üç ayrı çizim içermektedir. Bunun yanı sıra bazı elyazması notlar vardır.

Şekil 2
Tamamlanmış ve ateş edilmeye hazır bir makineli tüfek; sayfanın ortasındaki tasarım.

sonraki sayfalar
Şekil 3 ve 4
Sayfa üzerinde tasarımların ikisi bulunmaktadır. Her iki çözümde güçlü nokta onların tamamen farklı çalışma ilkeleri kullanmalarına karşın ateş güçlerinin çok fazla olmasıdır.

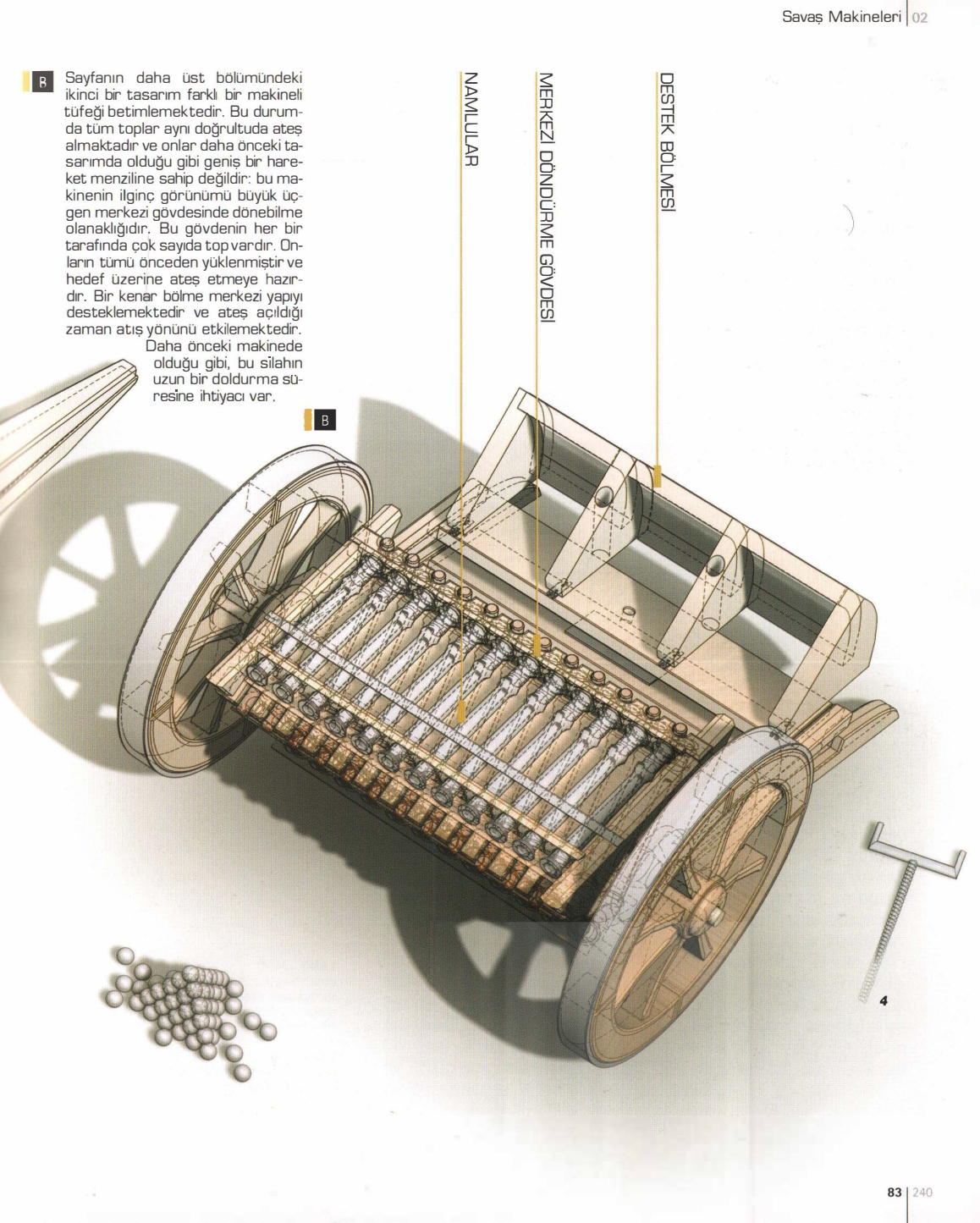
A Çok namlulu makineli tüfek göz alıcı bir ateş gücüne sahip olan bir silahtır. Fakat dikkatli bir çözümleme yapıldığı zaman barutun ve cephanenin doldurulması çok karmaşıktır. Aynı anda yalnızca tek atış yapılabilmektedir: fakat bir kez atış yapıldığı zaman operatörlerin namlular tekrar doldurması uzun bir zaman almaktadır. Bu tasarımın en ilgi çekici yönü hareketli ana gövdedir; iki büyük tekerlek silahın pratik olarak sınırsız yatay hareketine olanak tanımaktadır. Yeni bir hedefe doğrultulacağı zaman askerler taşıyıcıyı kolaylıkla kaldırabilmekte ve kendi çevresinde döndürebilmektedir. Yükseklik bir salyangoz vida ile çalışan bir mekanizma ile düzenlenmiştir. Krankın döndürülmesi ile toplar uzaklık ve atış yüksekliğini şimdiki modern toplara benzer bir şekilde ayarlayabilmektedir.



B Sayfanın daha üst bölümündeki ikinci bir tasarım farklı bir makineli tüfeği betimlemektedir. Bu durumda tüm toplar aynı doğrultuda ateş almaktadır ve onlar daha önceki tasarımda olduğu gibi geniş bir hareket menziline sahip değildir: bu makinenin ilginç görünümü büyük üçgen merkezi gövdesinde dönebilme olanaklığıdır. Bu gövdenin her bir tarafında çok sayıda top vardır. Onların tümü önceden yüklenmiştir ve hedef üzerine ateş etmeye hazırdır. Bir kenar bölme merkezi yapıyı desteklemektedir ve ateş açıldığı zaman atış yönünü etkilemektedir.

Daha önceki makinede olduğu gibi, bu silahın uzun bir doldurma süresine ihtiyacı var.

B

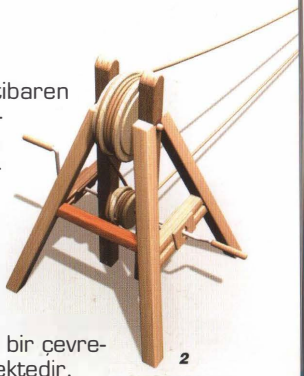


4

Codex Atlanticus, f. 139r

1

Savunma Duvarları



Leonardo'nun etkinliğinin ilk yıllarından itibaren bu çizim onun en eski tasarımları arasında çok özel bir kategoriye aittir: mekanik çizimlerin karmaşık bir etkinliğe dönüşmesi. Dönemin en büyük mühendislerinden biri olan Mariano di Jacopo, 'il Taccola' olarak adlandırılmaktadır, manzara türleri içinde makineli küçük vinyetler yaratmıştır. Ancak Leonardo daha karmaşık bir sunum içinde başka ikonografik yenilikler ortaya koymuştur: makineler herhangi bir çevresel öğeden soyutlanmış olarak betimlenmektedir.

Bu çalışma savaş döneminin bir savunma sistemidir, duvarların içinde gizlenmiş direkleri içermektedir. Bunlar saldırı merdivenlerini püskürtmektedir ve burada ikonografik kavramlar bulunmaktadır. Leonardo kendi sentezi içinde bir imge yaratmaktadır. O, minimum alanda maksimum bilgi vermektedir. Yüksek derecede dramatik ve etkin sahneler yaratmıştır. Leonardo yalnızca duvarın kesitini göstermiştir: imge gerçekçi değildir fakat teknik ve teorik bir sunumdur. Aynı çizim içinde, o aynı zamanda sistem işletimi için iki olasılığı ortaya koymaktadır: insan gücü gerektiren doğrudan çekilme, ya da tek başına işlem yapabilen tek kişilik bir mekanik sistem gerekir. Manivelaların ve direklerin sistemi hem ileri ve hem de geri konumlarında gösterilmektedir. Yukarıda ve aşağıda büyütülmüş ayrıntılar mekanizmanın ilüstrasyonunu tamamlamaktadır.

Ancak bunun daha ileri bir yönü de vardır. Aracı çalıştıran küçük figürlerin harekete geçirilmesi kapak sistemi ile güçlendirilmiştir. Başka karşılaştırabilir imgelerde olduğu gibi, hareketli halatlar uzamsal göstergeler sağlamakla kalmaz, aynı zamanda figürlerin dinamizminin yankısı ve patlaması olarak görülür. İmgelerin bu şekilde hareketlendirilmesi çok daha basit bir mekanik çizime dönüştürülmüştür. En küçük fakat çok etkili biçim, çeşitli insan figürlerinin şekil ve hareketlerini tanımlamıştır ve bu tarz çalışmalar *The Adoration of the Map* için yapılan bu dönemdeki çalışmalar gibi sanatsal çizimlerde de bulunabilir. Gerçeklikte, sanatsal ve bilimsel ya da teknik çizim, Leonardo ve çağdaşları için daha az anlamlıdır. Leonardo tarafından yapılmış tek bir çizim yüce bir sanatsal imge olarak görülebilir.

Şekil 1
Folyo bir kalenin duvarları üzerindeki saldırı anını göstermektedir. Leonardo tarafından oluşturulmuş mekanizma içerideki insanlar tarafından harekete geçirilmektedir.

Şekil 2
Savaş savunması için sistemi harekete geçirmek için kullanılacak vinç.

A Kaleler ve şatolara merdiven kullanarak saldırmak 1500'lü yıllarda çok sık olarak kullanılan bir strateji olmuştur; merdiven yerleştiren saldırganlar çok fazla sayıya sahip savunmacılara karşı savaşmaktadır. Duvarlar bir kez yarıldığı zaman ve ağır gedikler oluşturulduğunda, saldırganlar kaleye saldırmaya devam etmektedir. Artık içeride bulunan savaşçılarla mücadele edebilir ve kapıları yıkabilirler. Savunmacılar duvarların gedik vermesini önlemenin yaşamsal önemini bilmektedir.

B Leonardo düşmanların duvarlarda gedik oluşturmasını önlemek için incelikli ve ustaca bir sistem tasarlamıştır. Duvarların dış tarafındaki uzun bir direk, bir kaldıraç gibi çalışan sisteme tutturulmuş bir vinçler serisi tarafından merdivenlere doğru itiliyor. Direkler merdivenleri aynı anda birden daha fazla itme kapasitesine sahiptir. Onlar saldırganların yere düşmelerini sağlamaktadır.

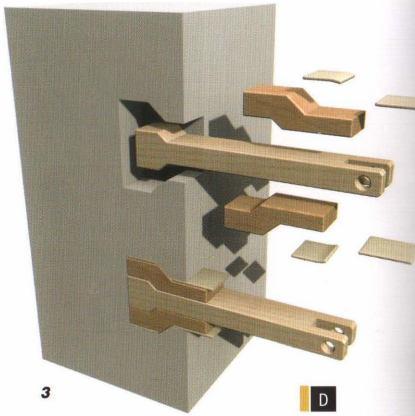
C Dışsal direk, bir dizi dikey direk tarafından içsel vince bağlanmıştır. Bunlar duvardaki delikler boyunca ilerlemektedir. Aşağıdaki zemin üzerine, manivela bir ya da daha fazla kişi tarafından işletilen çekilmeyi, ani, güçlü bir dışsal itmeye dönüştürmektedir. İtme bir kez yapıldığı zaman ve arzulanan sonuçlar elde edildiği zaman, direkler tekrar geri çekilmektedir ve düşman tarafından hiçbir zarar görmemektedir; bu şekilde araç sınırsız defa kullanabilir.

D Bu tasarımın en incelikli yanı desteklerin manivelaya olan uyumudur. Leonardo belli bir geometri kullanmaktadır: onun ihtiyacı olan şey güvenli bir sistem içinde dışarından saldırılamayacak güvenli uygun destek direkleridir. Bunlar, gerekli olduğunda sökülebilmesi ya da tamir edilebilmesine olanak verecek şekilde tasarlanmıştır.

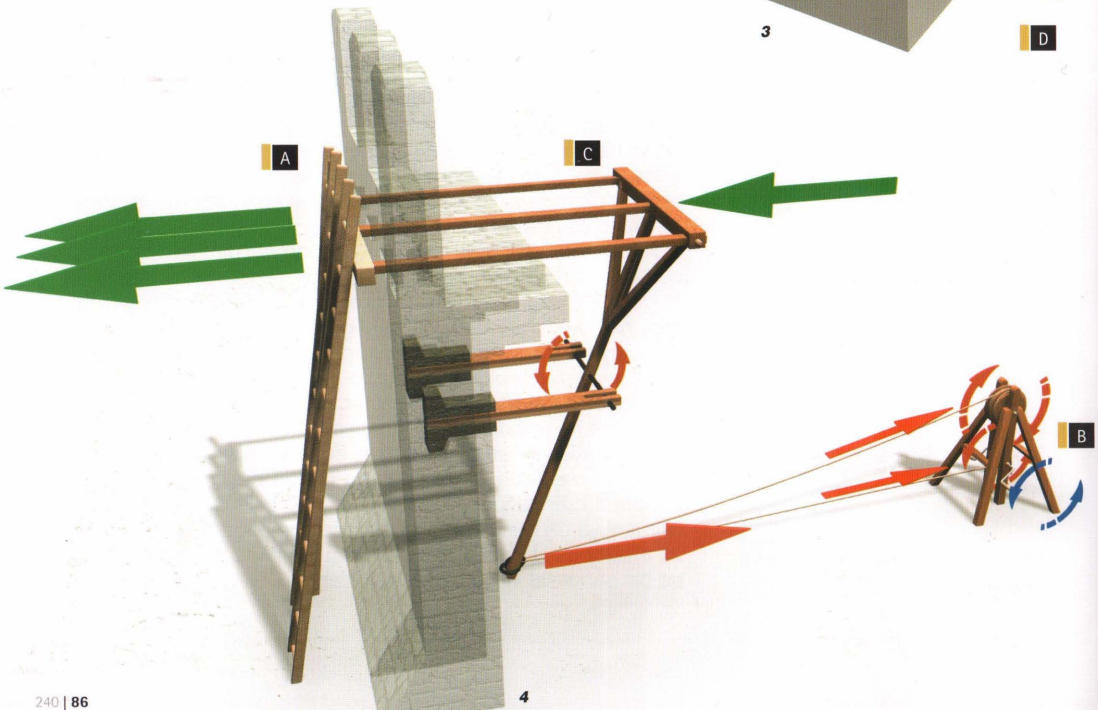
Şekil 3
Duvardaki direklere uyumlu sistemin ayrıntısı.

Şekil 4
Sistemin nasıl çalıştığı.

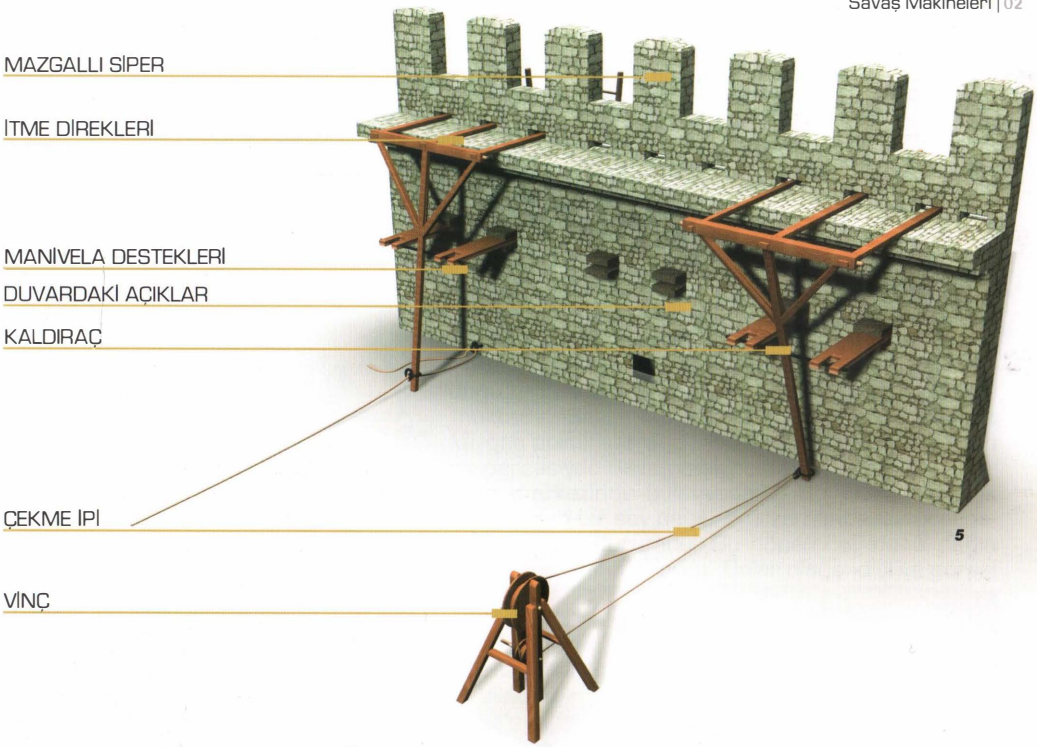
Şekil 5 ve 6
Ana parçaların bulunduğu duvarın iki görünümü; ilk görüntü kalenin içindendir, ikincisi dıştan görülmektedir.



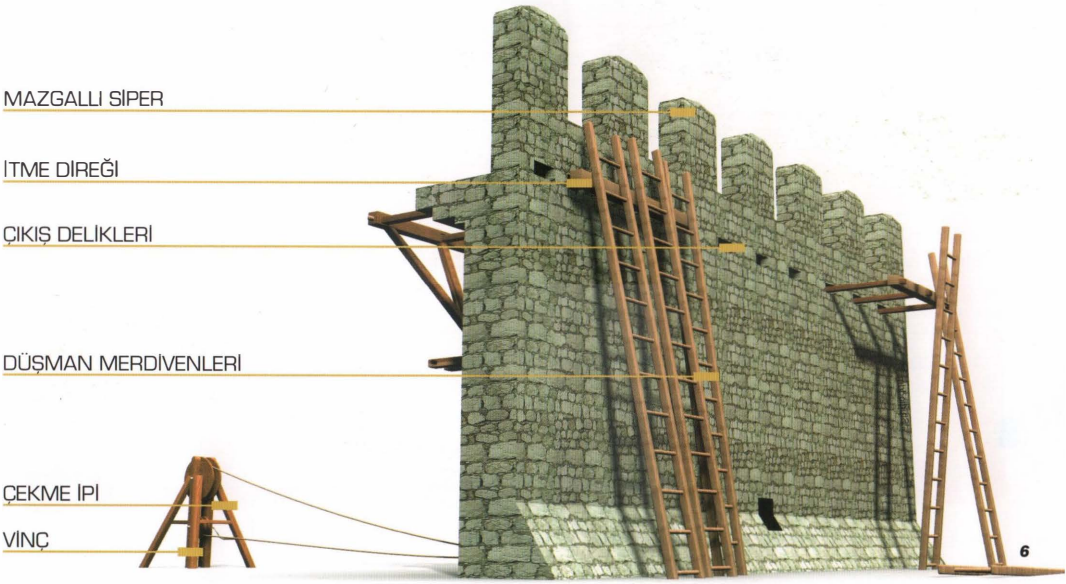
3



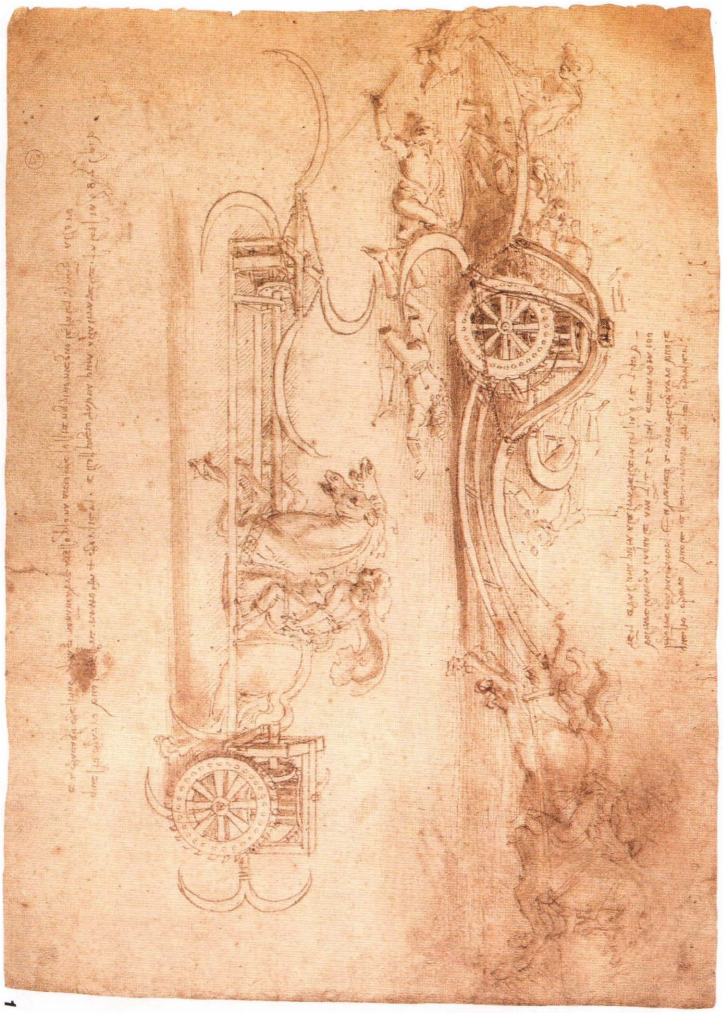
4


MAZGALLI SİPER
İTME DİREKLERİ
MANİVELA DESTEKLERİ
DUVARDAKİ AÇIKLAR
KALDIRAÇ
ÇEKME İPİ
VİNÇ

5


MAZGALLI SİPER
İTME DİREĞİ
ÇIKIŞ DELİKLERİ
DÜŞMAN MERDİVENLERİ
ÇEKME İPİ
VİNÇ

6



1

Vinci, 1452

1460

1470

1480

yaklaşık 1485

1490

1500

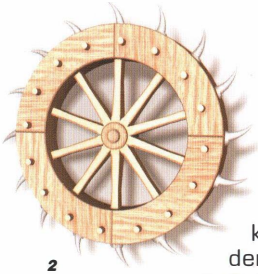
1510

Amboise, 1519

Tırpanlı Savaş Arabaları

Turin, Bibl. Reale, f. 15583r.

Tırpanlı Savaş Arabaları



2

Leonardo'nun en görülmeye değer makine çizimleri arasında Milan'da bulunduğu ilk yıllarda yapmış olduğu tırpanlı savaş arabasına ait iki çalışma bulunmaktadır. Savaş Rönesans İtalya ve Avrupa'sının kaygan politik satranç tahtasında gündelik yaşamın bir parçasıydı. Savaş makineleri bu dönemde sıklıkla ilgi merkezinde bulunuyordu. Bu yalnızca pratik kullanımı olan bir şey değil, aynı zamanda kültürel nedenlerle olan bir durumdu. Bu dönemde, klasik çağın buluşları yeniden keşfediliyordu. Onlar olağandışı ve görsel olarak çarpıcıydı. Urbino'daki dükalık sarayındaki ünlü bir duvarda savaş makinesinin bir dizi betimlemesi yer almaktadır. İmge gerçeklikle aynı değere sahiptir ve herhangi bir başka çağda yaşayan biri Rönesans'ın bu görünümünün kıymetini bilecektir.

Leonardo'nun folyo üzerindeki iki çizimi, Turin'de korunmaktadır, görsel bir keşif olarak makinenin boyutuna tam olarak uygundur. Her ne kadar Leonardo iki savaş arabasının mekanik işleyişi üzerine bazı bilgiler vermiş olsa da, bizim önümüzde silahın ölümcül gücünün genel bir düşüncesi bulunmaktadır. Bu dönemden başka çizimlerde olduğu gibi, mekanik çizimler dramatik bir görünüme dönüşür. İnsanlar ve hayvanlar makinelerin kurbanı olmaktadır. Bu durumda makinenin bir ölüm kaynağı olarak hoş olmayan bir izlenimi bulunmaktadır. Leonardo yazdığı bir notta bundan bahsetmiştir. Yıllar sonra Leonardo savaşı 'hayvanca cinnet' olarak nitelendirmiştir. *Anghiari Savaşı*'nda kınamanın metaforik bir imgesini yaratmıştır. Burada vahşi hayvanların benzeri bir vahşet ayıplanmaktadır. Leonardo'nun olgunlaşmış çalışmasının temelinde bu görüş bulunmaktadır.

Leonardo'nun Ludovico il Maro'ya gönderdiği mektuplarda Leonardo'nun bazı çizimlerinin savaş makineleri için bazı özel siparişler almasını onaylamaktadır. O dönemde başka mühendisler de daha az marifetli fakat daha pratik niteliğe sahip makineler yapmışlardır.

Şekil 1
Savaş sırasında tırpanlı savaş arabalarının iki farklı modelinin çok açık bir betimlemesi.

Şekil 2
Leonardo'nun folyo üzerinde çizmiş olduğu sivri uçlu tekerlek.

A Leonardo'nun çizimlerinde tırpanlı savaş arabalarının ortasında konumlandırılmış bir atlar takımı vardır. Uzam sorunlarını ve tehlikeyi bir yana bırakırsak, genel hipotez; bir zamanlar savaşta tüm sistemin atlar tarafından çekildiği yönünde olmalıdır.

B Savaş arabası bir çift at tarafından çekilir ve iki büyük sivri tekerleğe sahiptir. Tekerleklerden bir tanesi merdiven basamağına sahiptir ve dönme hareketi kafes şeklindeki dişli takımına iletilir. Ayrıca tekerleklerin üzerinde yaklaşan düşmanı engellemek için dönen iki bıçak bulunmaktadır.

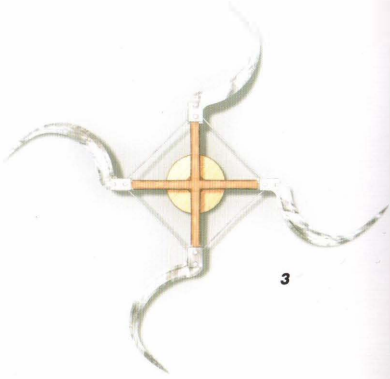
C Ana kafes şeklindeki dişli takımı, tekerlekler tarafından döndürülür. Dönme enerjisi ön ve arkadaki 2 bıçaklı sisteme iletir.

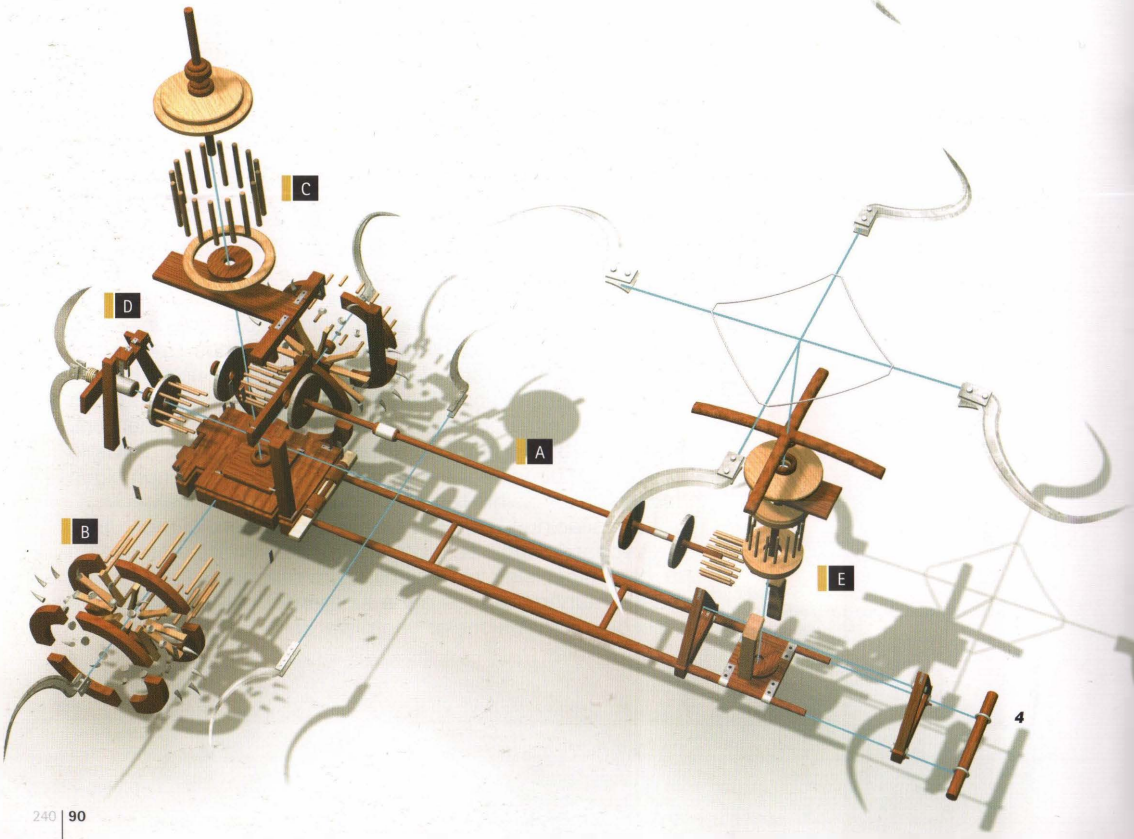
D Dönen ikili bıçak kenarlardan savaş arabasına yaklaşan düşmanı önler.

C Uzun bir şaft ile, dönme hareketi ön dişli sistemine geçirilir. Bu, savaş arabasının üzerindeki dört tırpan bıçağından oluşan bir yapıya sahip ana silahın işlemesini sağlar.

Şekil 3
Savaş arabasının ön kısmında konumlandırılmış döner tırpanlı bıçakların yapısının ayrıntıları.

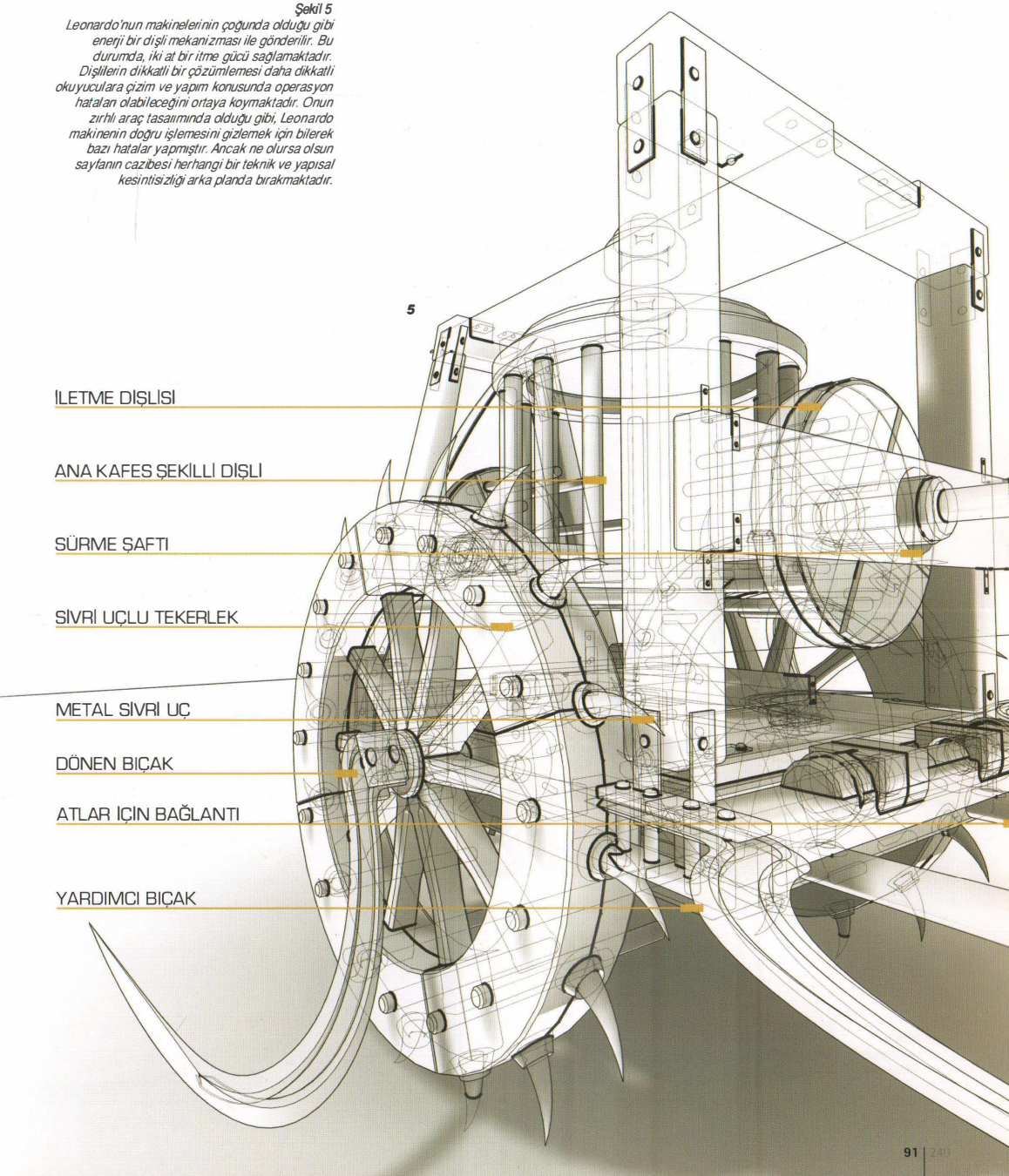
Şekil 4
Tırpanlı savaş arabasının sökülmüş görünümü

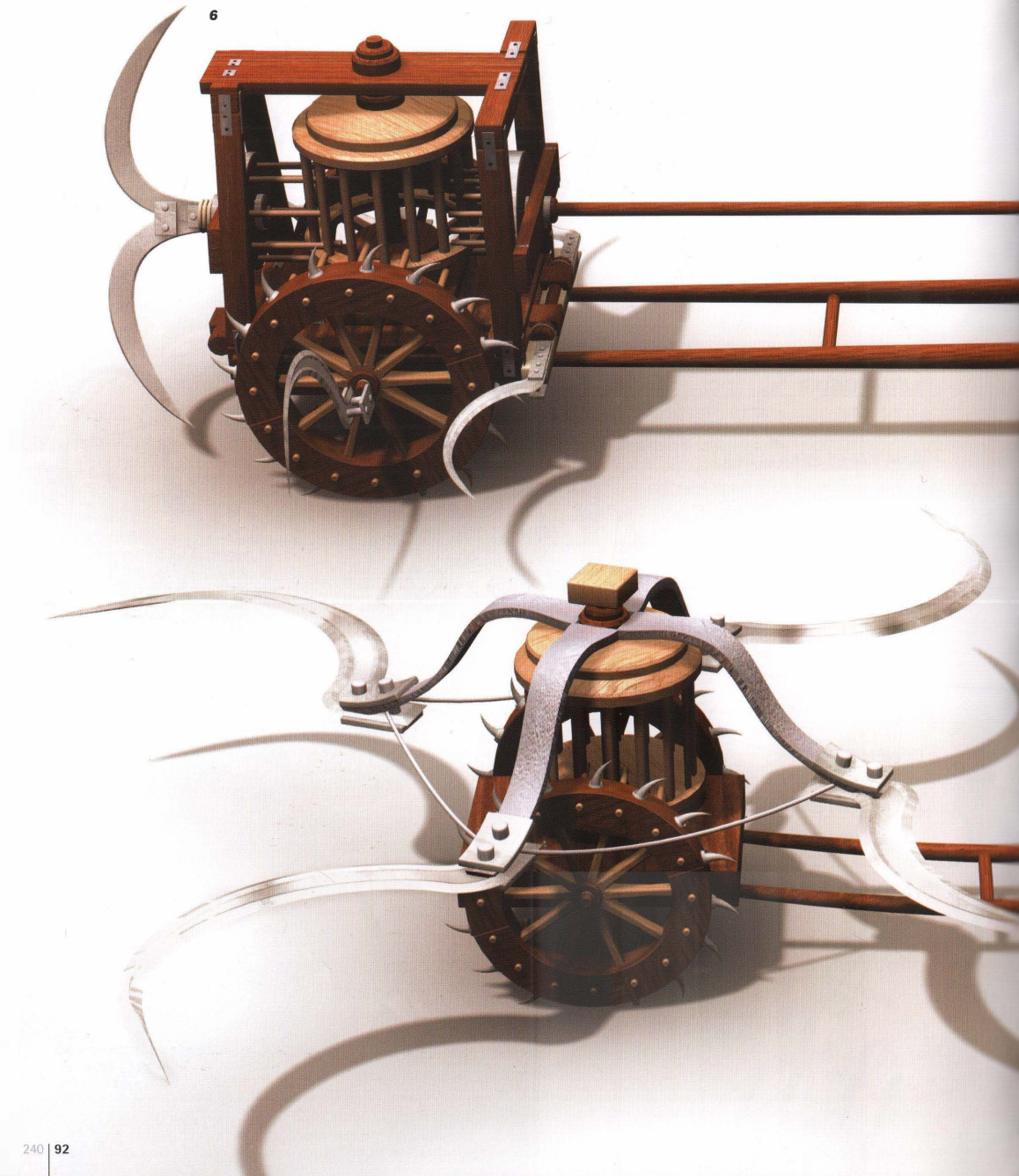


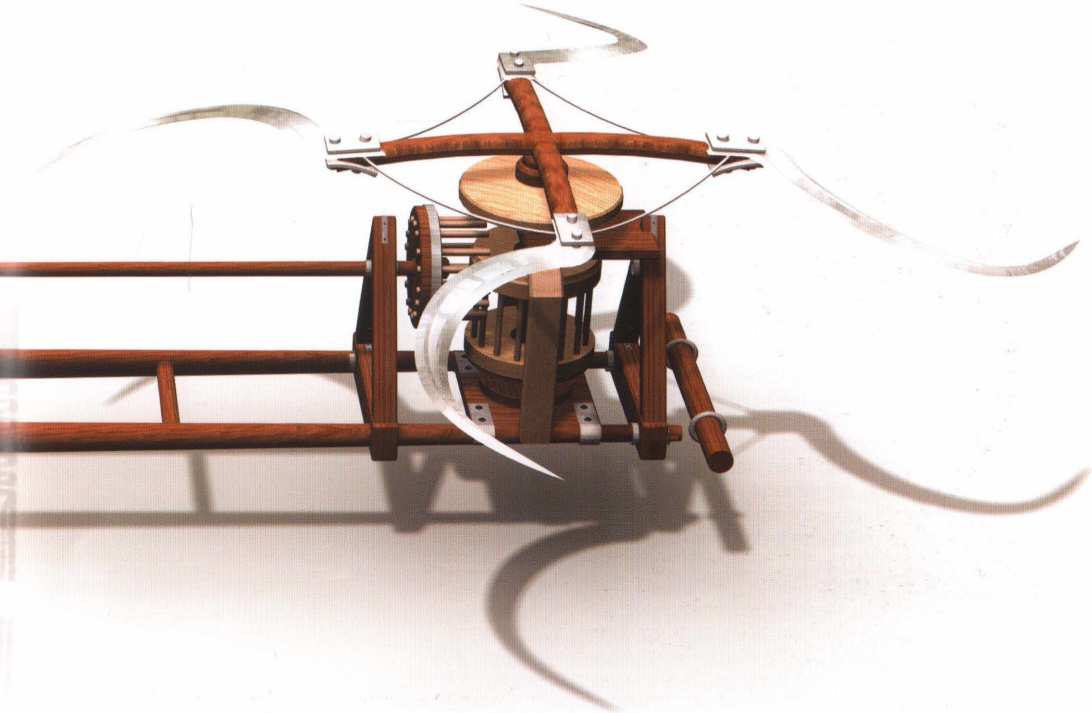


Şekil 5
Leonardo'nun makinelerinin çoğunda olduğu gibi enerji bir dişli mekanizması ile gönderilir. Bu durumda, iki at bir itme gücü sağlamaktadır. Dişlilerin dikkatli bir çözümlemesi daha dikkatli okuyuculara çizim ve yapım konusunda operasyon hataları olabileceğini ortaya koymaktadır. Onun zırhlı araç tasarımında olduğu gibi, Leonardo makinenin doğru işlemesini gizlemek için bilerek bazı hatalar yapmıştır. Ancak ne olursa olsun sayfanın cazibesi herhangi bir teknik ve yapısal kesintisizliği arka planda bırakmaktadır.

5

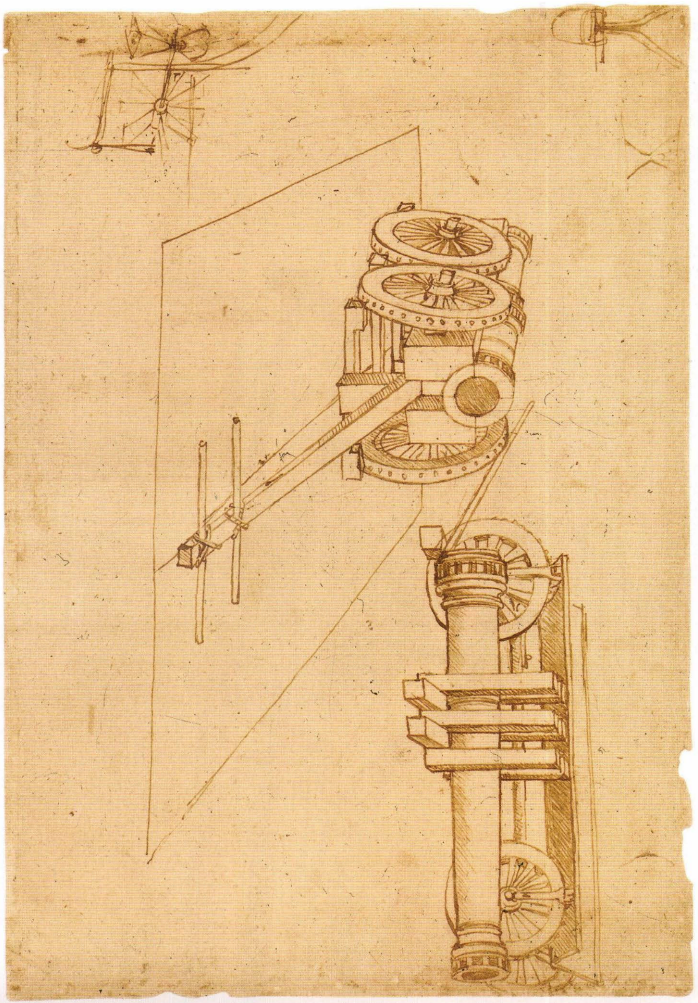



6





Şekil 6
İmgeler sayfanın üzerindeki savaş arabalarının her iki türünü de göstermektedir.



1

Vinci, 1452

1460

1470

1478-1485

1480

1490

1500

1510

Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 154br

Sökülebilir Top



2

Sökülebilir topun çiziminin bulunduğu folyonun tarihi da Vinci'nin sayfalarının çoğuna ne olduğunun bir örneğidir. O, Codex Atlanticus'daki başka parçalara ilişkindir (ff.154, belki 73 ve diğerleri). On altıncı yüzyılın sonunda, Pompeo Leone, Leonardo'nun kağıtlarının ve elyazmalarının çoğunu ele geçirmiş ve onları Codex Atlanticus olarak bilinen düzensiz sayfalar koleksiyonuna dönüştürmüştür. Ağırlıklı olarak mekanik konu maddesine sahip olan sayfalar yalnızca Leone'nın ölçütlerine göre sınıflandırılmıştır ve bu o zaman kısmen yapılmıştır. O, özgün düzene göre oluşturulmamıştır. Sayfaların bir albüm ya da elyazmasının parçaları olabileceği düşünülmemiştir. O, basit bir şekilde onları konularına göre yeniden düzenlemiştir. Bu düzenleme bilimsel olmasa da dönemin bilgisi ve ansiklopedik koleksiyonları için kabul edilebilir bir yapıya sahiptir.

Leonardo'nun çizim tekniği ve buluş türlerine bakılarak bu iki sökülebilir topun kariyerinin erken dönem yıllarına ait olduğu söylenebilir. Teknik ressamlık açısından en iyisi değildir ve bu Leonardo'nun yaptığı konusunda kuşkuların olduğu bir çalışmadır. Çizgiler onun sol elini kullanan biri tarafından yapıldığını göstermektedir. O, tam olarak bitirilmiş bir çizimdir, bir defada değil, birkaç kopya çalışıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Başka bir teori bunun başka bir ustadan kopyalanmış olduğu yönündedir, belki de özgün çizime Leonardo tarafından eklenmiştir.

Ancak iki çizim bitirildiği zaman, bu folyonun öyküsü henüz yeni başlamıştır. Çok yıllar sonra, 1500 yılında, orijinal parçanın parçaları Codex Atlanticus'da toplanmıştır ve folyo 154a olarak bilinmektedir. Leonardo, bir kez daha burada çizilmiş olan top ideasını ele almıştır. Çizim ve elyazması biçemi ve her şeyin ötesinde yeni çizimlerin özgünlüğü ve olgunluğu gözalıcı bir şekilde daha üstündür. Ancak yine de daha eski çizimle bir bağlantı bulunmaktadır. Bu bize Leonardo'nun çalışmasında 'açık bir giriş sistemi' kullanmış olduğunu göstermektedir. 1500 yılından sonra yapmış olduğu çalışmalarda, dikkatini eski tasarımlarına yöneltmiştir ve onları tekrar ele alarak geliştirmiştir. Ya da belki de, bir top için yeni bir tasarıma başladığında eski çalışmaların üzerinde tekrar düşünmeye başlamıştır ve eski sayfalara yeni notlar eklemiştir. Fakat hepsi bu değildir. Sayfa onun çalışma odasının etrafında elden ele dolaşmıştır. Her ne kadar bu eklemelerin ne kadar sonra yapılmış olduğunu saptama şansımız olmasa da, çizim tekniklerinde gözle görülür bir farklılaşma olduğu görülmektedir. Codex Atlanticus'taki başka çalışmalarda da benzer bir yöntem uygulanmıştır: bu tasarım türleri askeri çalışmaların görüntülerine ilişkin sayfalarda da yer almaktadır (folyolar 132,133,154b).

Şekil 1
Sayfa sökülebilir toplar için iki farklı tasarım göstermektedir. Ortada olan bir kullanıma hazır şekildedir ve sağ üstekinin ise birleştirilmesi gerekmektedir.

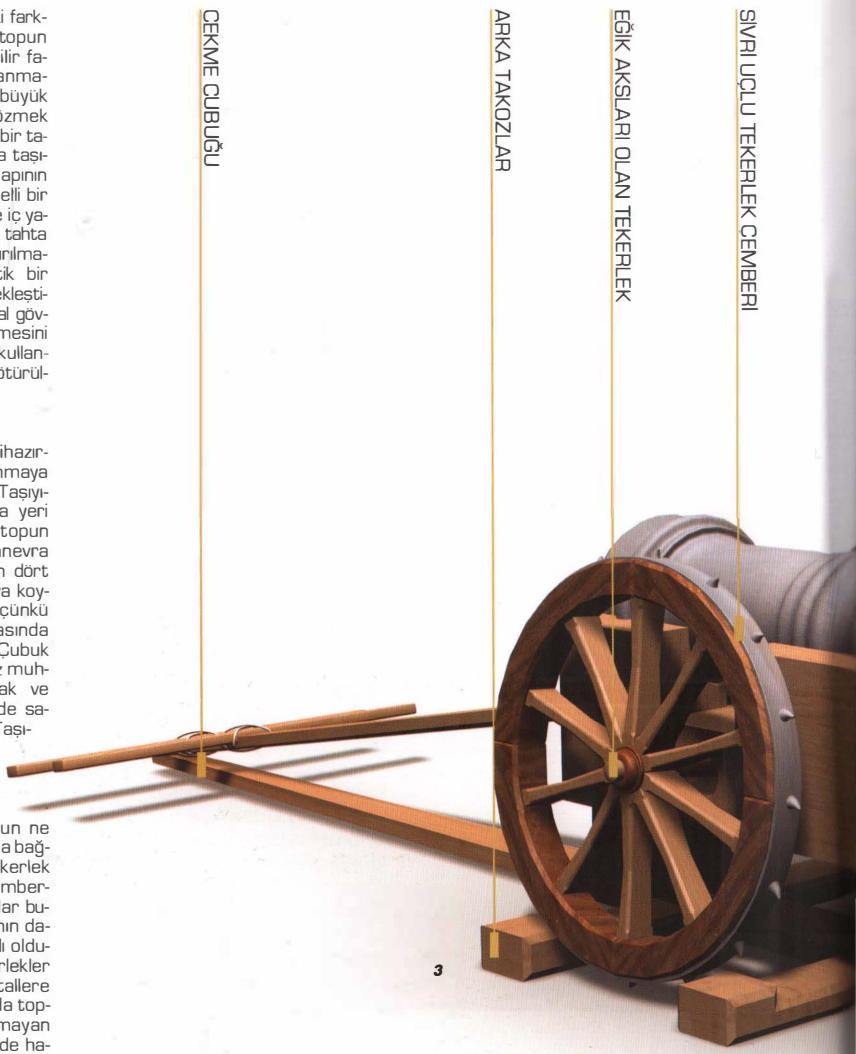
Şekil 2
Bir topun üretildikten hemen sonraki hali.

A

Sayfa sökülebilir toplar için iki farklı tasarım içermektedir. Bir topun taşıma yapısı çok basit olabilir fakat Leonardo'nun tamamlanmamış tasarımı nedeniyle bazı büyük topların taşıma sorununu çözmek olanaklı olmamıştır. Bunların bir tanesi uzun mesafeler boyunca taşımaya ilişkindir. Temel sorun yapının monte edilmesidir ve topun belli bir hareket kabiliyetinin olması ve iç yapının yerleştirilmesidir. Birkaç tahta blok topun korunması ve kaldırılmasında kullanılmaktadır. Pratik bir manivela sistemi ile bu gerçekleştirilir. Bu çözüm türü ağır metal gövdenin araç üzerine yerleştirilmesini ve vinç ya da benzeri bir araç kullanmaksızın savaş bölgesine götürülmesini sağlayacaktır.

B

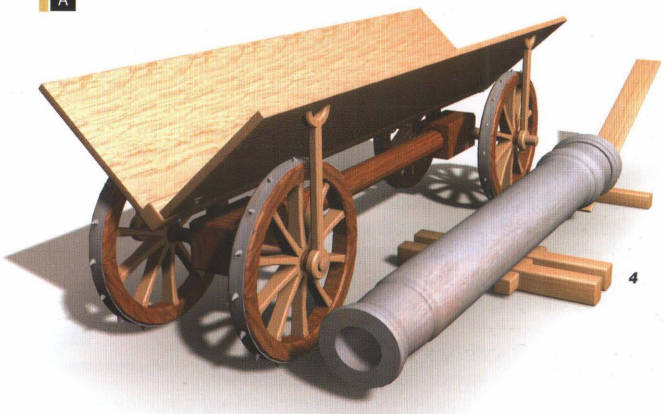
Orta çizimde bulunan top halihazırda monte edilmiştir ve taşınmaya ya da ateş etmeye hazırdır. Taşıyıcıyı çekmek için dört tutma yeri olan bir çubuk vardır. Bu, topun hareket ettirilmesi ya da manevra yaptırılması gerektiği zaman dört kişiye ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır; çubuk ilginçtir çünkü gövdeye en yakın olan parçasında bir takoz bulunmaktadır. Çubuk aşağı indirildiği zaman, takoz muhtemelen taşıyıcıyı kaldıracak ve onun yere sağlam bir şekilde sabitlenmesini sağlayacaktır. Taşıyıcı bir kez yere sabitlendiğinde ve yerden biraz yukarı kaldırıldığında, ateş edildiğinde tekerlekler sabit kalmaktadır. Ancak bunun ne kadar olacağı topun boyutuna bağlı olarak değişmektedir. Tekerlek aksları eğimlidir ve metal çemberler üzerinde sivri uçlu çıkıntılar bulunmaktadır. Leonardo yapının daha sabit olmasının buna bağlı olduğunu düşünmüştür. Tekerlekler genel olarak sivri uçlu metallere sahiptir çünkü savaş alanında toplar kaygan ve geçirgen olmayan zemin üzerinde hızlı bir şekilde hareket etmek durumundaydı.



Şekil 3
Sökülebilir top, ara parçalarının bir betimlemesi ile kullanıma hazırdır.

Şekil 4
Folyonun üst kısmındaki çizimin bir temsili, topun birleştirilmesi gerekmektedir.

A

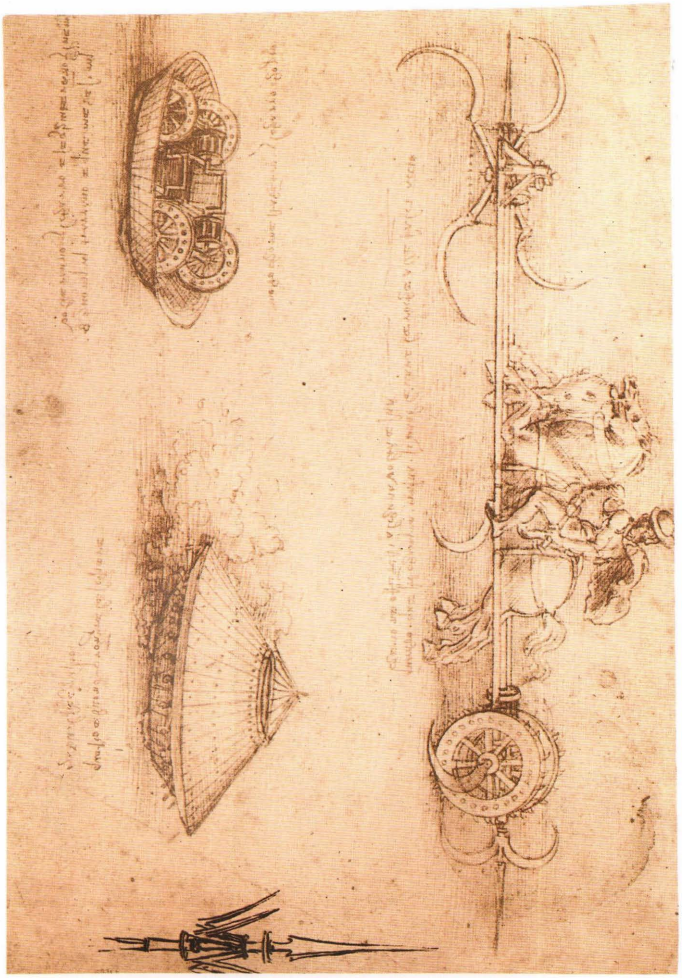


4

TOP

ÖN TAKOZLAR

GÖVDE



1

Vinci, 1452

1460

1470

1480

yaklaşık 1485

1490

1500

1510

Amboise, 1519

Londra, BritishMuseum, Popham No. 1030

Zırhlı Araç



2

Döner tırpanları olan zırhlı araç ve kapalı tank silahları bir top seti içermektedir. Leonardo ve çağdaşları yeniden keşfetme ve yarış modelleri üzerinde çalışmışlardır. Tırpanlı savaş arabası üzerine yazılı bir notta 'Bu savaş arabaları çok çeşitli türlere sahiptir [...]' yazılıdır. Leonardo açık bir şekilde onun antik çıkış noktalarına değinmiştir.

Leonardo'nun ve sanatçı Rönesans mühendislerinin klasik dünyaya karşı olan tutumu yalnızca bir hayran olma ve taklit etme durumunu değil, aynı zamanda onu aşma isteğini de ortaya koymaktadır. Kaplumbağaya benzer bir şekli olan zırhlı bir araba düşüncesi, çıkış noktası antik dönem olmak üzere Ortaçağ'dan beri bilinmektedir. Leonardo genel düşünceyi ele almış ve onunla serbest bir şekilde oynamıştır ve onu kendi tasarımına dönüştürmüştür. Tıpkı resim, heykeltıraşlık ve mimari alanlarında olduğu gibi, klasik model Rönesans sanatçı-mühendisinin yaratılıcılığını yok etmek yerine tam tersi olarak bunu harekete geçirici bir niteliğe sahiptir. Böylece, Leonardo (insanları ve hayvanları kullanarak) bu tankı hareket edebilecek hale getirmiştir ve onun çevresine toplar yerleştirmiştir.

İkonografik bakış açısından bakıldığında, hem zırhlı tank hem de tırpanlı savaş arabası çizimlerinde, biz bir mekanizmanın ve dramatik bir sahnenin teknik ve bilimsel bir temsili arasında bulunuruz. Kapalı tankın iki imgesinde, Leonardo bize makinenin içsel ve dışsal görünümünü ve onun yapısını vermektedir. Onun 'anatomi'sini ortaya koyarak bize sürüş sisteminin donanımları ve tekerlekler hakkında bilgi vermiştir. Soldaki çizimde, bu parçalar tanımlanmaktadır. Onlar bir çizimden daha fazlasına sahiplerdir. Sağdaki çizim ise yalnızca bitmiş olarak tankı temsil etmekle kalmaz, aynı zamanda savaş alanında bir mermi ve toz bulutundan nasıl korunacağını hareketli bir şekilde göstermektedir. Benzer bir şey tırpanlı savaş arabasının çizimlerinde olmaktadır. Bu durumda, mekanik parçalar çok açık bir şekilde ve bitmiş haliyle gösterilmektedir. Ancak imge insan ve hayvan figürlerinin dramatik temsili ile belirlenmiştir: başı aşağıda olan bir at ve sürücüsü birdenbire tehlikeyi sezmekte ve arkaya dönmektedir. Bu hareketler tam olarak bir savaşın heyecanını ifade etmektedir.

Şekil 1
Sayfa iki çizim içermektedir: birincisi aracın hareket etme mekanizmasını gösterir, ikincisi savaş alanında bulunan bir zırhlı araçtır.

Şekil 2
Zırhlı tankın göz seviyesindeki görünümü.

A

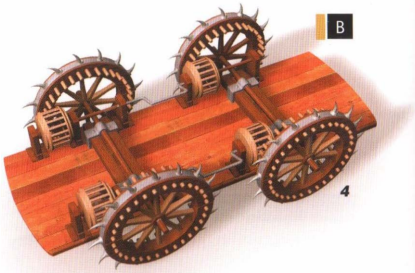
Bu makinenin savaş alanının üzerinde manevra yapmasının ve ilerlemesinin çok zor olacağı düşünülebilir. Leonardo'nun kendisi şöyle yazmıştır: "Ben güvenli ve saldırıya kapalı zırhlı araçlar yapacağım. Düşmanlar kendi silahlarıyla bunlara saldırmaya cesaret edemeyeceklerdir ve bunların arkasında piyadeler herhangi bir direnç ile karşılaşmadan saldırıya geçebilecekleridir." Tasarımın arkasındaki niyet savaş alanında bir şok dalgası yaratmak ve bu şaşkınlıktan faydalanmaktadır. Teorik olarak, tankın içindeki topları doldurmak ve tankı manevra yaptırmak için toplam sekiz kişi gerekmektedir.

Tank manivelalar ve dişli tekerleklerin harekete geçirilmesi ile sürülmektedir, fakat yapıyı hareket ettirmek için gerekli kuvvet insan gücü gerektirmektedir, bu nedenle at ya da öküzlerin kullanılma olasılığı düşünülmüştür fakat bu hayvanların böylesine kapalı bir ortamda ve sınırlı alanda isteneni yapamayacağına karar kılınmıştır.

B

Tank çok basit bir şekilde çalışmaktadır. Operatörler merkezi manivelaları çevirirler ve tekerlek dönmeye başlar. Arazi düz olduğunda tank mükemmel bir şekilde ilerleyebilmektedir. En büyük zorluk ise makineye başlangıç ivmesini kazandırmaktır. Bunu yapmak için çok büyük bir enerji gerekmektedir. Tank çok yüksektir ve bu nedenle gözetleme bölmesine ulaşabilmek için iç kısımda merdivenler kullanılmaktadır; gözetleme bölmesi manevra yönünü ve atış operasyonunu belirlemek için kullanılır. 360 derece boyunca atış yapabilecek şekilde çok sayıda top bulunmaktadır.

B



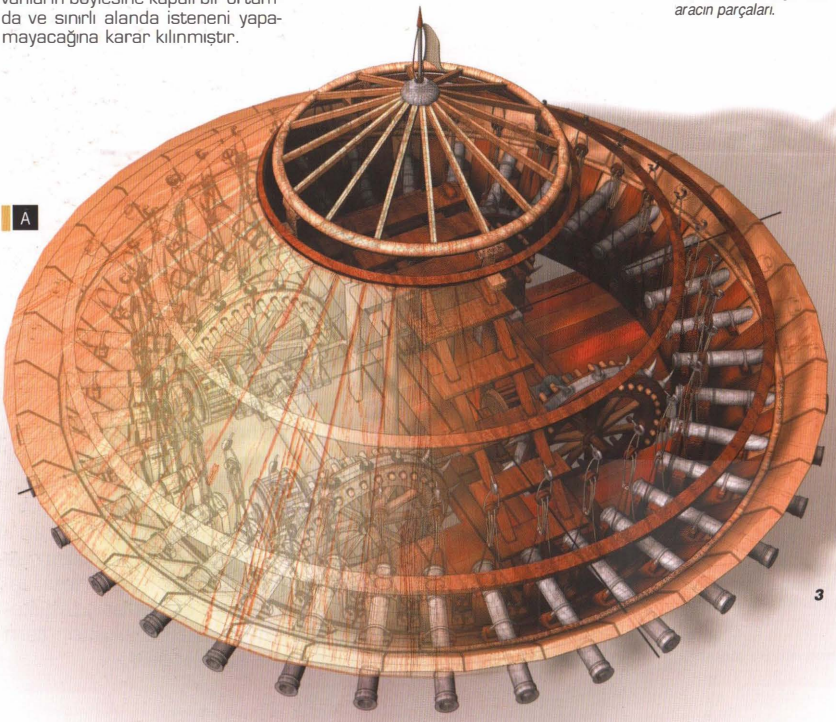
4

Şekil 3
Zırhlı arabanın yarı saydam görünümü, çok karmaşık bir iç yapıya sahiptir ve parçaların çoğu görülebilmektedir.

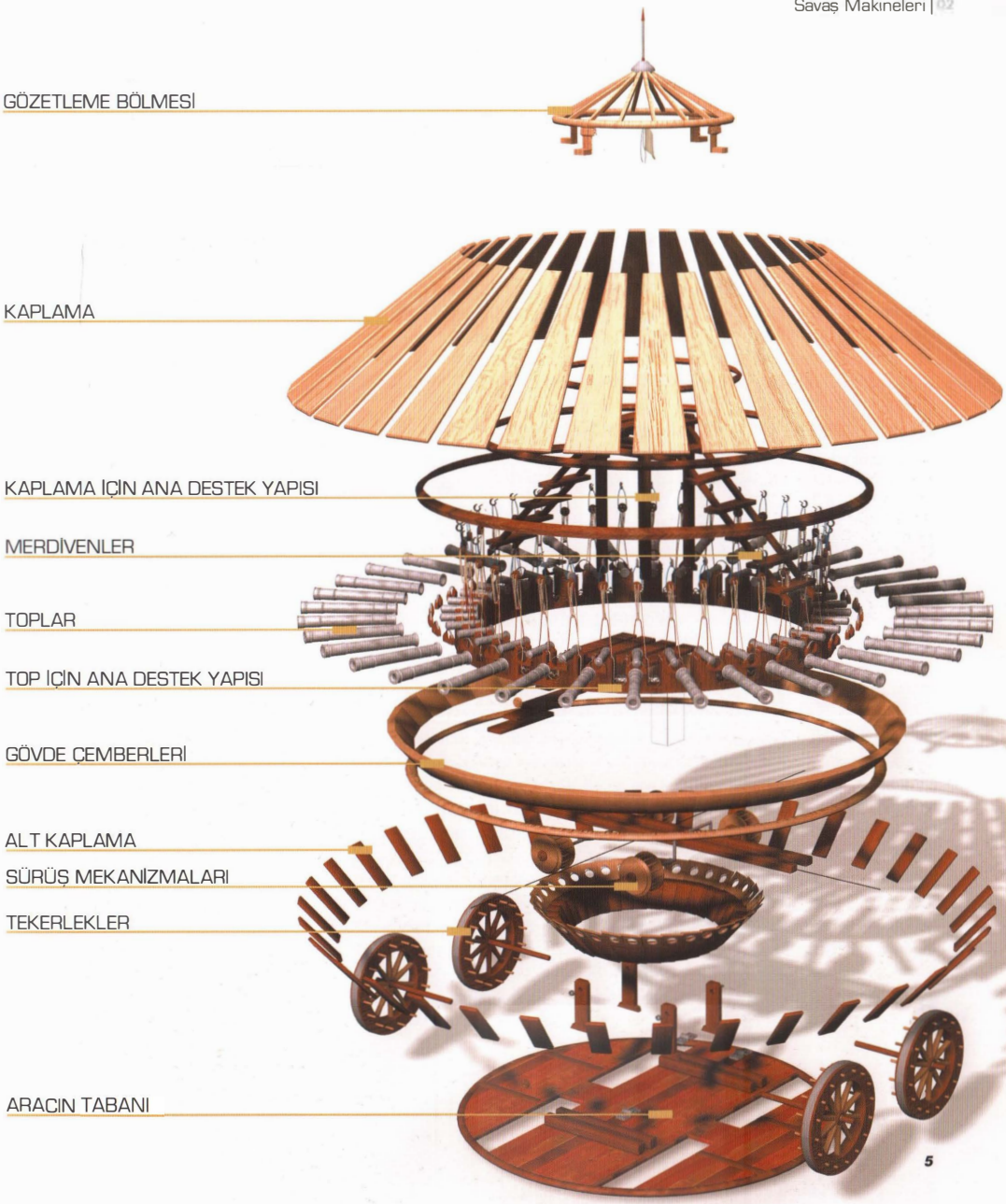
Şekil 4
Tankın sürüş mekanizması, Leonardo'nun çiziminde çalışma mekanizmasında bir hata bulunmaktadır.

Şekil 5
Aracın sökülmüş görünümü ve zırhlı aracın parçaları.

A



3


GÖZETLEME BÖLMESİ
KAPLAMA
KAPLAMA İÇİN ANA DESTEK YAPISI
MERDİVENLER
TOPLAR
TOP İÇİN ANA DESTEK YAPISI
GÖVDE ÇEMBERLERİ
ALT KAPLAMA
SÜRÜŞ MEKANİZMALARI
TEKERLEKLER
ARACIN TABANI
5

Codex Atlanticus, ff. 140ar ve 140br

1

2

Mancınık



3

Leonardo'nun mancınık tasarımları yaklaşık olarak 1485-90 tarihlerinde yapılmıştır. O bunların hepsini bir sayfada toplamıştır. Bunlar şimdi iki ayrı sayfaya bölünmüştür. Kavramsal bir noktadan bakıldığında çizimler çok ilginçtir, çünkü onlar bir tarafta Leonardo'nun erken dönem çalışmalarını diğer tarafta daha ileri ve devrimsel çözümlerin bulunduğu döneme ait çalışmaları içermektedir.

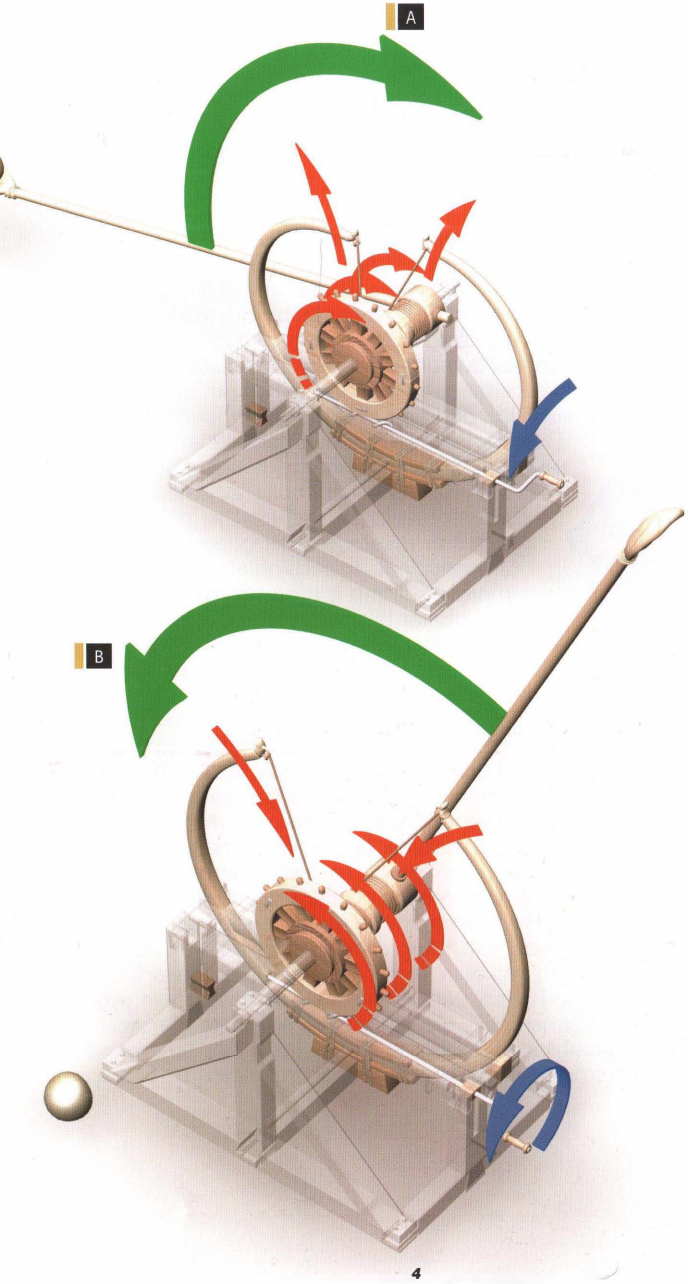
Çizimler Leonardo'nun gençlik dönemini yansıtan bazı özelliklere sahiptir. Mancınıklar zaten bilinen savaş araçlarıdır. Ancak Leonardo'nun tasarladığı mancınıklar diğerlerine göre çok yüksek etkinlik gücüne sahiptir. Leonardo'nun ilk çalışmaları klasik dönem mancınıklarının izlerini taşımaktadır. Ancak bunlar bile temel mekanizma ve itme sistemi açısından olası farklılıkları içermektedir.

Temelde mancınık için tek bir tasarım vardır fakat onların mekanizması farklılıkları göstermektedir.

Mancınık çizimlerinin bu yönü da Vinci'nin mekanik başyapıtı olan *Treatise on Elements of Mechanics* (Mekanik Ögeler Üzerine Tezler) kitabında yer almaktadır. Ancak bu bir kayıp elyazması olduğu için onun hakkında çok az şey bilinmektedir. Onun en yenilikçi yanı tekerlek, salyangoz vida ve zemberek gibi temel mekanik öğeler kullanmasıdır. Mekanik tasarım içinde teorik gelişimin temel bir biçimi bulunmaktadır. Bunlar tüm mekanizmalara uygulanabilecek temel öğelerdir. Sayfanın biçimi ve düzeni bu yeni entelektüel boyutu yansıtmaktadır. Kayıp olan *Treatise on the Elements of Mechanism* yapıtının teorik bölümlerinde (tekerlek ve zemberek gibi) çeşitli öğelerin ve mekanik yasalarının uygulaması görülmektedir. Buradaki folyo ve savaş makinelerine uygulanabilecek zemberek ilüstrasyonu bize bu teze nasıl bakmamız gerektiğine dair ipuçları vermektedir.

Şekil 1 ve 2
Mancınıklar için farklı tasarımlar gösteren iki sayfa. Eğimli tahtadan enerji boşalımı olmaktadır.

Şekil 3
Fırlatma aşamasındaki mancınık.



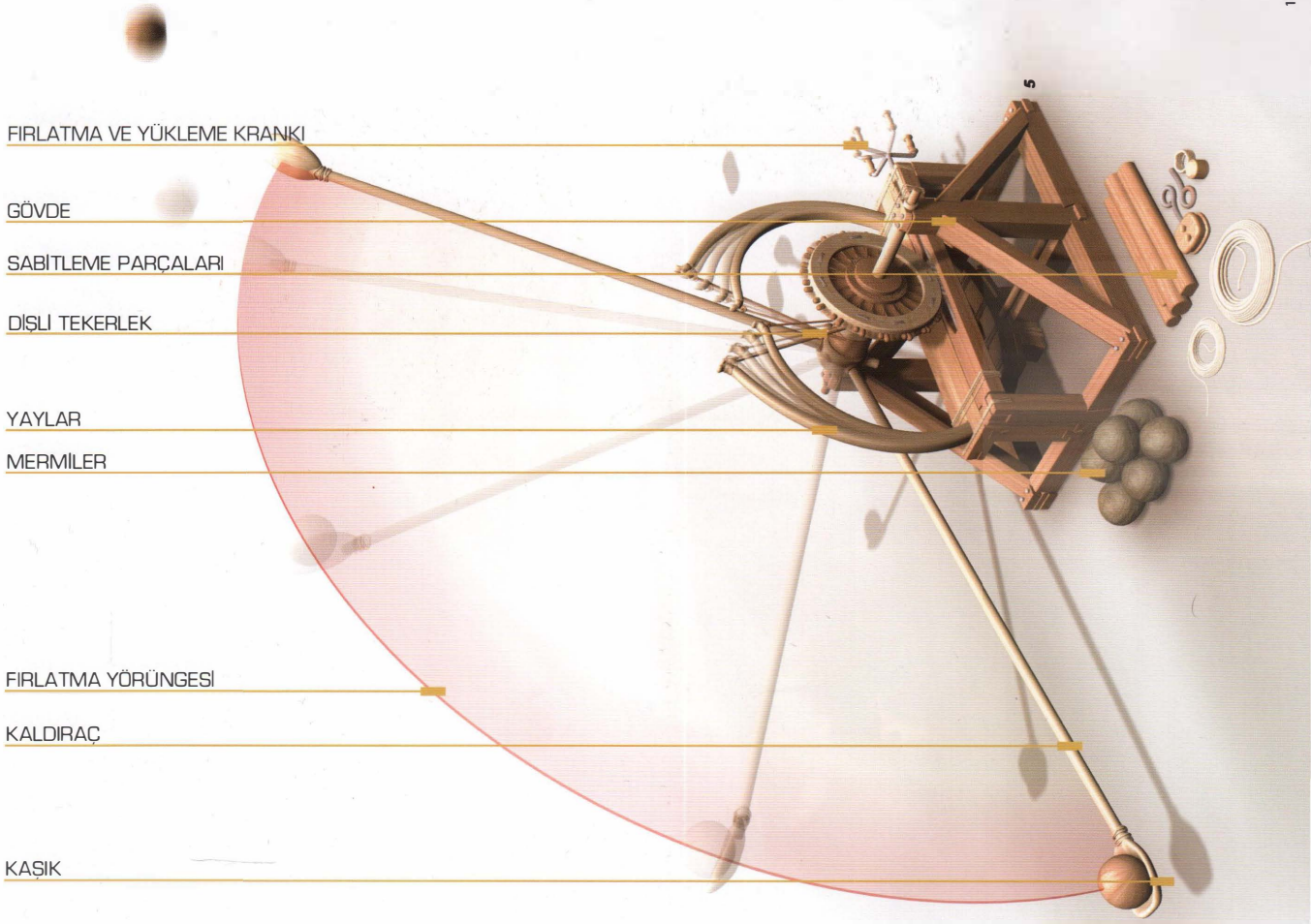
A Mancınık belli bir etki menziline sahiptir ve bunun sonucunda çok uzak hedefler için kullanılabilir. Leonardo bu tasarımda bu savaş aracının gücünü ve pratik kullanımını arttırmaya çalışmıştır. İki tam sayfa resimde bu durum açık bir şekilde görülmektedir. İki tahta kol gerilmekte ve zembereğin bırakılmasıyla serbest kalarak üzerindeki taşı fırlatmaktadır. Operatörün yapması gereken tek şey ön kısımda bulunan manivelanın çevrilmesidir. Mekanizma serbest bırakıldığı zaman çok güçlü bir esneme kuvveti açığa çıkmakta ve taşın bulunduğu kol yukarı doğru hareket ederken taşı fırlatmaktadır. Bu araçlar ayrıca yangın çıkarmak amacıyla da kullanılabilmektedir.

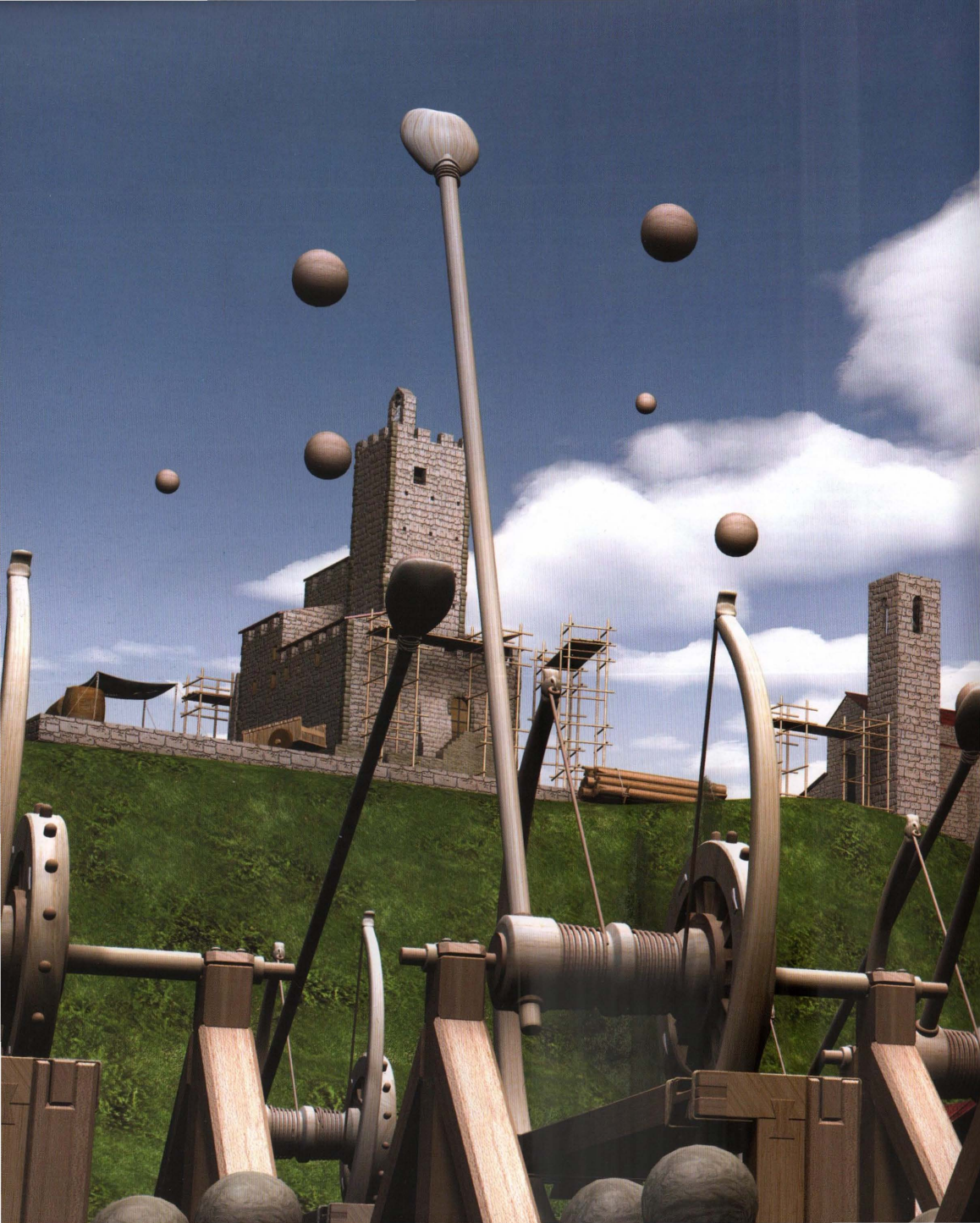
B Fırlatma operasyonu bir kez yapıldıktan sonra, mancınık yeniden hızlı bir şekilde doldurulabilmektedir. Atışı serbest bırakmış olan operatör iki tahta yayı eğmekte ve birbirlerine yakınlaştırmaktadır. Leonardo, ayrıca yeniden doldurma işlemleri için kendini bloklama sistemi tasarlamıştır. Yayların çok katı olmasına bağlı olarak bu yalnızca bir el manivelası aracılığı ile yapılmaktadır. Dişli tekerlek tekrar gerekli konuma getirilmekte ve mancınık kurulmuş olmaktadır. Doldurma operasyonu tipik bir dişli çark mandalının klik sesiyle tamamlanmaktadır. Açığa çıkan enerji miktarı öylesine fazladır ki, ana gövdenin sivri uçlu kazıklar ve halatlar kullanılarak yere sabitlenmesi gerekmektedir.

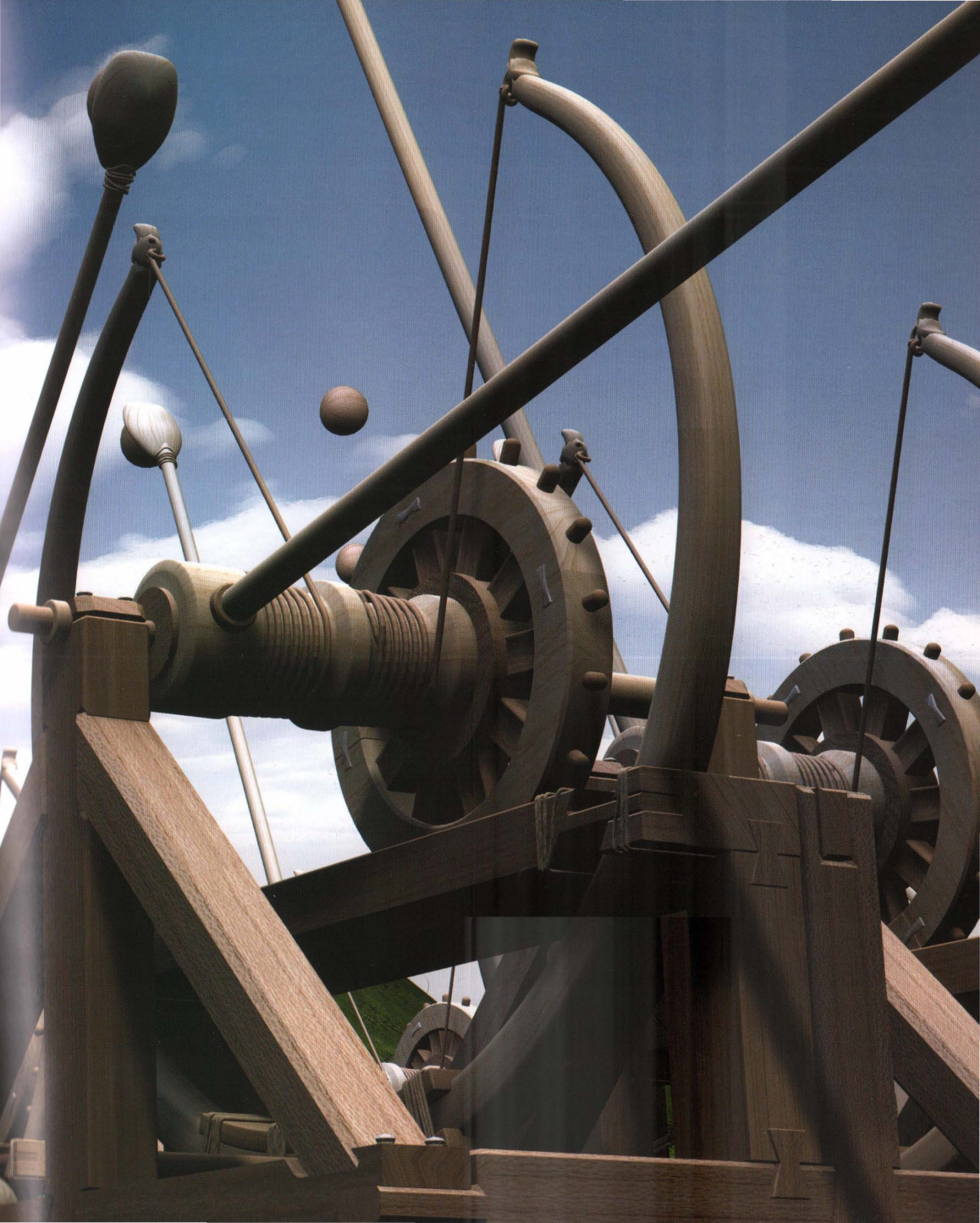
Şekil 4
Fırlatma ve yüklemenin farklı aşamalarının ilüstrasyonu. Mekanizma çok basittir ve kısa bir süre içinde yeniden fırlatılabilir.

Şekil 5
Fırlatma sırasında parçaların ilüstrasyonu.

sonraki sayfalar
Şekil 6
Bir düşman kalesine olası bir saldırının temsili.


FIRLATMA VE YÜKLEME KRANKI
GÖVDE
SABİTLEME PARÇALARI
DİŞLİ TEKERLEK
YAYLAR
MERMİLER
FIRLATMA YÖRÜNGESİ
KALDIRAÇ
KAŞIK

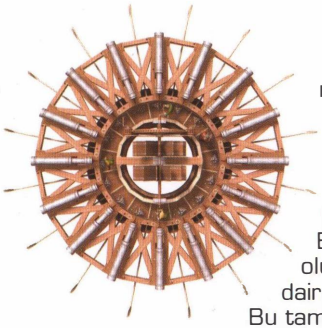




Codex Atlanticus, f. 1ar

1

Yaylım Ateş Topu



2

Bu folyo Codex Atlanticus'un parçasıdır ve Leonardo tarafından bir araya getirilmemiştir. Onun ölümünden sonra on altıncı yüzyılın sonlarında sayfalar bir araya toplanmıştır. Üst köşede, Leonardo aracın bir çizimini yapmıştır. Bu 'daire şeklinde yaylım ateş' olarak adlandırılmaktadır. Elyazması B'de benzer bir araç bulunmaktadır. Bu 'dairesel-şimşek' aracı çok sayıda namludan oluşan bir bombardıman aracıdır. Tüfek ağızları dairesel bir platform etrafında konumlandırılmıştır. Bu tamamlanmış bir çizimdir ve çok sayıda fikri içinde barındırmaktadır. Çeşitli biçimler açık bir şekilde bir dolmakalem ile tanımlanmış ve çizim taramalarla ve çini mürekkebiyle tamamlanmıştır. Çizgilerin eğim yönünden bunların sol elini kullanan ressam Leonardo tarafından yapılmış olduğu anlaşılmaktadır. Onların yönünü izleyerek biz tarama işlemini görebiliriz. Leonardo sürekli olarak kağıdı kıvırmaktadır. Leonardo topların görünümünü netleştirmek için mürekkep yıkama tekniğini kullanmıştır.

Bu çizimlerin tarihini tam olarak belirlemek olanaklı değildir. Benzer, fakat daha basit, dairesel-şimşek aracı Elyazması B'deki çizimlerdeki bir savaş aracı üzerinde görülmektedir ve tarihi 1485-9 dönemidir. Ancak bu çizim Leonardo'nun bu döneme ait olan tipik çizgi karakterine sahip değildir. Bunun yerine, onun gücü ve içeriği 1504 döneminde *Anghiari Savaşı* üzerine çalıştığı dönemi anımsatmaktadır. Onun iyi bitirilmiş karakterine rağmen, bu çizim büyük bir tesadüf değildir. Bazı noktalarda olanaksız çizimler sayfaya eklenmiştir, bunlar (mimari bir özne olarak) yalnızca Leonardo tarafından eklenebilecek unsurlardır.

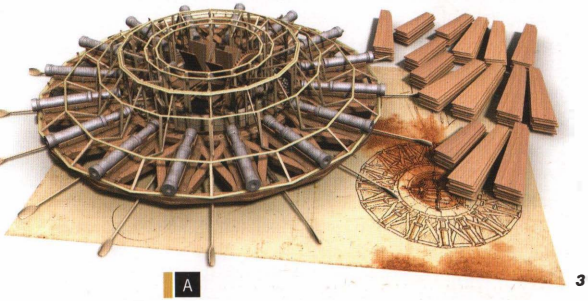
Bu çizim, onun mekanik içeriğinden daha büyük bir kuvvete sahiptir. Leonardo burada çok üstün bir silahı ortaya koymaktadır. Bu genel olarak bir taslaktır ve ayrıntıları verilmemiştir. Tarama ve süslemeler aracın etkin görünümüne katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda çizimler kristalize bir açıklığa sahiptir ve gerçek bir yapının gücünü ortaya koymaktadır. Topların ve yapıların biçimleri görsel bir hoşluk oluşturmaktadır. Makinenin amacı –bir dizi top atışı– balistik ritmin görsel ritme dönüştürülmesi gibi görünmektedir. Yalnızca uzun yıllar sonra, on altıncı yüzyılın sonuna doğru Michelangelo böylesine güçlü bir ritm duygusu uyandırabilecek biçimler yaratmıştır. Bunu Roma'daki St. Peter kilisesinin kubbesinin altındaki kasnak içinde yapmıştır.

Şekil 1
Bir yaylım ateşi topu için yapılan bu tasarım Codex Atlanticus'un ilk sayfasında çizilmiştir; en çok bilinen ve en çarpıcı çizim yukarıda sağ köşede bulunmaktadır, fakat aynı çizimdeki daha az görülen birkaç çizgi çok farklı yorumlamalara kapı açan sırları ve bilgileri ortaya koymaktadır.

Şekil 2
Tam olarak Leonardo'nun sayfasında bulunduğu gibi makinenin bir üstten görünümü.



2

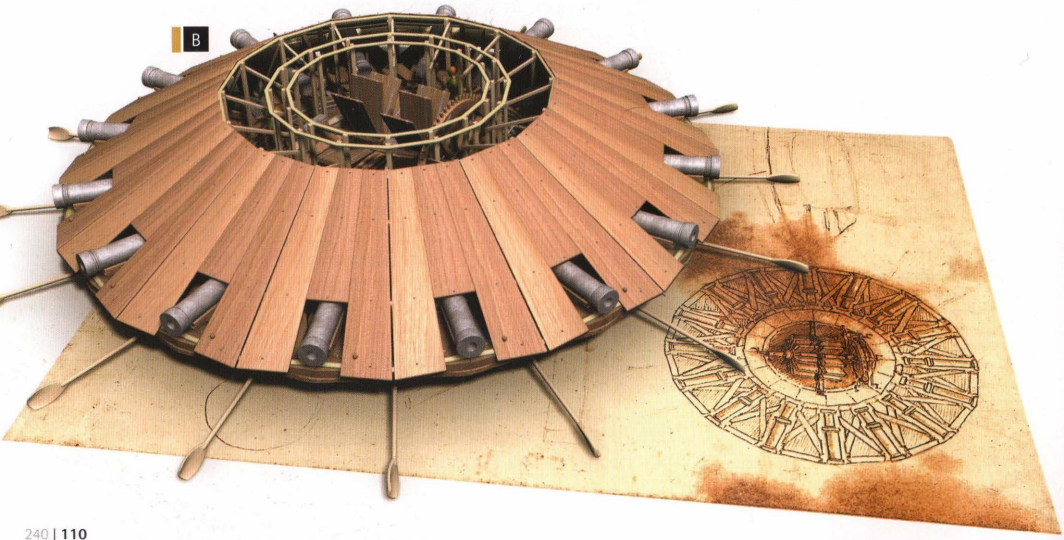


A

3

A Sayfanın üst sağında, Leonardo açık ve farklı bir çizim sunmuştur. Burada çok sayıda çizim taslağı bulunmaktadır. Bunlar farklı yorumlara neden olabilmektedir. Tarihsel olarak, her zaman için bombardıman yapan dev yapıların varsayımı yapılmıştır. Kulelerin üzerine böylesine görkemli araçlar yerleştirilmiştir. Dikkatli bir analiz yapıldığında makinenin yapılabilirlikten çok uzak olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca tüm yapının ray sistemi ana çizim içinde birbirine yakın olarak oluşturulmuştur. Makine suyun üzerinde de manevra yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Taban kısmı suya dayanıklı bir şekilde oluşturulmuştur. Çark tekerlekleri ile hareket sağlanabilmektedir. Ancak bu yapıyı bir kulenin üzerine yerleştirmek mantıksal olarak zor olacaktır. Bu yerleştirmedeki zorluklar aynı zamanda ağırlık ve yapının işi sınırlamasından kaynaklanmaktadır. Ancak ne olursa olsun, yaylım ateş topunun su üzerinde bu tasarım için olanaklı yorumlamalarından yalnızca bir tanesi olduğu unutulmamalıdır.

B Dizilim, bombardıman yapısı içinde farklı aşamaları göstermektedir. Toplar konumlandırılmıştır ve sağlam bir yapıya sabitlenmiştir. Leonardo bu kaplamayı eklemeden önce, elyazmasının üst sol kısmında tasarlanan çerçeveyi oluşturmuştur. Aşağıda yaylım ateş toplarının tamamlandıktan sonraki görünümleri bulunmaktadır.

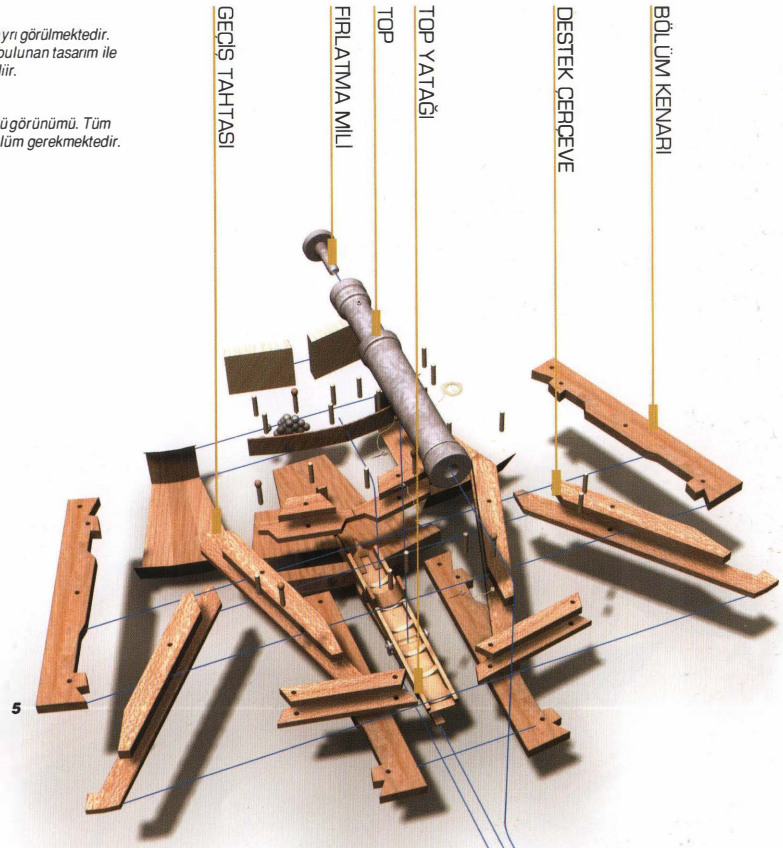


B

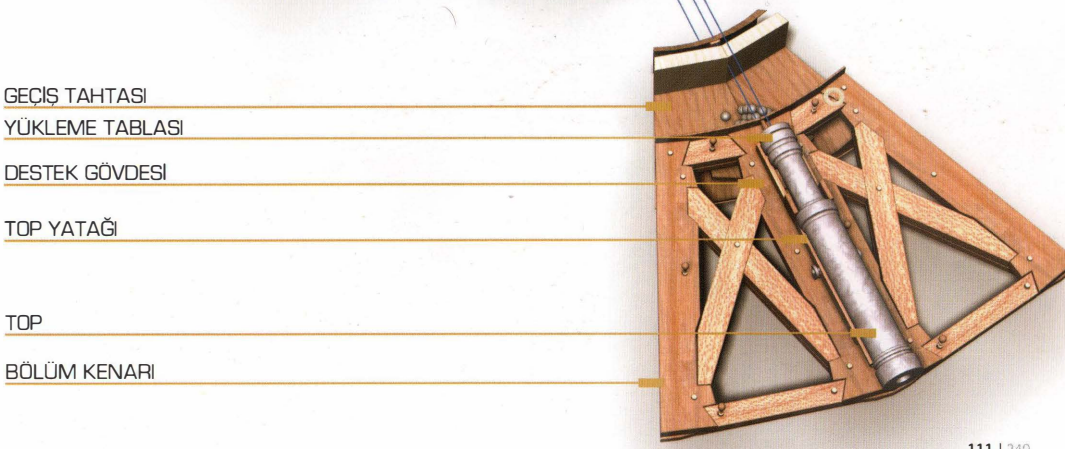
4

Şekil2, 3 ve 4
Tüm yapının parçaları ayrı ayrı görülmektedir. Elyazmasının üst kısmında bulunan tasarım ile aracın yapısı gösterilmektediir.

Şekil 5
Aracın bir bölümünün sökülü görünümü. Tüm silahı yapmak için on altı bölüm gerekmektedir.



5



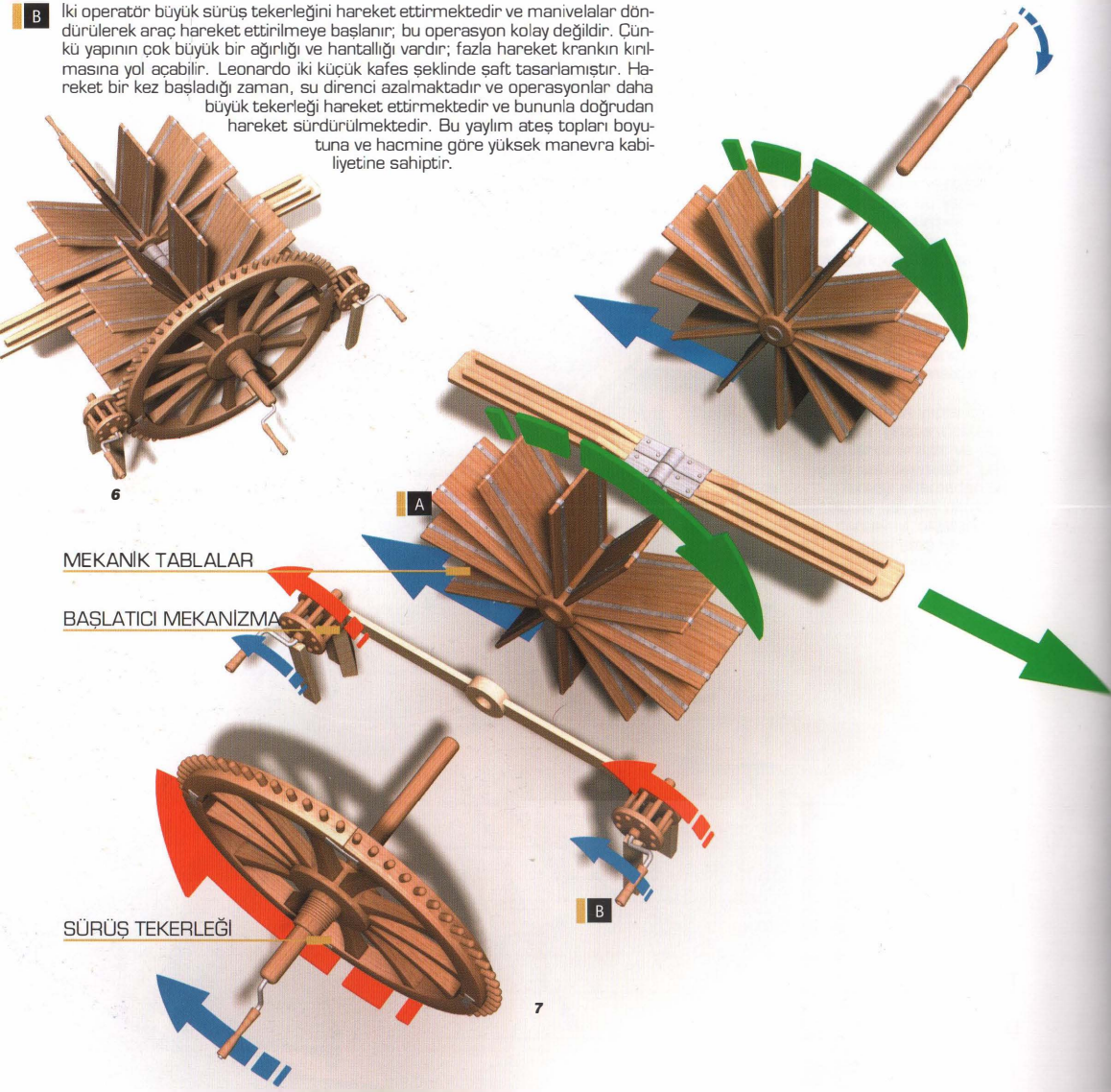
A Makinanın suya ilişkin yorumlanması muhtemelen en ilginç yönünü oluşturmaktadır; onun su üzerindeki kullanımı içsel mekanizmasını açıklamaktadır. Leonardo bunu hareket ve manevra kabiliyetinin yüksek olacağı şekilde tasarlamıştır. Benzer bir sistem kullanarak, çarklar ile güçlendirilmiş bir tekne için tasarım yapılmıştır. O çok ağırdır fakat su içinde düz bir doğrultuda hareket edebilmektedir. Araç ayrıca kendi etrafında dönebilmektedir; bu manevra basit olarak operatörün çarkları döndürmeyi durdurmasını gerektirmektedir; ya da her iki çark araçlarının karşıt yönlerde döndürülmesi ile olur.

B İki operatör büyük sürüş tekerleğini hareket ettirmektedir ve manivelalar döndürülerek araç hareket ettirilmeye başlanır; bu operasyon kolay değildir. Çünkü yapının çok büyük bir ağırlığı ve hantallığı vardır; fazla hareket krankın kırılmasına yol açabilir. Leonardo iki küçük kafes şeklinde şaft tasarlamıştır. Hareket bir kez başladığı zaman, su direnci azalmaktadır ve operasyonlar daha büyük tekerleği hareket ettirmektedir ve bununla doğrudan hareket sürdürülmektedir. Bu yaylım ateş topları boyutuna ve hacmine göre yüksek manevra kabiliyetine sahiptir.

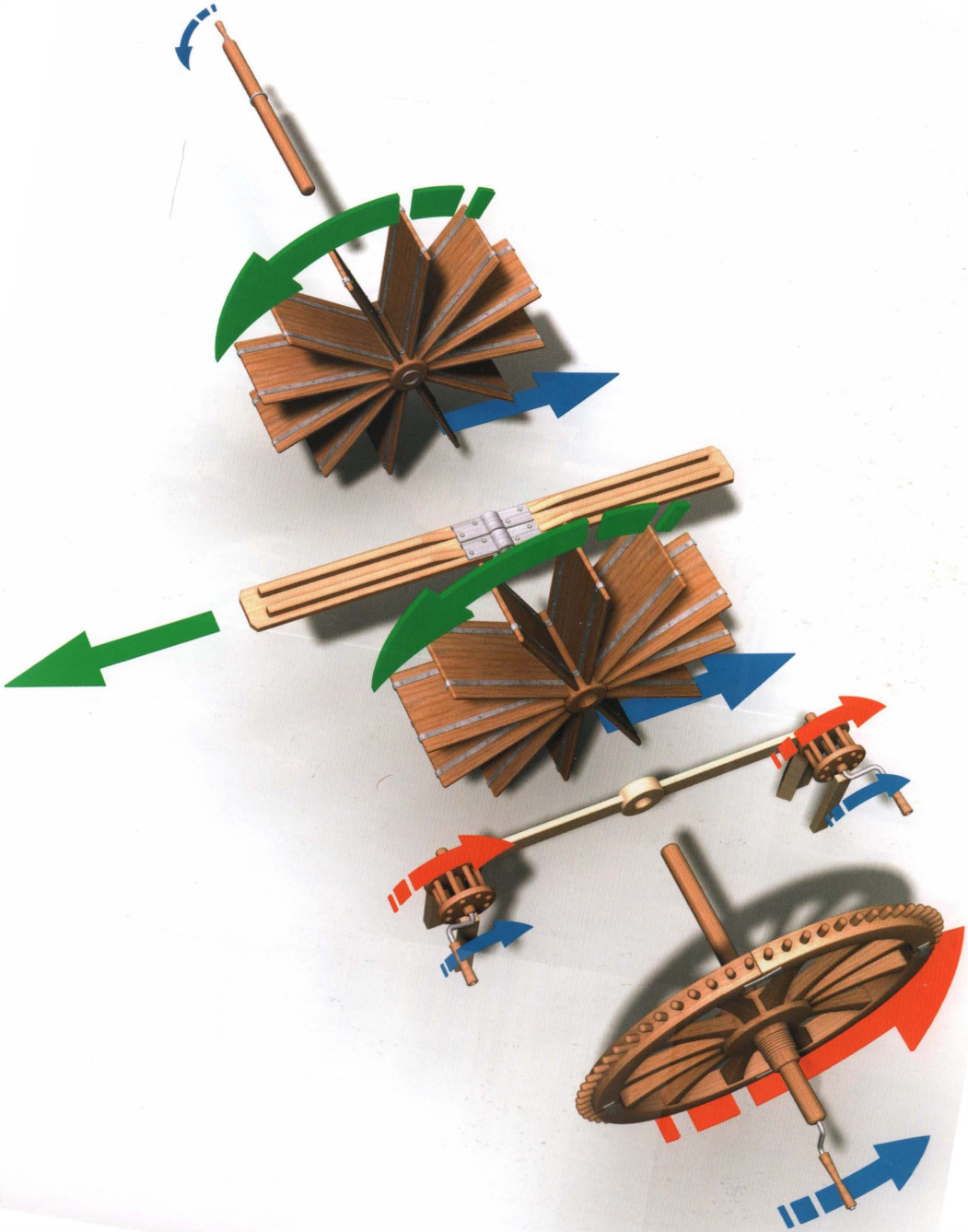
Şekil 6 ve 7
Motor mekanizmasının sökülmüş bir görünümü ve kurulum sistemi. Bu aracın yorumlaması tüm makinenin en ilgi çekici yönüdür.

Şekil 8
Yüzdürülmeye hazır olan bitmiş makinenin görünümü.

6

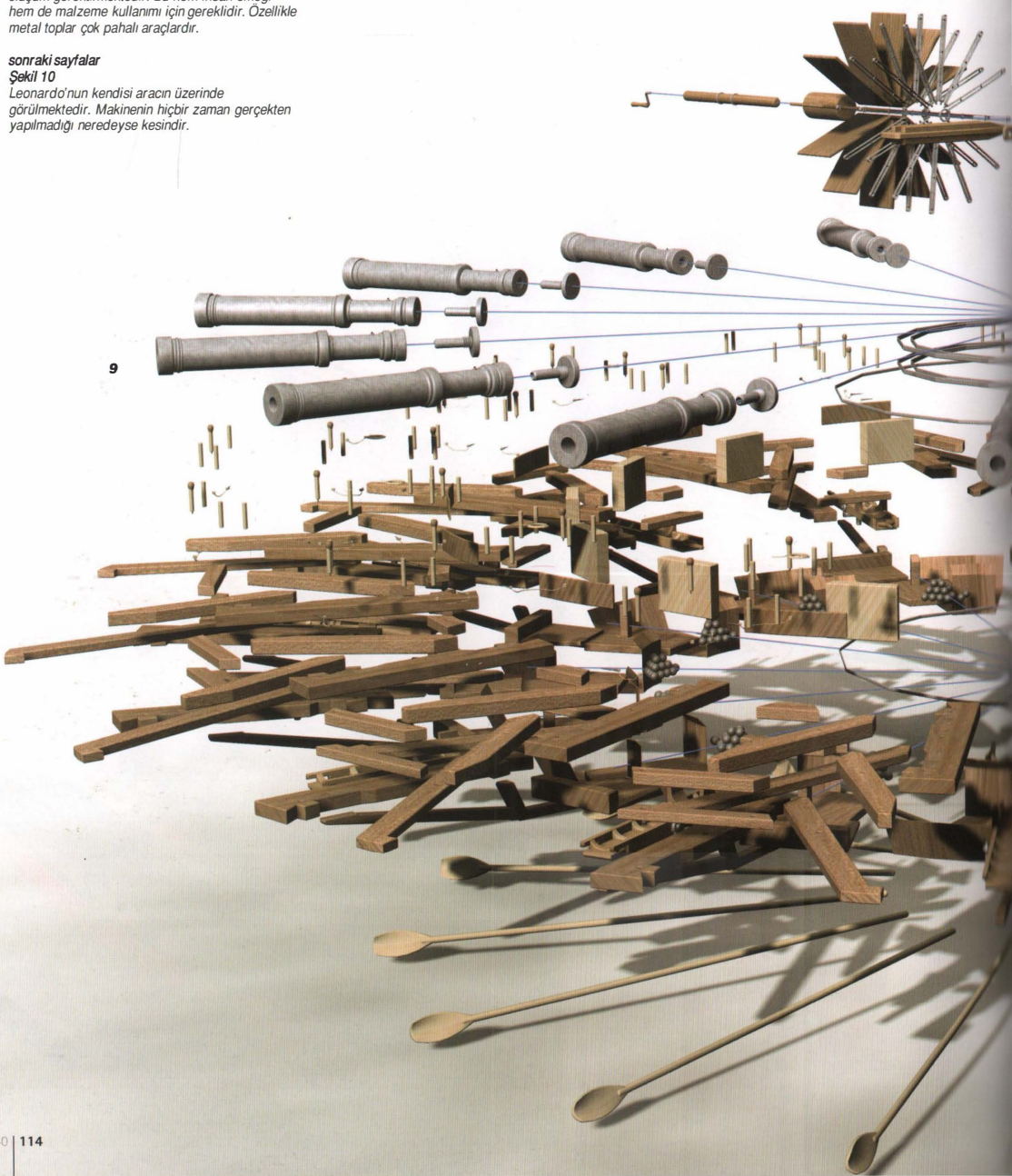


7



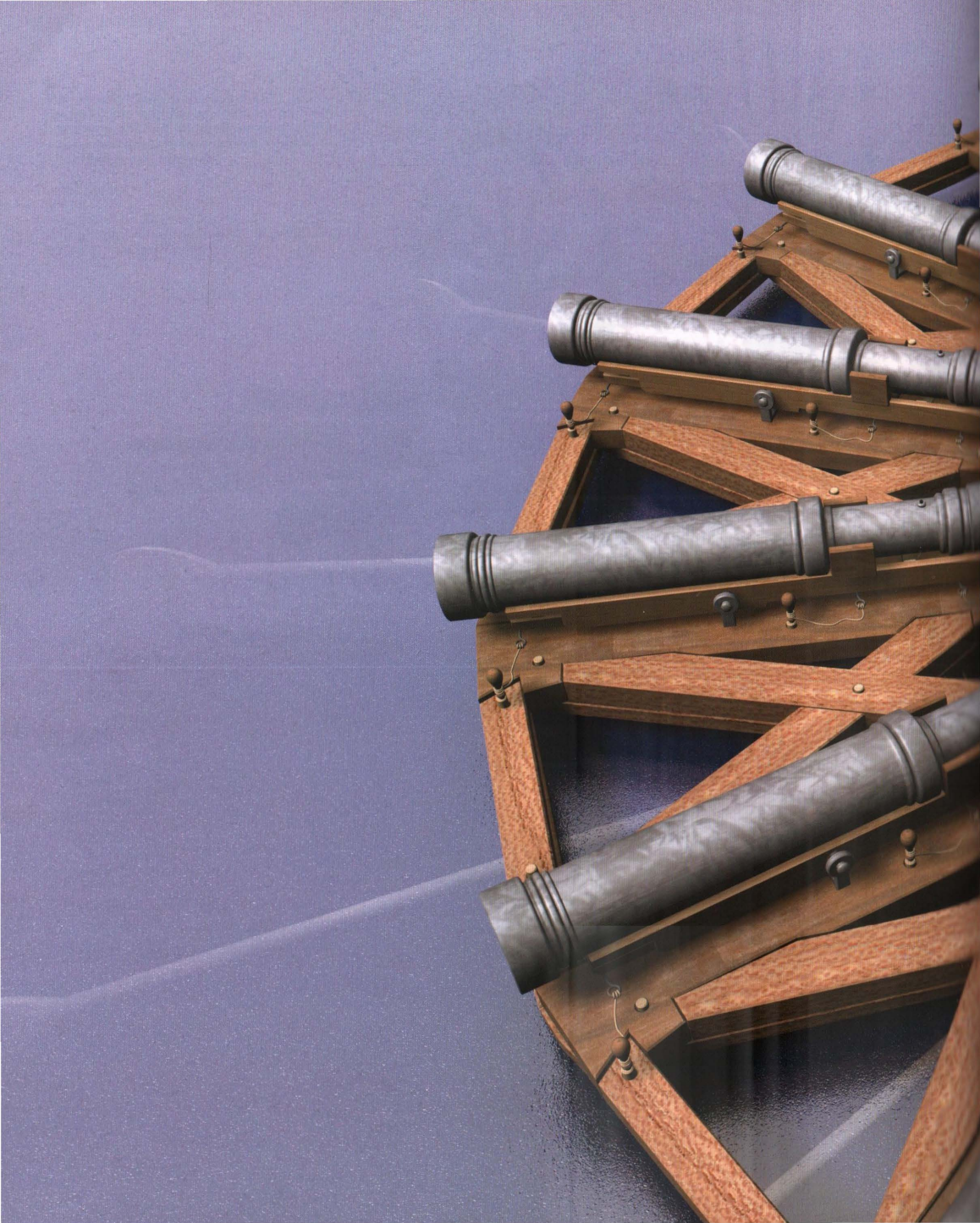
Şekil 9
Tüm parçaların sökülmüş görünümü. Suyun üzerindeki yapım ve fırlatma uzun ve pahalı bir oluşum gerektirmektedir. Bu hem insan emeği hem de malzeme kullanımı için gereklidir. Özellikle metal toplar çok pahalı araçlardır.

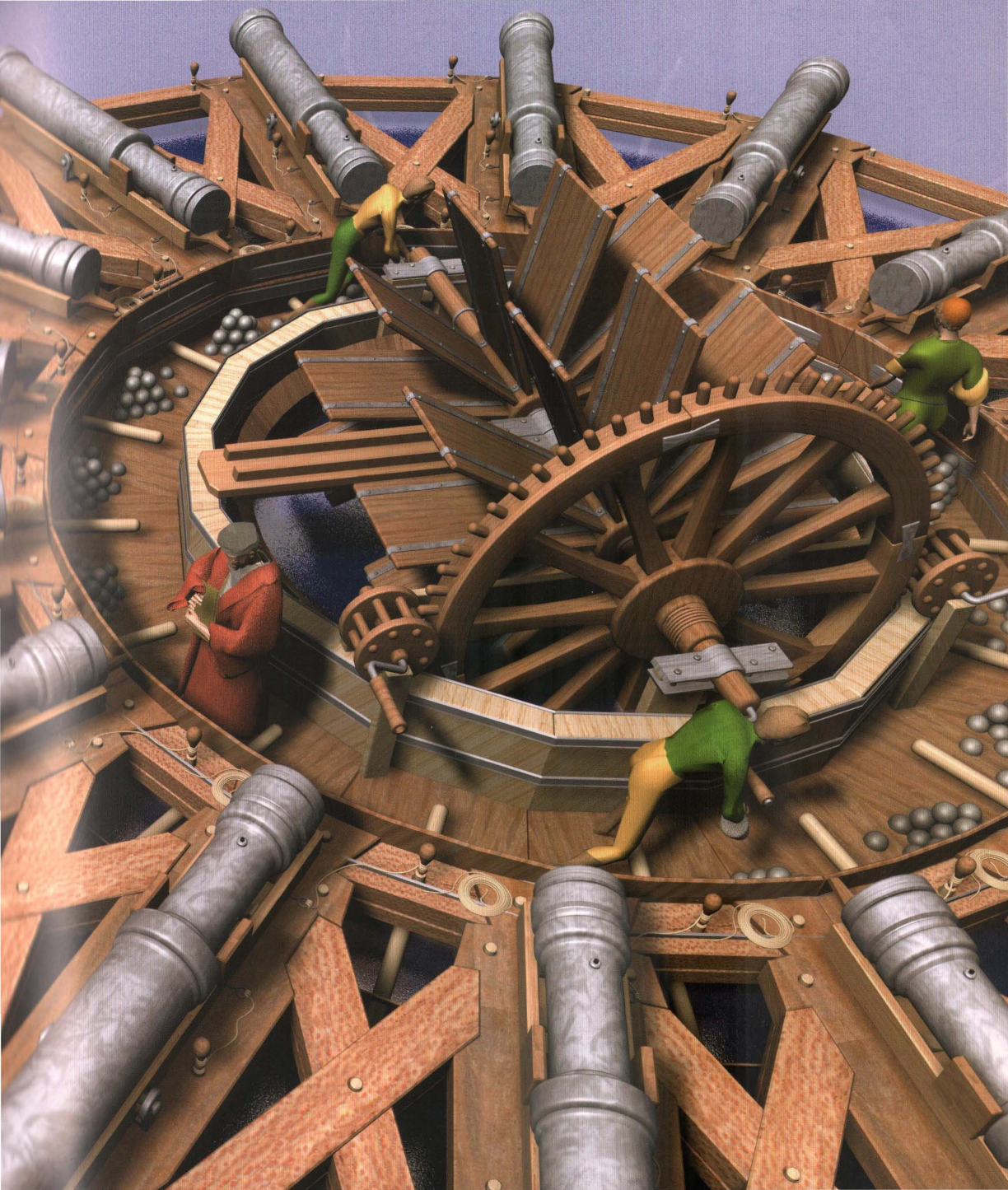
sonraki sayfalar
Şekil 10
Leonardo'nun kendisi aracın üzerinde görülmektedir. Makinenin hiçbir zaman gerçekten yapılmadığı neredeyse kesindir.



9







1

Vinci, 1452

1460

1470

1480

1490

1500

yaklaşık 1504

1510

Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 33r

Hareketli Havan Topları



2

Codex Atlanticus'da yer alan bu sayfa Leonardo'nun kişisel çalışmalarından birisi değildir, fakat himayesinde çalıştığı patronuna sunduğu bir çizimdir. Çizimler ve teknik karmaşa bitirilmiş bir çalışma olarak görülmektedir. Leonardo bu sunum çizimlerinde sıklıkla yazılı notlarını tam olarak hazırlamaktadır ya da başkaları tarafından okunabilmesi için normal bir şekilde soldan sağa elyazısı ile yazmaktadır. O, sunum imgeleri olarak teknik çizimleri kullanan tek kişi değildir. Bu ve başka makine çizimleriyle *Quattrocento* mühendislik geleneğini sürdürmektedir. Leonardo'nun öncelleri olan Francesco di Giorgio ve Taccola elyazısı ile çalışmamaktadır, bunun yerine imgelerin ve notların (Latince) daha incelikli bir derlemesini yapmışlardır. Burada kültürlü okuyucuya hitap edilmektedir.

Bu bombardıman çizimlerinin kimin için yapıldıkları bilinmemektedir. Onların üzerine tarih atılmamıştır ve kim için yapıldıkları belirtilmemiştir. İmgenin çarpıcı karakteri akla onların Leonardo'nun kariyerinde ilk yılları olduğunu getirmektedir: tasarımın açık düzeni 1490'lı yıllarda yapıldığını ortaya koymaktadır. Bu, Leonardo'nun balistik üzerine gözalıcı çalışmalar yaptığı dönemdir. Biçeme değin karakteristik yapı ise onların 1500'lü yılların başlarında yapılmış olduklarını ortaya koymaktadır. Bu dönemde çeşitli savaş alanlarında bir askeri mühendis olarak –Romanya'da Cesare Borgia ve Florente Devleti için Toskanya'da çalışmalar yürütmüştür– çalışmıştır.

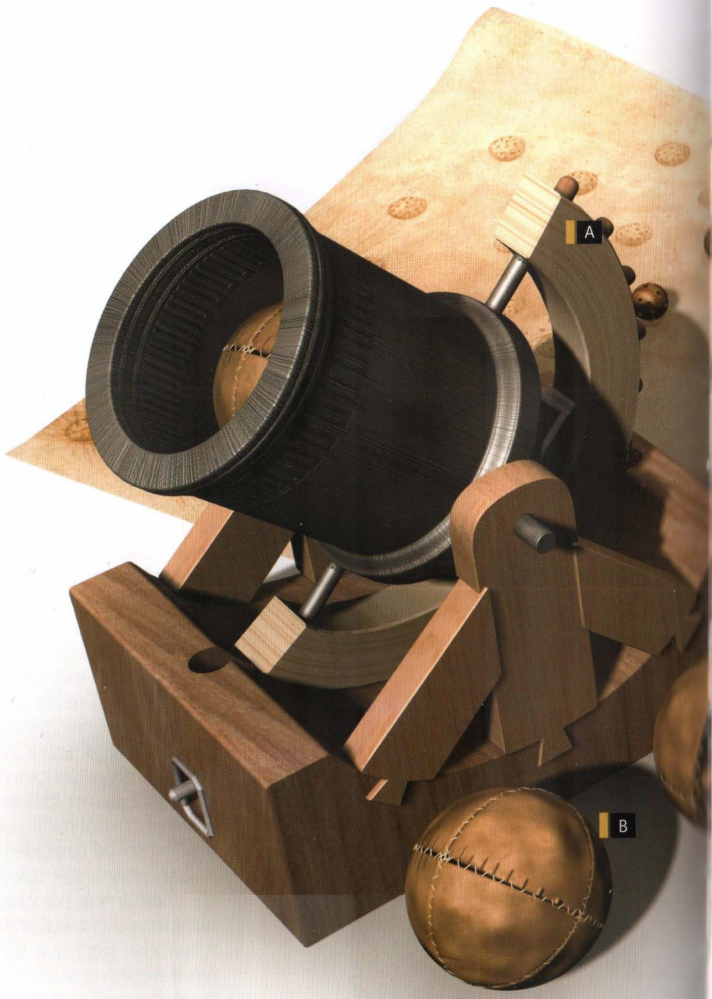
Bu çizimlerin yaklaşık 1504 (Windsor Castle, no. 12275 ve Codex Atlanticus, f. 72r) tarihli hareketli bombalar üzerine başka çalışmalarıyla olan bağlantısı bulunmaktadır. Bu tasarımlarda bombaların balistik yönü açısından sanatsal bir dönüşüm göze çarpmaktadır. Çizimlerin vurgulanması atışların parabolik yörüngesi ve özellikle (sayfanın sol tarafında) görüldüğü gibi açıldıktan sonra tek tek parçaların çizimi üzerinedir. Her bir çekimin sökülmüş parçalarının çizimi, her bir parçasının işlevini tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu kuvvet hatlarının tanımlanmasında, biz hava direnci üzerine çalışma ile balistik yasalarının kavranması üzerine çalışan bir bilim adamı algılarız. Ancak aynı zamanda, gergin raylar karşılaştırılmaz estetik güzelliğin imgeleri olurlar. Bu mekanik çizimler Leonardo'nun sel çizimleri ve hidroloji çalışmalarının hemen sonrasında yaptığı balistik çalışmalardır. Yalnızca Leonardo bilimsel yasalara ilişkin oluşumları sanatsal bir form içinde oluşturmuş ve insanlık tarihine sunmuştur.

Şekil 1
Codex Atlanticus'ta folyo 33r'de bulunan, Leonardo tarafından yapılan çizim.

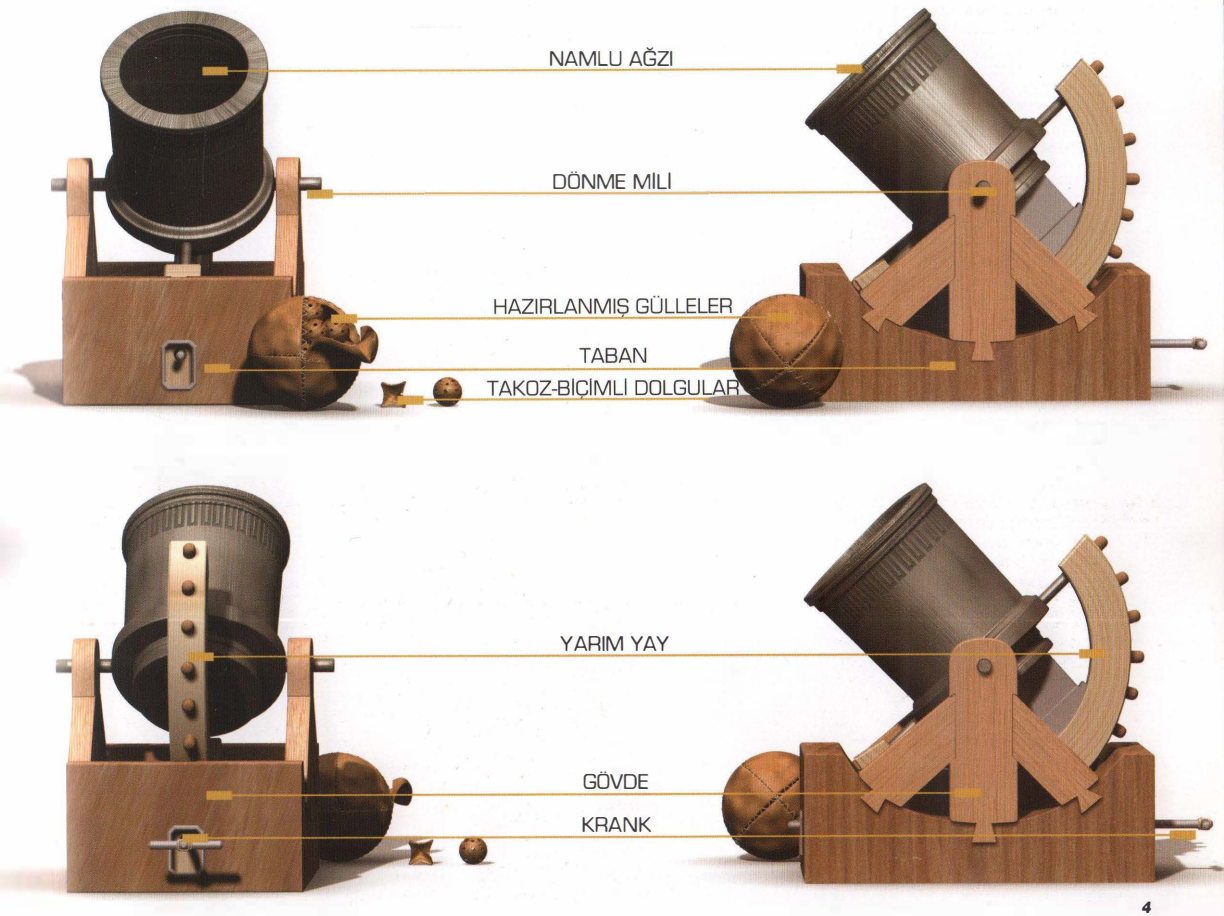
Şekil 2
Bazı mermi parçaları.

A Havan topu Leonardo'nun zamanında zaten bilinen bir silahtır. Bu tasarımın gerçekten ilginç olan yanı özsel olarak çizimin niteliğidir. O, hata kabul ettirmeyecek şekilde açıktır, hareket halindeki bombaların betimlemesini yapmaktadır ve güllelerin parçalanması ile ilgili çalışmalarını ortaya koymaktadır. Sayfa üzerinde çizilmiş olan havan topu herhangi bir belirli yenilik taşımamaktadır; o zorunlu olarak sağlam bir temel üzerine oluşturulmuştur çünkü atıştan sonraki patlama çok büyük bir enerjinin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bombardıman aracı büyük bir ihtimalle sivri uçlu metaller ve halatlar kullanılarak toprağa sabitlenmekteydi. Bomba tek bir ateş yönüne sahiptir ve operatör yalnızca atışın yüksekliğini ayarlayabilir. Atışın yönü temelin konumuna büyük ölçüde bağlıdır ve bu yere sabitledikten sonra hareket ettirilmesi çok zordur. Büyük bir saldırı alanını kaplamak için varsayımsal savaş alanı boyunca çok fazla araç konulması gerekmektedir.

A Ateşleme yüksekliği dönen bir krank aracılığıyla kolaylıkla ayarlanabilir; krank döndürüldüğü zaman, operatör büyük bir kesinlikle atışı ayarlayabilecektir. Krank salyangoz vidalı bir metalik çubuk ile harekete geçirilir; vida dişli yarımyay içindeki dişleri harekete geçirecek ve aracı yukarı ve aşağı doğru hareketlendirecektir. Bu aşamadaki ayarlama son derece önemlidir; her şeyden önce kısa, sağlam bir namlu, atış yönünün istenildiği gibi olmasını sağlayacaktır ve atış öncesi birkaç derecelik farklılık atış sırasında uzunluk açısından çok büyük bir değişikliğe neden olacaktır.



3



4

Şekil 3
Atış mekanizmasının işlevsel ve ayarlı çizimi.

Şekil 4
Parçaların betimlemesi ve yandan görünüm

sonraki sayfa
Şekil 5 ve 6
Havan topunun ve atış şeklinin sökülü görünümü.

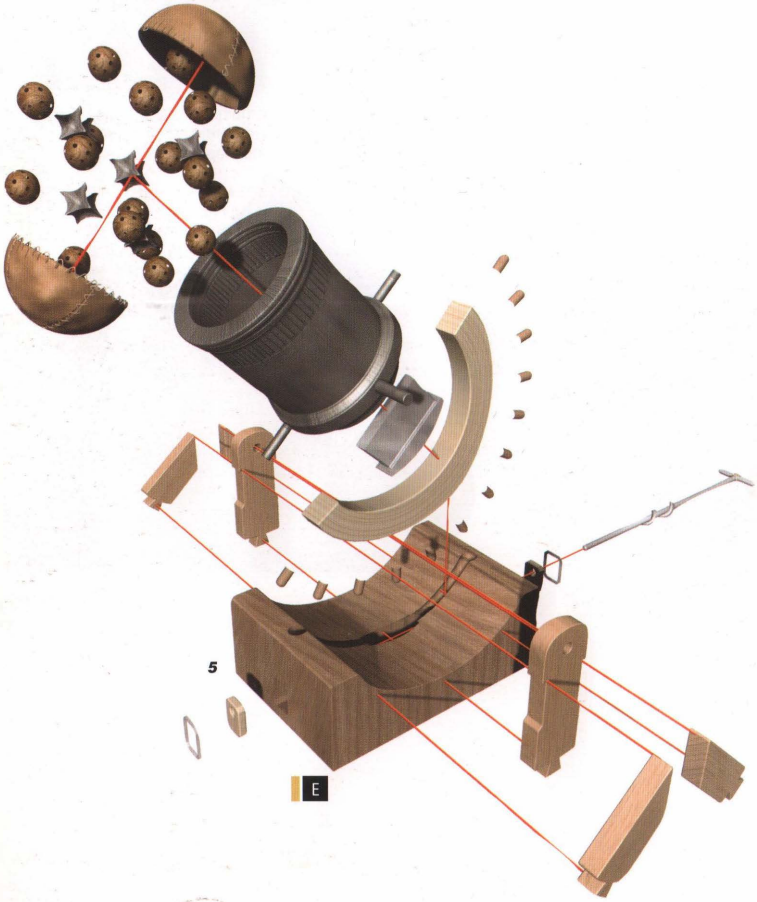
A Patlayan bir top mermisinin içsel parçalarının görselleştirilmesi: çok az barut ile kabuk içinde bulunan mermiler dağılacaktır. Leonardo'nun bohça sistemi çok etkin değildir, fakat bu dönemde başka çözümleri hayal etmek ve gerçekleştirmek zordur.

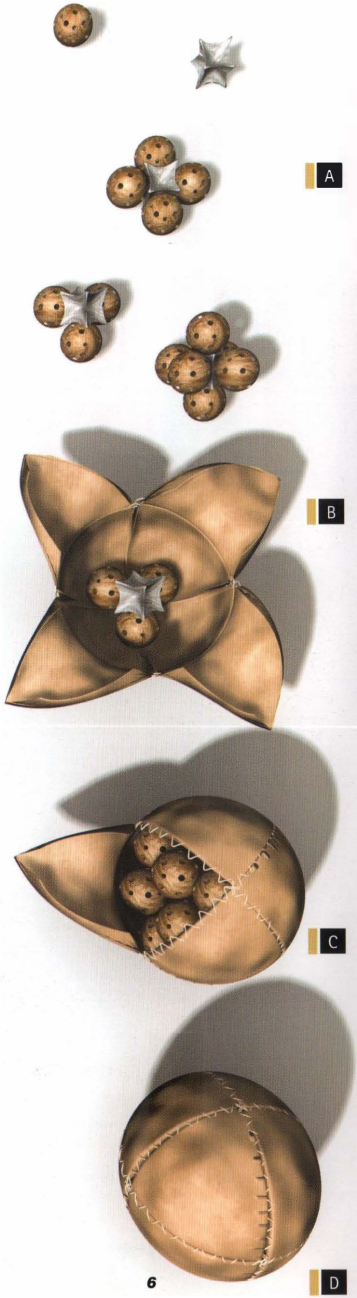
B Bütün içsel parçalar bir kez bir araya getirildiği zaman, top mermileri taç yaprağı şeklinde birleştirilmiş olacaktır.

C Top mermileri bohçasının dikilmesi elle yapılmaktadır. Son işlem tüm parçaları bir araya getiren üst parçanın birleştirilmesini içermektedir.

D Dikme işlemi bitirildiği zaman top gülleleri havanın namlusuna doldurulmaya hazırdır.

E Havan topunun sökülü bir görünümü. Bu imgede silahın karmaşık yapısını not etmek önemlidir ve onların bazıları işlevsel niteliklere sahiptir, örnek olarak salyangoz vida bir arka krankın döndürülmesi ile işleyen bir namlunun eğiminin ayarlanmasında kullanılır.



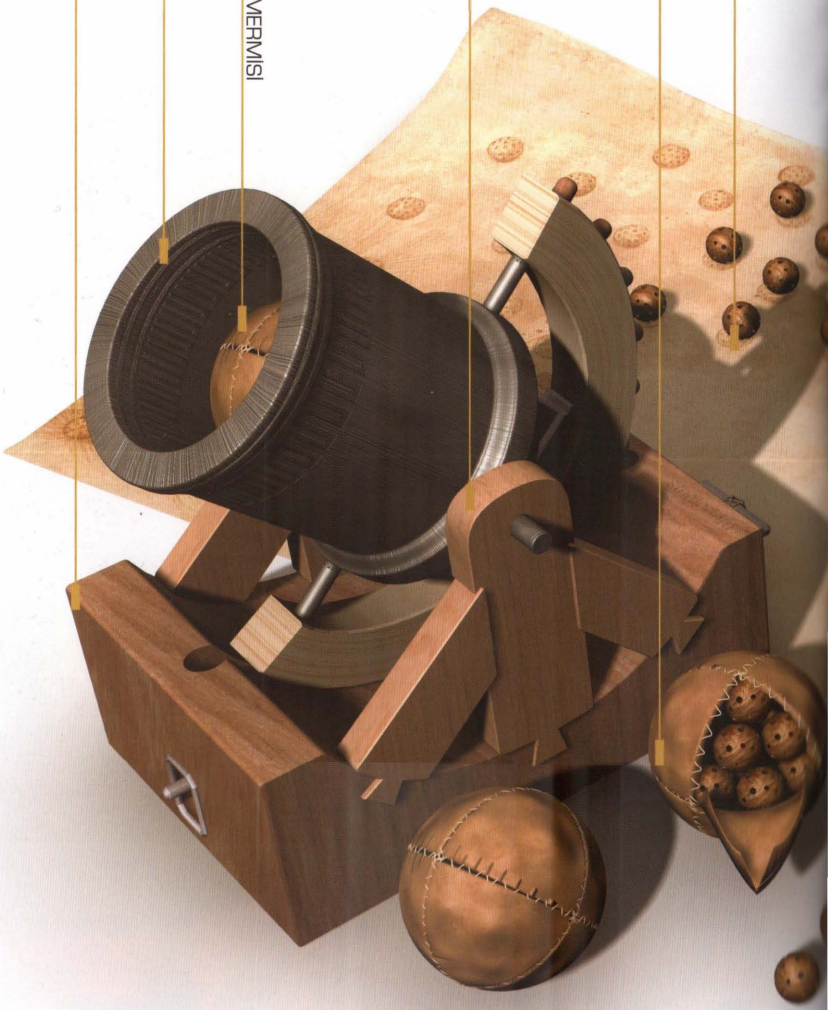




sonraki sayfa

Şekil 7
Ateşleme konumundaki bir topun görünümü.

Şekil 8
Folyonun üst tarafına yerleştirilmiş olan havan topu. Leonardo'nun çizimindeki kendi konumunda görülmektedir. Başka yorumlamalar için hiç bir alan bırakmamaktadır.




KABLOLAR
ÇENGELLER
KRANK
YARIM YAY
NAMLU
DÖNME MİLİ
TAKOZ-BİÇİMLİ DOLGULAR

8

Vinci, 1452

1460

1470

1480

1490

1500

1507-1510

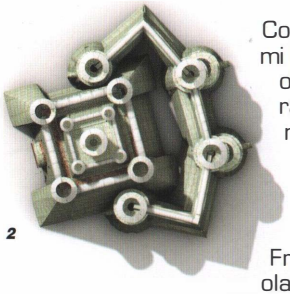
1510

Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 117r

1

Kale



2

Codex Atlanticus'taki bu sayfada yer alan bir kale çizimi Leonardo'nun yaklaşık 1508 yılında Milan'da geçici olarak bulunduğu ikinci ziyaretine aittir. Politik sahne radikal olarak değişmiştir ve Sforza hanedanlığı egemenliğini Fransızlara bırakmak zorunda kalmıştır. Leonardo, daha önceden Sforza için çalışmış biri olarak Fransız hükümetinden önemli yetkiler almıştır ve *'ingenieur ordinaire'* olarak adlandırılmıştır. Bir kale yaptığı bu tasarım büyük bir olasılıkla Fransızlar için yapılmıştır. Bu dönemde onlar askeri olarak güvenli yerlere gereksinim duyuyorlardı.

Bu, Leonardo'nun ilk kez askeri bir göreve tayin edilmesi değildi. Sforza'dan bazı küçük yetkiler aldıktan sonra Venedik yetkilileri için danışman olarak görev yapmıştır ve kısa bir süre sonra Romanya bölgesini istila etmek için Cesare Borgia'nın hizmetinde bulunmuştur. Cesare Borgia için çalışmadan hemen önce (*Anghiari Savaşı* için savaş konusunda yaptığı sanatsal çalışmalardan önce, 1502'de) Leonardo sistematik olarak ateşli silahlar üzerine önemli yenilikler gerçekleştirmiştir. O, balistik üzerine çalışmalar yapmıştır, ateşli silahlar tasarlamıştır, bulunulan noktadan savunma yöntemleri geliştirmiştir ve incelikli kale ve kule tasarımları yapmıştır. Bunların her birinde düşman ateşinden en az etkilenmeyi sağlayacak yüzey çalışmalarında bulunmuştur.

Bu kale tasarımı nitelik olarak karşıt bir yapıya sahiptir. Leonardo bir taraftan daha önceki yıllarda geliştirmiş olduğu yenilikçi mimari çözümlerin bazılarını uygulamıştır, diğer yandan kale pek çok açıdan yepyeni bir görünüm taşımaktadır. Kalenin kenarlarının çokgen bir yapıya sahip olması daha önce rastlanmayan bir durumdur. İlk olarak, ana kapının dışındaki duvara eğimli, dışbükey bir şekil verilmiştir, fakat bu fikrini değiştirerek kaleye çokgen ve açılı bir şekil vermiştir. Bu, birkaç kalede Francesco di Giorgio tarafından tercih edilmiş bir biçimdir ve İtalya'nın çeşitli bölümlerinde inşa edilmiştir ve Leonardo bunlardan etkilenmiş olabilir. 1500'lü yılların hemen başlarında Leonardo, Francesco di Giorgio tarafından hazırlanmış olan *Treatise on Architecture* (Mimari Üzerine Tezler) çalışmasının bir kopyasını inceleme fırsatına sahip olmuştur. Hatta bu çalışmanın üzerine kendi notlarından bazılarını eklemiştir. Ayrıca yenilikçi ve olmasına rağmen, devrimci formlardan uzak olan kale planının patronlarının isteği doğrultusunda bu şekilde çizilmiş olması da olasıdır.

Şekil 1
Kalenin açık bir çiziminin olduğu folyo askeri gereklilikler gözetilerek oluşturulmuştur.

Şekil 2
Kalenin planının bir görünümü.

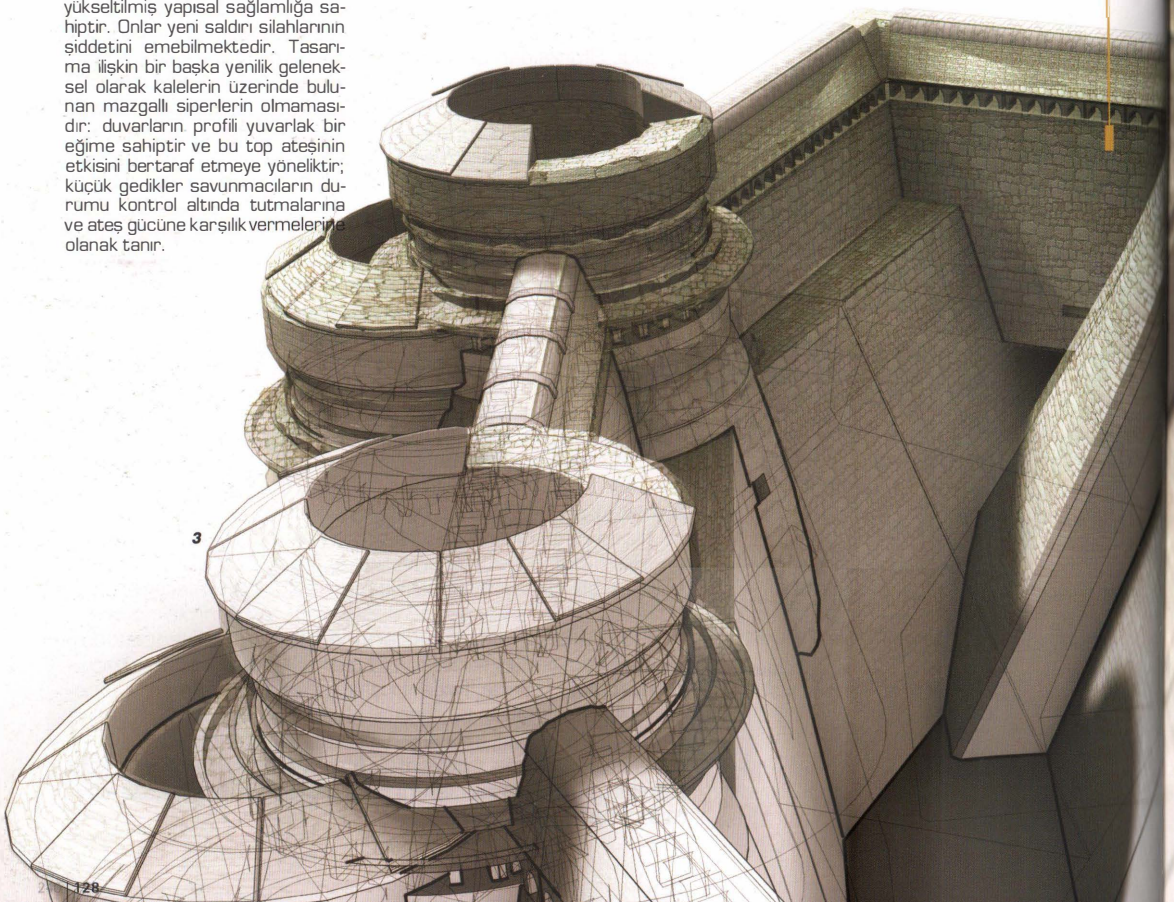
A

Bu kale büyük bir olasılıkla dağlık bir alan için tasarlanmıştır; bir tepenin ya da dağın tepesine yerleşecek şekilde yapılmıştır, duvarların boyutları ve ayırt edici şekli kalenin pratik olarak fırtınaya karşı bir yapıya sahip olmasını sağlar. Çevreleyen duvarlar kale komutanının yaşadığı merkezin daha korunaklı bir bölmede kalmasını olanaklı kılmaktadır. Yaklaşık olarak 1400'lü yılların ortalarında, barutun ve ateşli silahların kullanılması geliştirilmiştir ve tüm savunma sistemleri kale duvarlarını da kapsamaktadır ve onlar bu yeni saldırı türüne karşı ayarlanmalıdır. Leonardo duvarların dikey bölümleri ve planı arasında gözle görülür bir ekleme tasarlamıştır. Bu profil türüne sahip duvarlar, yükseltilmiş yapısal sağlamlığa sahiptir. Onlar yeni saldırı silahlarının şiddetini emebilmektedir. Tasarıma ilişkin bir başka yenilik geleneksel olarak kalelerin üzerinde bulunan mazgallı siperlerin olmamasıdır: duvarların profili yuvarlak bir eğime sahiptir ve bu top ateşinin etkisini bertaraf etmeye yöneliktir; küçük gedikler savunmacıların durumu kontrol altında tutmalarına ve ateş gücüne karşılık vermelerine olanak tanır.

B

Tüm kalelerin geometrik yapısı ilgi çekicidir ve çok dikkatli bir şekilde planlanmıştır. Duvarların aşılamaz olduğuna inanarak, Leonardo kalenin üst tarafının kaplanması üzerine kaygılanmamıştır. Hendekler ve eğimler ile doğal yapı desteklenmiştir; tersine olarak, kalenin çevresi kolay bir şekilde kaçmayı olanaksız kılacak bir şekilde düzenlenmiştir. Düşmanlar kalenin saldırılamaz olduğunu anladıkları zaman onların güvenli bir şekilde geri dönmelerini engelleyecek yapılar oluşturulmuştur.

Şekil 3
Kale öylesine korunaklı ve ele geçirilmez bir yapıya sahiptir ki herhangi bir saldırı boşuna olacaktır.



3

GİRİŞ
İÇ ÇEMBER
KOMUTAN BÖLMESİ
MERKEZİ KORUMA
A
DUVARLARIN PLANI
SİPER
B
KULELER



003 Hidrolik Makineler

Mekanik Testere
Çarklı Tekne
Asma Köprü
Tarama Makinesi

Leonardo sıklıkla suyun hava ile olan birleşmesi üzerine çalışmalar yapmıştır. O hem hidrolik hem de uçuş makineleri tasarlamıştır. Havanın davranışını kavramada kendisine yardımcı olacak dalgalar üzerine çalışmalar yürütmüştür ve onun uçuş makinelerinin bazıları hem biçim hem de mekanik konsept olarak tekneleri anımsatmaktadır (Codex Atlanticus, f.156r ve 860r). Ancak başka bir açıdan bakıldığında, iki alan birbirinden çok farklıdır. Uçuş makinesinin tasarımları Leonardo'nun özel dünyasının bir parçasıdır: onun müşterilerinin herhangi birinden bu yönde bir sipariş ya da istek geldiğine dair hiçbir kanıt yoktur ve bizim izlenimimiz Leonardo'nun bunu kendi yaratıcı etkinlik sırrı olarak taşıdığıdır. Hidrolik mühendislik Leonardo'nun üzerinde en fazla çalışma yaptığı alandır. Yalnızca kişisel çalışmalarında değil, aynı zamanda gerçek projeler ve hükümdarlardan aldığı önemli siparişlerde bu konuda yoğun çalışmalar yapmıştır.

Vasari bizi, Floransa'daki ilk döneminde, gençlik yıllarında kamu yararına olan sorunları çözme konusunda Leonardo'ya danışıldığı konusunda bilgilendirmektedir: 'Ve o çok genç iken, ilk işi Pisa ve Floransa arasında teknelerin ilerleyebileceği bir kanal yapma projesi olmuştur. 'Hidrolik mühendisliğin Leonardo'nun neden üzerinde en fazla çalıştığı alan olduğunu anlamak kolaydır. Leonardo kendisine iş veren patronların isteği doğrultusunda çalışmıştır. Leonardo'nun yaşadığı dönemde en fazla gereksinim duyulan konulardan birisi ticari ulaşımın en hızlı aracı olan suyun kullanılmasıdır.

Leonardo kendisini iki merkezde çalışırken bulmuştur—Floransa ve Milan. Bunların ikisi de denizden uzaktır. Her iki şehir de bu engeli aşmak için hayal gücünü zorlamaktadır ya da büyük miktarlarda paralar harcamaya hazırlardır. Leonardo sorunun çözülmesinde çok önemli bir rol üstlenmiştir. Bir taraftan daha önceden başlatılmış projelerin ilerlemesi için çalışmalar yürütmekte, diğer yandan yeni fikirler ortaya koymaktadır. Milan'da, Navigli kanal sistemi çok ilerlemiş çözümler kullanmıştır. Leonardo bu oluşumdan büyük bir fayda sağlayacaktır. Floransa'da, Filippo Brunelleschi teknelerin yüzdürülmesi sorunu üzerine çalışmış ve az da olsa başarı kazanmıştır. O, *il Badalone* ('canavar') olarak bilinen garip, büyük bir tekne tasarlamıştır. Bununla ağır mermer blokların Floransa'ya yakın denizler boyunca taşınabileceği düşünülmüştür fakat o batmıştır ya da yolculuk sırasında yükü kaybolmuştur.

Genç Leonardo'nun bu konuya ilişkin hiçbir çizimi yoktur. Bir varsayıma göre Codex Atlanticus'ta folyo 90v'de bir ka-

nal boyunca ilerleme sistemine ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Biz Leonardo'nun hidrolik sorunlarına ilişkin olarak kariyerinin erken döneminde çizimler yaptığını biliyoruz. Özellikle suyun kaldırma kuvvetine ilişkin olarak mekanik araçların çizimleri Codex Atlanticus'ta yer almaktadır. Bunların en ünlüsü Arşimed vidası olarak adlandırılan (bir silindirin içinde suyun yönlendirilmesini sağlayan bir düzenektir) sistem Toskanalı mühendisler tarafından daha önceden icat edilmiş ve suya yön verilmesinde kullanılmaya başlanmıştır.

Hidrolik makinelerin tasarımı Leonardo'nun suyun fiziksel ve dinamik davranışı üzerine yaptığı araştırmalarla sıkı sıkıya bağlıdır. Leonardo daha sonraki yıllarda Floransa'da yaptığı çalışmalarında ve Milan'a taşındıktan hemen sonra (1482-3) su ile havanın benzerlikleri üzerinde çalışmalar yapmıştır. Uçan balık, üzerinde yoğun olarak çalıştığı bir hayvan olmuştur. (Elyazması B'de folyo 81v'de, buna ilişkin çizimler bulunmaktadır, yaklaşık 1486-9). Daha teorik bilimsel çalışmalardan uzak olarak, bu dönemde, Leonardo pratik uygulamaların ötesine geçmektedir. Hayal gücünün sınırlarını zorlayarak denizaltı tasarımı yapmıştır. Bu, suyun altında tamamen gömülü olarak hareket edebilen ve düşman gemilerine saldırıda bulunabilen bir araçtır (Elyazması B, f.81v ve Codex Atlanticus, f.881r).

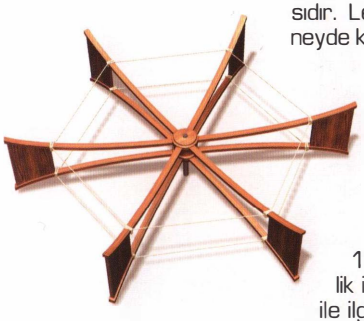
Leonardo birkaç yıl sonra, 1499 yılında Milan'dan ayrıldıktan hemen sonra Venedik'te bu alanda başka pratik uygulamalar yapmıştır. Serene Devleti Osmanlı İmparatorluğu'nun ilerleme tehditine karşılık olarak doğu sınırlarının etkin bir şekilde savunulması konusunda onu görevlendirmiştir. Leonardo Isonza nehri üzerinde kazıklar kullanarak bir savunma sistemi tasarlamıştır (Codex Atlanticus, ff.638dv, 215r). O, bu tasarımlar üzerinde çalışırken, sıklıkla kamu işleri yapmıştır. Bir folyodan elde edilen (Windsor 12680) bilgiye göre Arno Nehri'nin akışına bağlı olarak bir zincir sistemi kurmuştur. Bu sayfalar normal olarak soldan sağa doğru yazılmaktadır, bu durum çalışmaların müşterilerine gösterilmek üzere tasarlanmış olduğunu ortaya koymaktadır.

Leonardo 1500'lü yılların başlarında Floransa'ya dönmüştür ve devlet otoriteleri ona en azından üç büyük hidrolik mühendislik projesi vermiştir: bunlar Arno nehri üzerinde teknelerin yüzdürülmesi problemi, başkaldıran Pisa yönetimini susuz bırakmak için Arno Nehrinin yönünün değiştirilmesi (bu hem hidrolik hem de askeri mühendislik gerektiren bir projedir) ve son olarak Arno Nehri'nin Floran-

sa'ya yakın bölümünün geliştirilmesi girişimidir.

1508 yılından sonra, Leonardo Milan'a dönmüştür. Burası artık Fransız egemenliği altındadır. O, Fransa Kralı'nın emriyle *'peintre et ingénieur ordinaire'* (kadrolu, ressam ve mühendis) olmuştur. Başka görevlerine karşı, çeşitli mekanizmalar ve hidrolik makineler tasarlamıştır. Bunların tümü az ya da çok özgündür ve hepsi az ya da çok uygulanabilirdir. 1508-10 yılları dolayında kendi kişisel çalışmalarına da ağırlık vermiştir. Hidrolik makineler ve araçlar çok ilginç sonuçlar elde etmesini sağlamıştır. Bu çalışmalar Codex Leicester ve Elyazması F'de yer almaktadır. Onun kişisel çalışmaları her zaman pratik sorunlardan özgür değildir. Sıklıkla iki çalışmayı paralel olarak birlikte yürütmektedir ve onların birlikte yapılması Leonardo'nun çalışmalarında çok ilginç sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

Bu birlikte çalışmanın mükemmel örneği Leonardo'nun çizimlerinde kendisini göstermektedir. Hem pratik hem de teorik düşünceler aynı anda ortaya konulmaktadır. Elyazması F (ff.13v ve 15r) suyun belli bir havuzdan yükseğe çıkarılmasını sağlayan bir makine tasarımıdır. Bu, tekerlekler tarafından harekete geçirilen bir merkezkaç uygulamaktadır (bu hidrolik bir nehrin içinde hareket eden ya da hayvanlar tarafından döndürülen bir teknede yapılan bir çalışmadır); suyun emilmesi sonucunda bir girdap oluşmaktadır. Bunun arkasındaki fikir girdabın ve onun davranışının biçimlendirilmesinin teorik bir çalışmasının yapılmasıdır. Leonardo bu noktada merkezkaç kuvvetini teorik bir deneyde kullanılmıştır. Bunun için suyun içine girdap oluşturan bir makine icat etmiştir. Elyazması F'de folyo 16r'de 'yapay bir girdap' oluşturulmuştur. Bu, makinenin amacının tamamen deneysel olduğunu göstermektedir. Ancak bu daha sonrasında bilimsel devrim oluşumuna fayda sağlayacak bir kavramdır. Galileo Galilei onun araştırmalarını desteklemek için çeşitli araçlar yapan bir atölye kurmuştur.



Leonardo kariyerinin son yıllarında –Roma (1513-16) ve Fransa (1517-19) arasında– hidrolik mühendislik ile iligili prestijli görevler almıştır. Roma'da toprak ıslahı ile ilgili çalışmalar yapmıştır (Windsor 12684) ve ayrıca Civitavecchia limanında tasarımlar üzerine çalışmıştır. Fransa'da bulunduğu dönemden bir grup sayfada (Codex Atlanticus, ff.69br, 574, 790r, 810r, 1016r) bir kaynağa ilişkin olarak karmaşık bir hidrolik sistem keşfi yapmıştır. Bu, büyük bir olasılıkla yaşamının geri kalanında himayesi altında bulunacağı Fransa Kralı I. François için yapmış olduğu çalışmadır.

Vinci, 1452

1460

1470

yaklaşık 1478

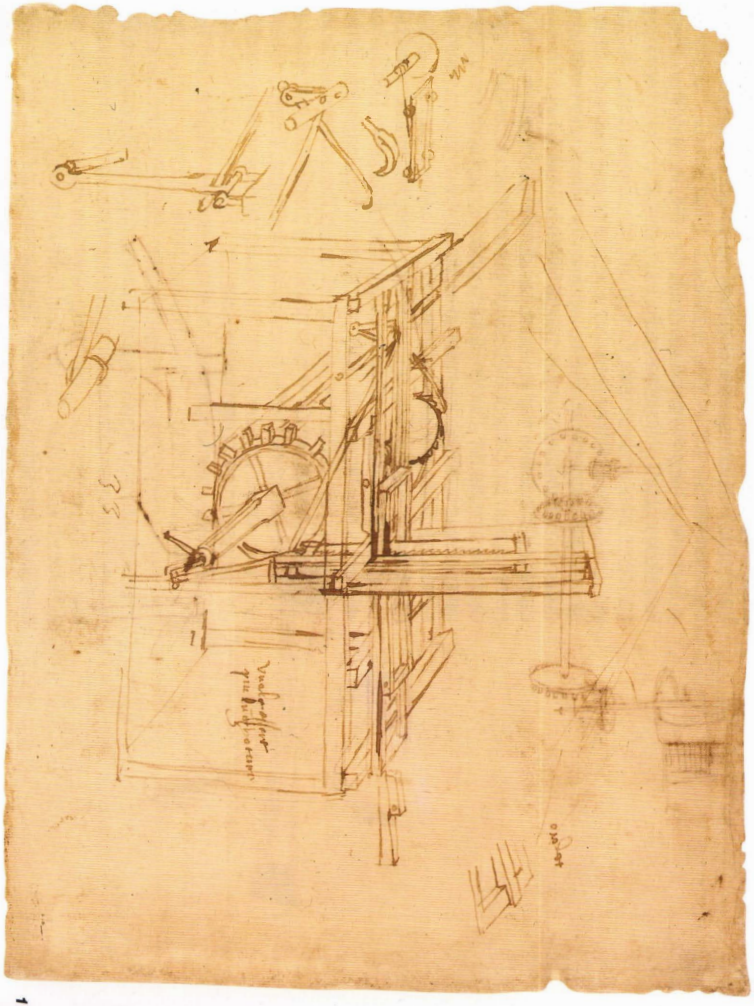
1480

1490

1500

1510

Amboise, 1519



1

Codex Atlanticus, f. 1078ar

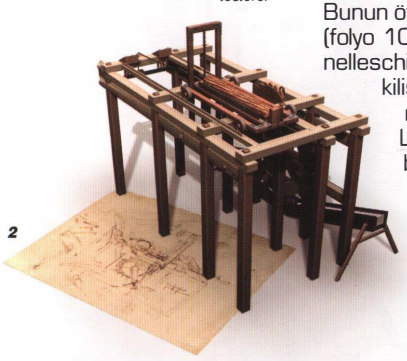
Mekanik Testere

Codex Atlanticus olarak bilinen karmaşık derlemede, sıklıkla içsel niteliğin mekanik çizimleri görülür. Eğer yanlarında notlar ve başka çizimler yoksa bu çizimlerde Leonardo'nun elinin olduğunu anlamak zordur. Bu folyo üzerindeki mekanik testerenin çizimi bir örnektir. Mekanizmanın çerçevesini betimleyen dolmakalem ve mürekkep çizgileri üzerinde çok fazla çalışılmış bir biçem vardır. Bu çizimin bireysel sorumluluğu icat edilmek yerine kopyalanabilir, bir çizgiyi diğerinin üzerine yerleştirerek gerçek bir makinenin ya da çizimin bir kaydı elde edilebilir. İkinci varsayım daha akla yatkındır, özellikle bu çizimin Leonardo'ya ait olduğunu düşünüyorsak. Perspektif tahminidir ve eski modadır. *Quattrocento* mühendislerinin çoğu tarafından yapılan makinelerin çizimlerini anımsatmaktadır. Bu daha eski imgeler makinenin genel bir ideasını vermektedir. Doğru perspektif ve uzamsal temsil üzerinde görsel gelenek kullanılmıştır. Taccola gibi yazarların makaleleri aracılığıyla, Codex Atlanticus'ta bulunan bu çizimlere benzer olarak çok sayıda mekanik çizim bulabiliriz.

Bu çizime yönelik öneri onun bir kopya olduğudur. Bu Leonardo'nun döneminde zaten kullanılan bir araçtır ve dönemin en çok tanınan iki mühendisi olan Lorenzo ve Benvenuto della Golpaja'ya benzer bir makine yapmışlardır. Şimdi Venedik'te bulunan elyazmasında bunu destekleyen çizimler bulunmaktadır. Ancak Leonardo'nun çizimi grafik veya kavram açısından daha gelişmiştir ve makinenin yapısı daha ayrıntılı olarak verilmiştir. Sayfanın arka tarafında (1078av) bir tasarımdan çok bir çizime benzeyen imgelerin Leonardo'ya ait olduğu açıktır. Testere tasarımı üzerindeki okunabilir notta *'Vuole essere più lungo tutto'* ('Her şey daha uzun olmalıdır') yazmaktadır. Bu, belki de tasarım üzerindeki değişiklikleri göstermektedir. Yazı normal olarak soldan sağa doğru yazılmıştır. Bu, Leonardo'nun çizimini başka birisi ile paylaşmak istediği zaman kullandığı yöntemdir. Bunun ötesinde, kağıttaki fragmanın üzerinde mekanik testere (folyo 1078v) olan orijinal parça bulunmaktadır. Burada Brunelleschi tipi çizimler bulunmaktadır ve Santa Maria del Fiore kilisesinin kubbesince Bronelleschi tarafından kullanılan mekanizmalar bulunmaktadır. Buradaki elyazmaları Leonardo'ya ait değildir. Bu tasarımın doğası açıktır: buluş döneminden önce ilk araştırmalarını yaptığı döneme ait tipik bir çalışmadır ve genç Leonardo kendisinden önce gelen büyük gelenekler üzerinde çalışmalar yapmaktadır.

Şekil 1
Codex Atlanticus'taki folyo 1078ar.

Şekil 2
Şekil 1'deki folyonun üst kısmındaki mekanik testere.

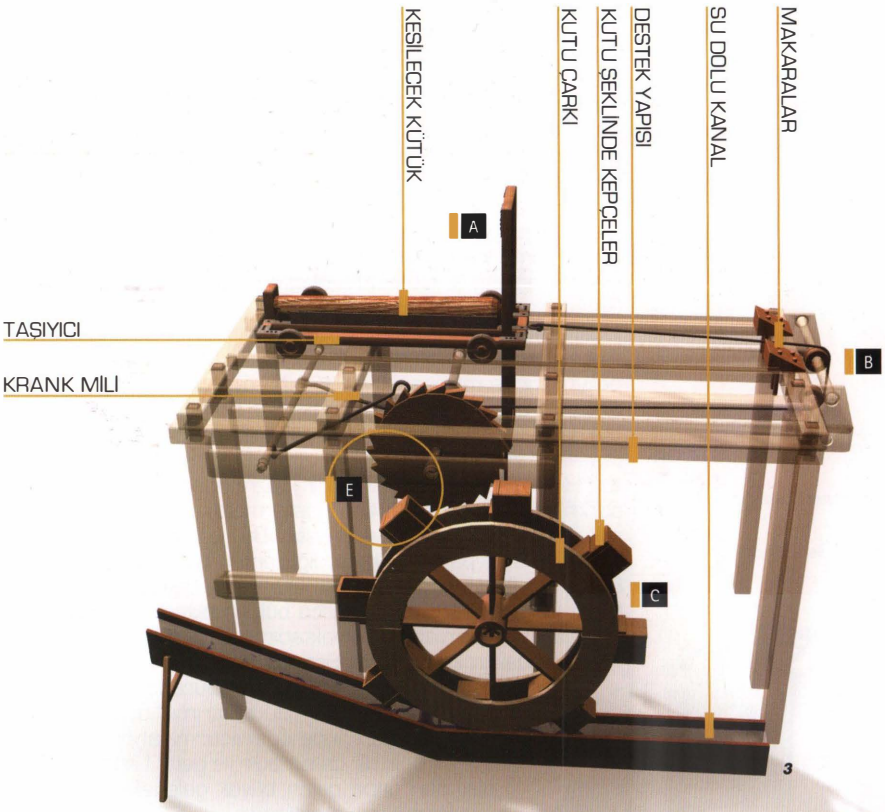


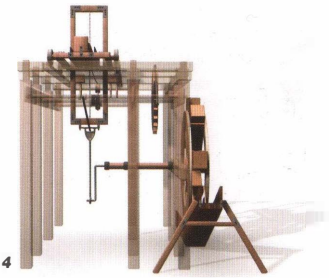
A Üstteki taşıyıcı kesilecek ağaç kütüğünü çekmektedir. Bunu testere dişlilerinin içinden geçecek şekilde ve aynı doğrultuda yapmaktadır.

B Bir krank miline bağlı olan makara sistemi otomatik olarak ve yavaş yavaş üst taşıyıcı yönünde hareket ederken kütük kesilmektedir.

C Suyu kullanan su çarkı makinenin altındaki küçük bir kanalda bulunmaktadır. Bir dönme hareketi yukarıdaki kesme aracına çeşitli aşamalarda bir mekanik enerji dönüşümü sağlamaktadır.

Şekil 3
Leonardo tarafından tasarlanmış olan mekanik hidrolik testere görünümü. Yapısal elementler saydam olarak gösterilmiştir; enerjiyi kesim makinesine dönüştüren kesim aracı ve su çarkı..





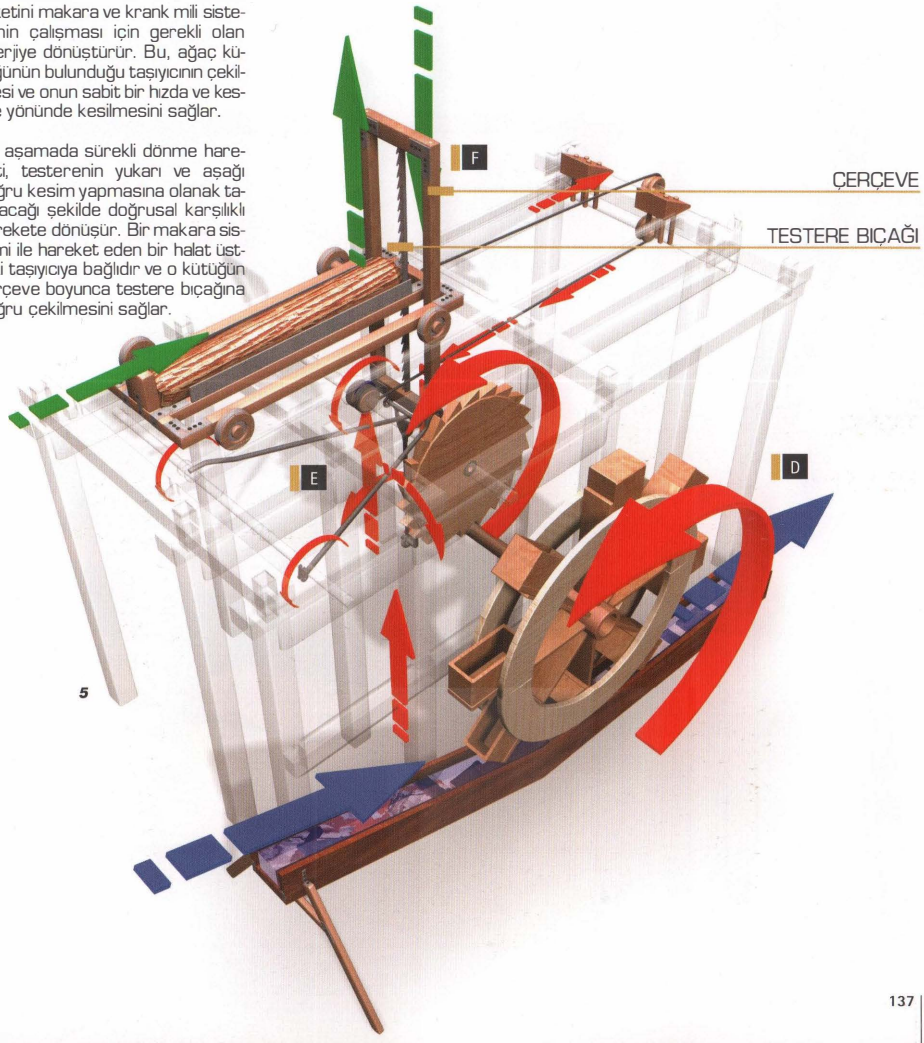
Şekil 4
Testerenin önden görünümü sürekli dönme hareketini, karşılıklı doğrusal harekete dönüştüren mekanizmayı göstermektedir.

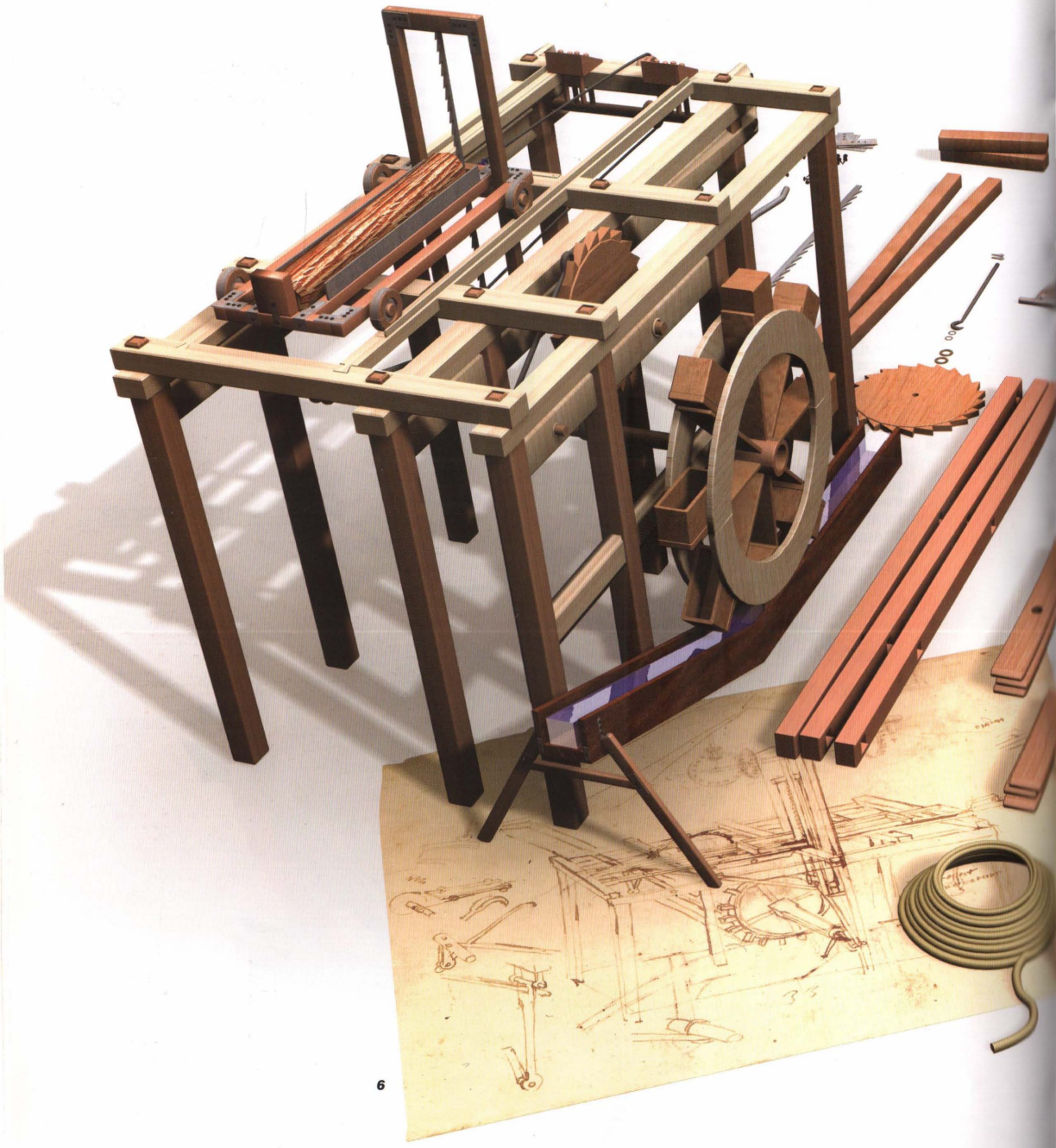
Şekil 5
Hidrolik testerenin işleyiş diyagramı.

D Kutu şeklindeki kepçelerin bulunduğu çark aşağıdaki kanalda bulunan akan su ile hareket kazanır. Dönen miller, dönme hareketinin başka mekanizmalara geçmesi ile oluşan enerjiyi transfer eder.

E Bu mekanizma hidrolik dönme hareketini makara ve krank mili sisteminin çalışması için gerekli olan enerjiye dönüştürür. Bu, ağaç kütüğünün bulunduğu taşıyıcının çekilmesi ve onun sabit bir hızda ve kesme yönünde kesilmesini sağlar.

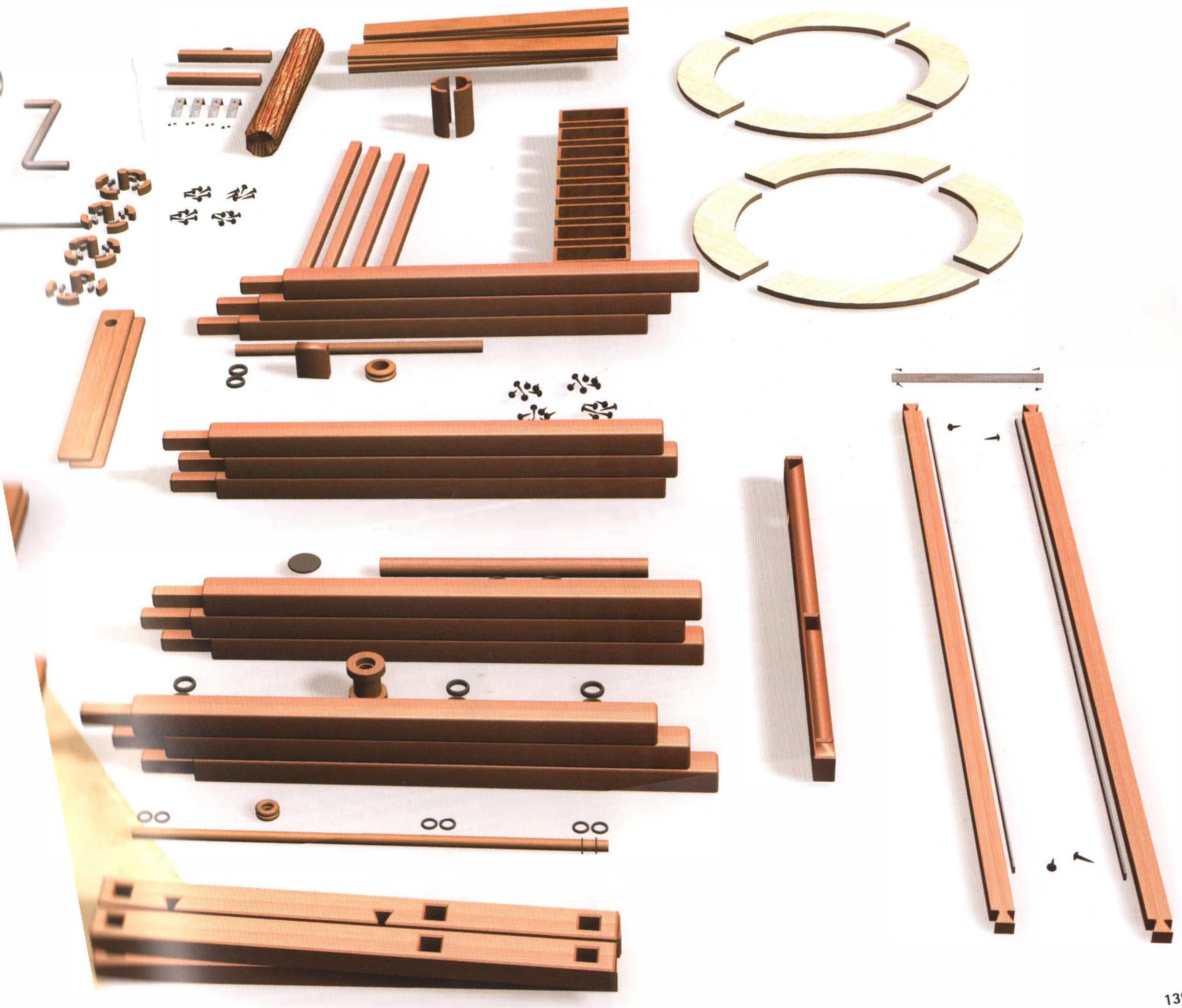
F Bu aşamada sürekli dönme hareketi, testerenin yukarı ve aşağı doğru kesim yapmasına olanak tanıyacağı şekilde doğrusal karşılıklı harekete dönüşür. Bir makara sistemi ile hareket eden bir halat üstteki taşıyıcıya bağlıdır ve o kütüğün çerçeve boyunca testere bıçağına doğru çekilmesini sağlar.





6

Şekil 6
İmge mekanik testerenin sökülmüş halini ve parçalarını göstermektedir: bunlar yapısal parçalar, bağlantı parçaları ve dayanak parçalarıdır.

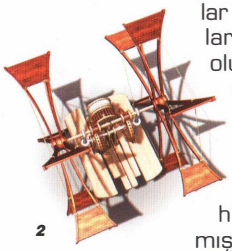


Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — 1487-1489 — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 945r

1

Çarklı Tekne



2

Leonardo itme gücünün yeni bir sistemi temeli üzerine yapılmış olan tekneler, sualtı dalış kıyafetleri, denizaltılar ve denizin altından düşman gemilerine saldırı yapan mekanizmalar oluşturmuştur. O, sıklıkla denizcilik alanında araştırmalar yapmaktadır ve sıklıkla yüksek dereceli özgün çözümler oluşturmuştur. Denizden yolculuk ve nehir boyunca yolculuk dönemin en hızlı ve en etkin iletişim aracıdır. Milan ve Floransa gibi, deniz ile hiçbir doğrudan su yolu bağlantısı olmayan şehirlerde, bu sorunu aşmak politik ve ekonomik güç elde etmek açısından büyük bir önem taşımaktadır. Şehir yöneticilerinin bu konudaki çabaları, hidrolik mühendislerin alanında ilerlemeler olmasını sağlamıştır. Bu çabalar sıklıkla olanakların sınırlarını zorlamıştır. Florentine'de Arno Nehri boyunca denize kadar teknelerin yüzdürülmesi çalışması yapılmıştır.

Deniz araçlarının yeni türlerinin tasarımı ticaret ve savaş dönemi taleplerine bağlı olarak sürekli bir artış göstermiştir. Çarkları olan bir deniz aracının temel yapısı daha önceki döneme ait olan mühendisler Taccola'dan Francesco di Giorgio'ya kadar pek çok mühendisin büyük çalışmaları sonucunda ilerlemeler göstermiştir. Leonardo çarkla hareket eden mekanizmalar konusunda kayda değer ilerlemeler sağlamış ve soruna yeni bir yaklaşım sunmuştur. Neredeyse her yeni buluş ya da tasarım değişikliği düzensiz fakat çok etkin görsel notlar ile sunulmuştur. Leonardo'nun çağdaşı olan mühendisler tarafından yapılan elyazmalarında çarklı teknelerin tasarımları genel olarak onların final biçimde sunulmuştur, onların arkasındaki araştırma sürecine ilişkin hiçbir gösterge bulunmamaktadır.

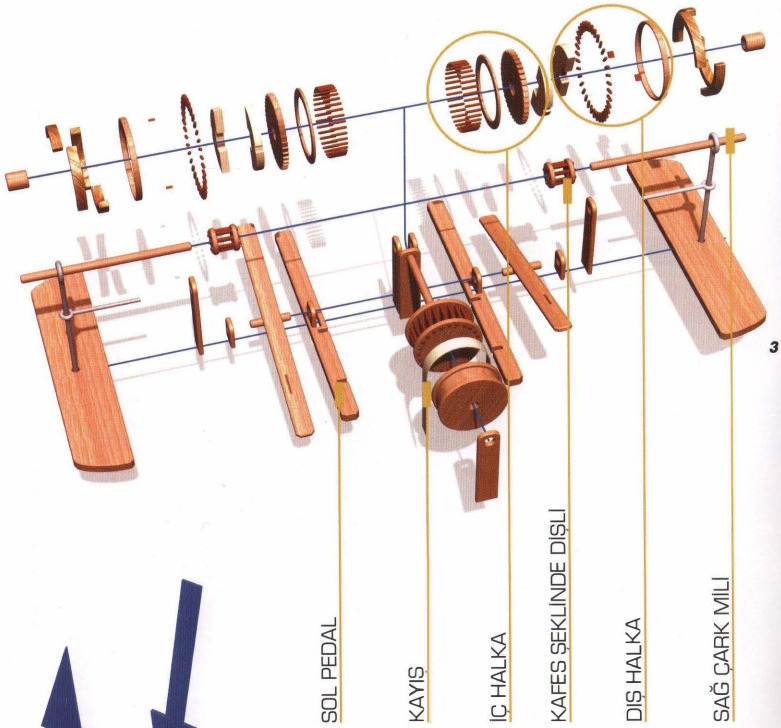
Leonardo bu folyo üzerindeki çizimleri yaptığında Milan'a kısa bir süre önce gelmiş bulunuyordu. 1487-9 dönemine ilişkin olarak bir dizi çizim bulunmaktadır. Bunlar arasında Lombard ismi ön plana çıkmaktadır. Bu folyolarda Leonardo'nun elyazısına rastlanmaz. Milan Katedrali'nin hesap defterlerine ilişkin yazılmış olan sayfalardan birinde Leonardo'nun eklemiş olduğu çizim ve notlar bulunmaktadır. Bu binanın Leonardo tarafından tamamlandığı bilinmektedir. Bir dönem Milan'da bulunmuş olan Leonardo burada düzenli bir üniversite eğitimi için değil, dönemin kültürel kaynaklarını öğrenmek amaçlı bir ziyarette bulunmuştur. O, burada Latince de dahil olmak üzere dil öğrenimi üzerine uzun bir çalışmada bulunmuştur.

Şekil 1
Codex Atlanticus'da folyo 945r. Ortada teknenin ilerlemesini sağlayan bir pedal mekanizması bulunmaktadır. Bu çok önemli bir teknik araçtır. Onun etrafında yapım ayrıntıları ve çeşitli notlar vardır.

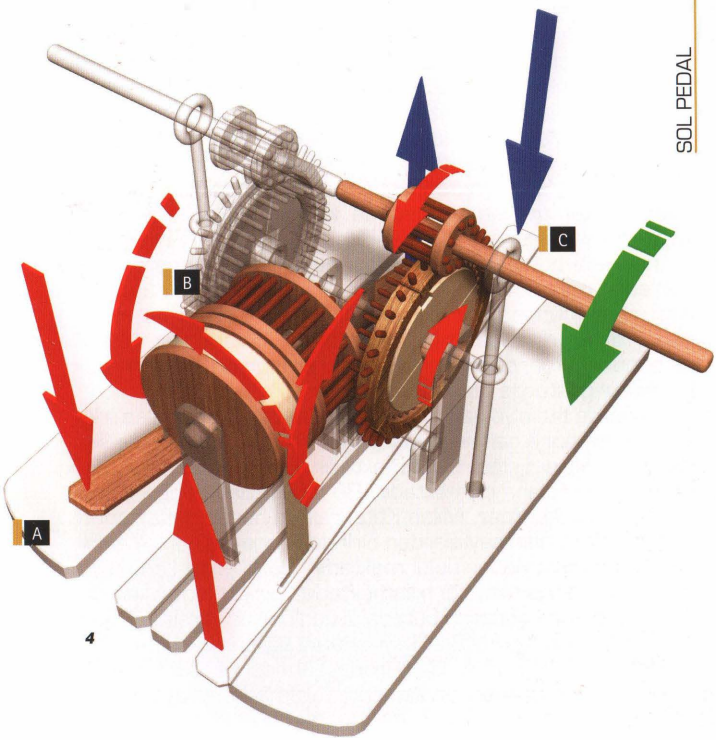
Şekil 2
Dönen çark aracı pedallarını itme mekanizması ile harekete geçirilmiştir. Nehirler ve kanallar boyunca deniz araçlarıyla ilerlemek deniz taşımacılığında farklı sorunlar içermektedir. Su üzerinde durma sorunu aşıldıktan sonra aracın akıntı boyunca hızlı ve güvenli bir şekilde ilerleyebilmesi için bir itme sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Çarkların kullanılması Leonardo'ya küreklerin kullanılmasından daha iyi gözükmüştür. Bu yenilikteki temel fikir, kürekleri çarklarla yer değiştirmek, değirmenlerde kullanılan çalışma ilkesine karşıt bir ilke ortaya koymaktadır; suyun bir çarkı hareket ettirme ilkesi değil, bunun yerine suyun içindeki çarkın üzerinde el gücü ile hareket kazandırılmaktadır.

Şekil 3
Karşılıklı hareketli motorun tüm parçaları sökülmüş görünümü.

Şekil 4
Çarklı tekne üzerindeki pedal motorun işleyiş diyagramı. Sol blok mekanizmaları saydam olarak verilmiştir, sağ blok ise (işleyişi açıklanmıştır) detaylandırılmıştır. Doğrusal karşılıklı hareketin sabit sürekli dönen harekete dönüşümü sisteminin kullanımı ilgi çekicidir. Bu mekanizma Leonardo'nun Codex Atlanticus'ta folyo 30v'deki çizimine benzerdir.



3

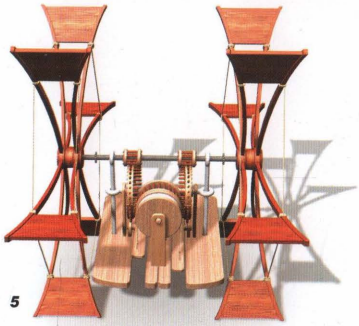


4

A Teknenin üzerindeki bir ya da daha fazla kişi sol pedalı itmeye başlar. Bu, ortadaki mekanizmayı döndürecek olan bir kayışı çeker.

B Kayışın işlemesiyle birlikte, orta mekanizma saat yönünde döner, motor bloğunun üzerinde iç sağ halkaya kendi hareketini geçirir. İki iç yay saat yönünde döner ve dıştaki dişli halkayı kavrar.

C Dış halka dönme hareketini daha üstteki çarka geçirir ve saat yönünün tersine döndürmeye başlatır. Bu durumda hareket sağ destek miline geçirilir, kanatları saat yönünün tersine döner (yeşil ok). Bu ardışık hareketten sonra, sağ pedal itilir ve işlem tersine olarak devam eder.



5

Şekil 5
Pedallar ile harekete geçirilen dönen çarkların önden görünümü.

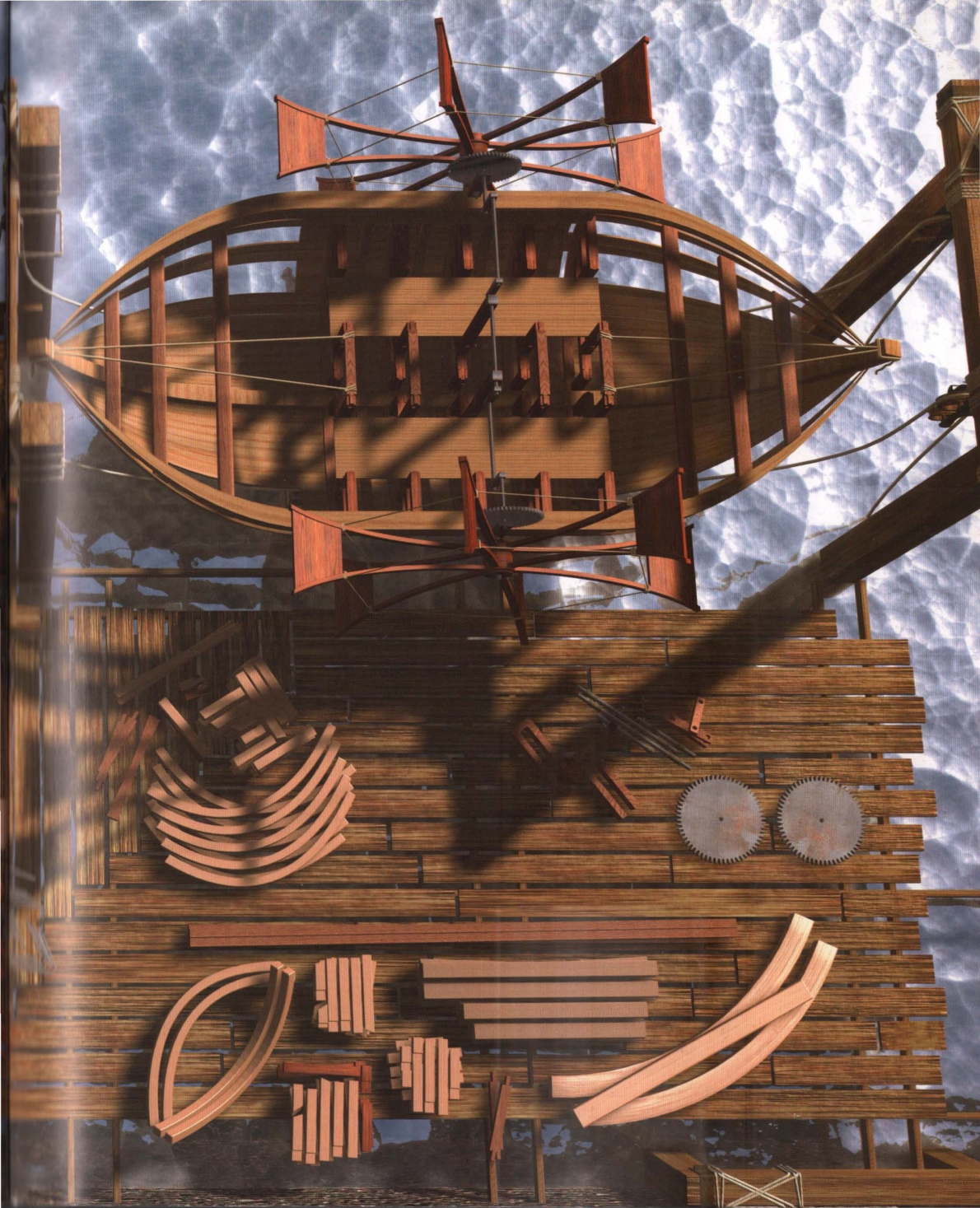
Şekil 6
Çarklı teknenin tümünün görünümü.

Bir sonraki sayfada,
Şekil 7
(Codex Atlanticus'taki folyo 1063r'de betimlenmiş olan) bir çarklı teknenin tasvir edilmesi. Bu çizim Milan'da Castello Sforesco'daki Torre del Falconiere'den alınmıştır.



6





Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — *1487-1489* — 1490 — 1500 — 1510 — **Amboise, 1519**

1 · *Codex Atlanticus, f. 855r*

Asma Köprü

Leonardo'nun çalışmasındaki en ilginç bölümlerden birisi çoğunlukla savaş döneminde kullanılan köprü tasarımıdır. 1482 yılında Floransa'dan ayrıldıktan sonra Ludovico il Moro'ya yazdığı tanıtım mektubunda 'son derece hafif ve güçlü köprüler' inşa edebileceğini belirtmiştir. Ancak kesin olan bir şey, Leonardo'nun notlarının köprü inşa etme üzerine çok sayıda çizim içermesidir. Bunlar özellikle savaş dönemi için son derece faydalı köprülerdir. Taşınabilir köprüler vardır. Bunlar çok hafif malzemelerden yapılmıştır ve kolaylıkla ve hızlı bir şekilde takılabilmekte ve sökülebilmektedir. Büyük matematikçi ve Leonardo'nun dostu olan Luca Pacioli'nin tanıklığı da çok ilginçtir. O, *De viribus quantitatibus* yapıtında 'Valentino' olarak kötü bir üne sahip olan Cesare Borgia'yı 'soylu bir mühendis' olarak tanımlamıştır. Borgia savaş sırasında kullanılmak üzere, yay ve metal kullanılmaksızın kolaylıkla sökülüp takılabilecek acil durum köprüleri icat etmiştir. Pacioli'nin Leonardo'dan alıntı yapıp yapmadığı kesin değildir fakat referanslar Leonardo'nun bir askeri mühendis olarak il Valentino için çalışmış olduğunu göstermektedir.

Bu sayfa üzerindeki köprüler hakkındaki üç çalışma, üç varyasyon içermektedir: uçlardan oluşturulan köprü (kolaylıkla sökülebilen ve takılabilen bir tür), bir asma köprü ve dubalar veya tombazlar üzerinde yüzdürülen bir yüzer köprü. Onlar hızlı tasarımlardır, dönemsel olarak daha sonraları Leonardo tarafından tekrar ele alınmıştır. Elyazması B bu türden çok sayıda çizim içermektedir ve Codex Atlanticus'taki bu folyo neredeyse kesin olarak Leonardo'nun Milan'a varmasından hemen sonraki döneme aittir.

Leonardo, savaş dönemi araçlarına ilişkin olarak geleneklere kısmen bağlı kalmıştır. Onun dubalar üzerindeki yüzer köprüsü neredeyse klasik bir tarza sahiptir. Ancak bu onun özgünlükten yoksun olduğu anlamına gelmemektedir: Leonardo bu dönemde klasisizmi yeniden canlandırma eğilimindedir. Klasik çıkışlı yapı ve düşüncelere kendi yenilikçi tasarımlarını eklemektedir. Bu tasarımların özgünlüğü, özellikle taşınabilir köprüler konusunda, üstün bir yapıya sahiptir. Leonardo'nun statik ile olan ilintisi dikkate değerdir.

O köprüleri döndüren dikey pivot için 'kutup' terimini kullanmıştır. Ağırlık bilimi, yapıların statik ve dinamik durumları Leonardo'nun Milan'a geldikten sonra uğraştığı teorik çalışmalardır. Onun bu alana olan katkısı teorik düşüncelerin ötesine geçmiş ve pratik mekanik içeriğe sahip olmamıştır.

Şekil 1
Codex Atlanticus'taki folyo 855r. Bu kağıt üzerinde bulunan üç çalışma köprüler üzerine üç farklı tasarım içermektedir: uçlardan oluşturulan köprü (kolaylıkla sökülebilen ve takılabilen bir tür), bir asma köprü ve duba veya tombaz üzerinde duran bir yüzer köprü.

Şekil 2
Asma köprünün yukarıdan görünümü.

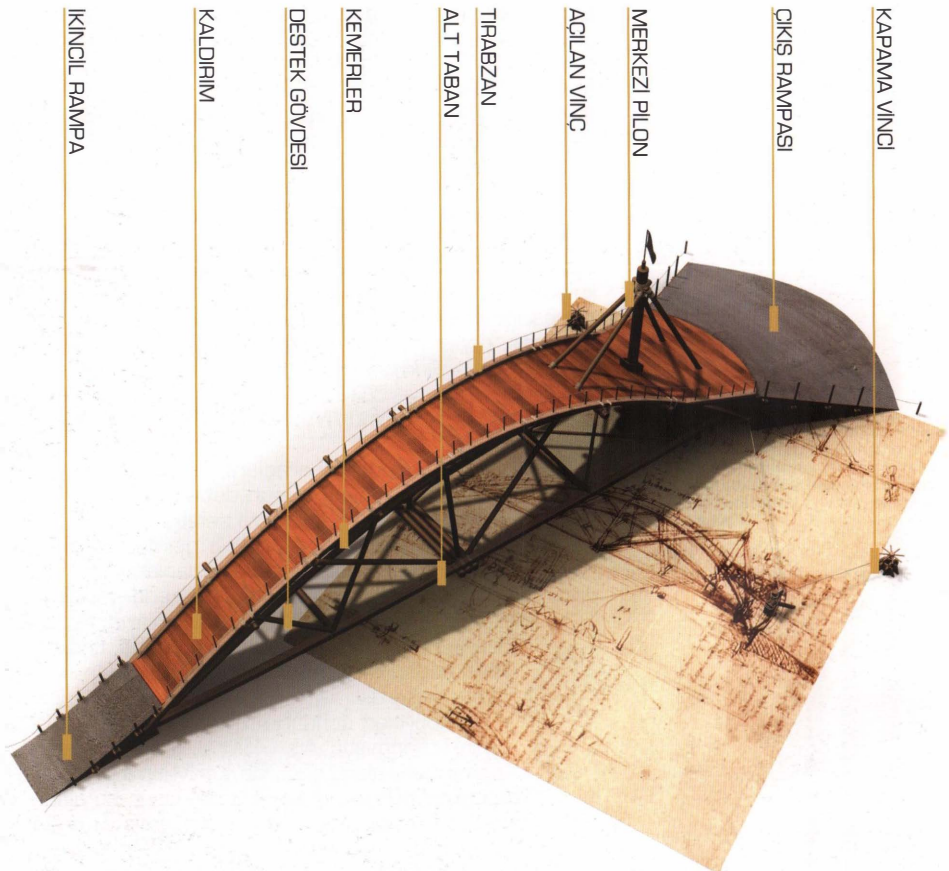


2

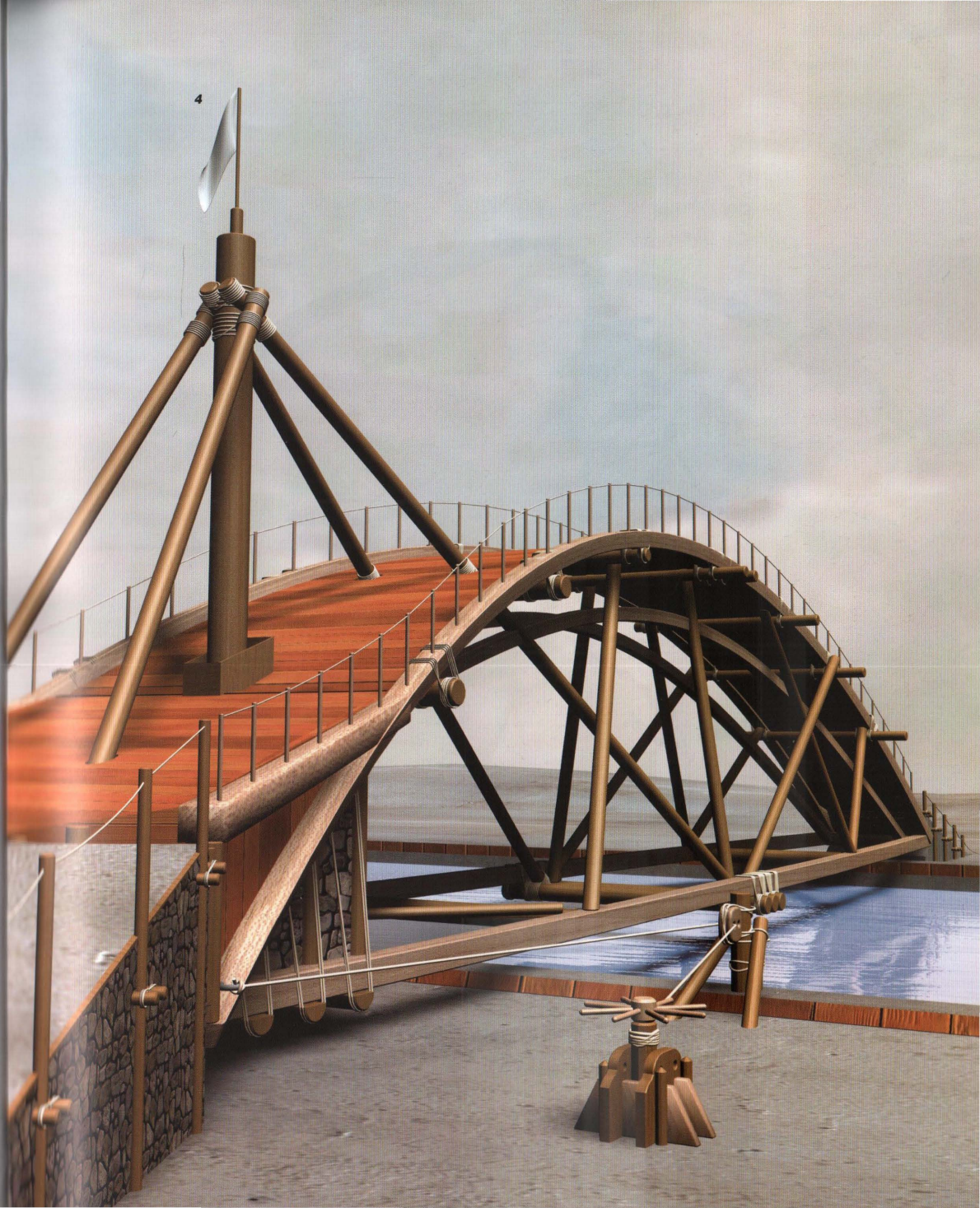
Bu köprünün çizimi Leonardo'nun Milan'daki ilk dönemine dayanmaktadır ve sivil ve askeri mühendislik kapasitesini en üst noktaya çıkarmıştır. Bu köprülerin temel özelliği hızlı bir şekilde kapanıp açılabilmesidir. Bu, düşman karşısında üstünlük sağlayacak etkin bir araçtır.

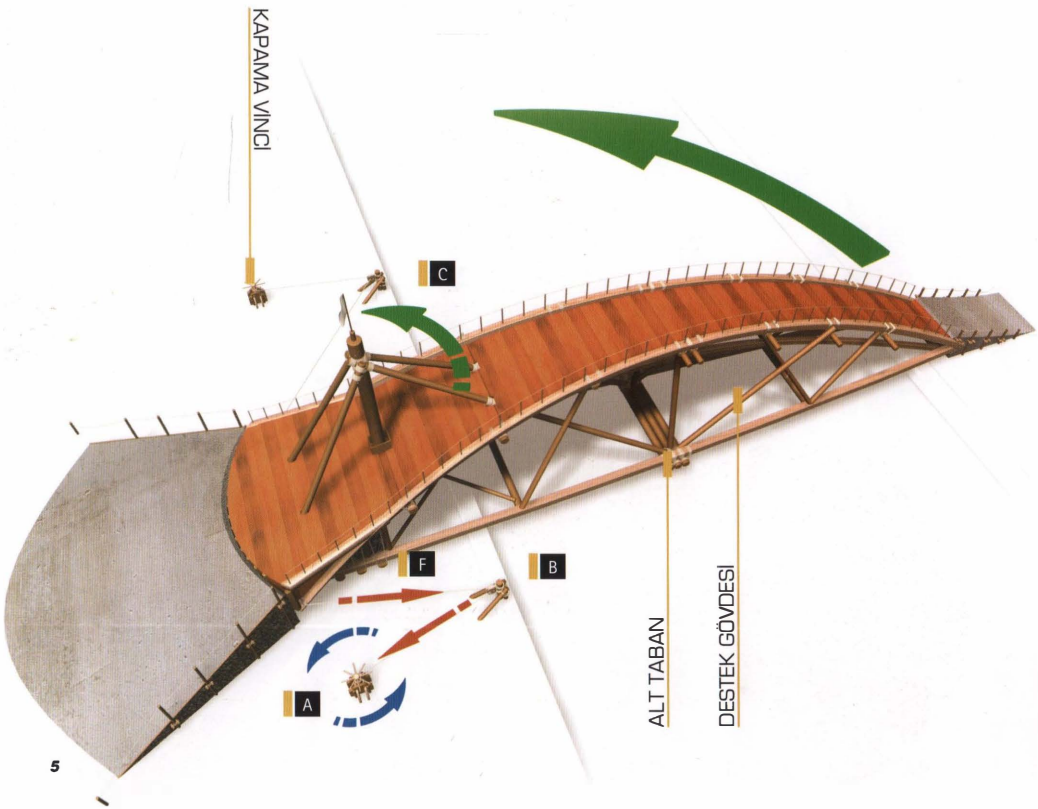
Şekil 3
Folyo üzerinde bir asma köprünün görünümü. Şekil 1'de CA 855r (önceki sayfa).

Şekil 4
Aşağıdaki asma köprünün görünümü, yapısal bileşenlerin bazılarını ve işlevsel mekanizmaları göstermektedir.



3


4



5

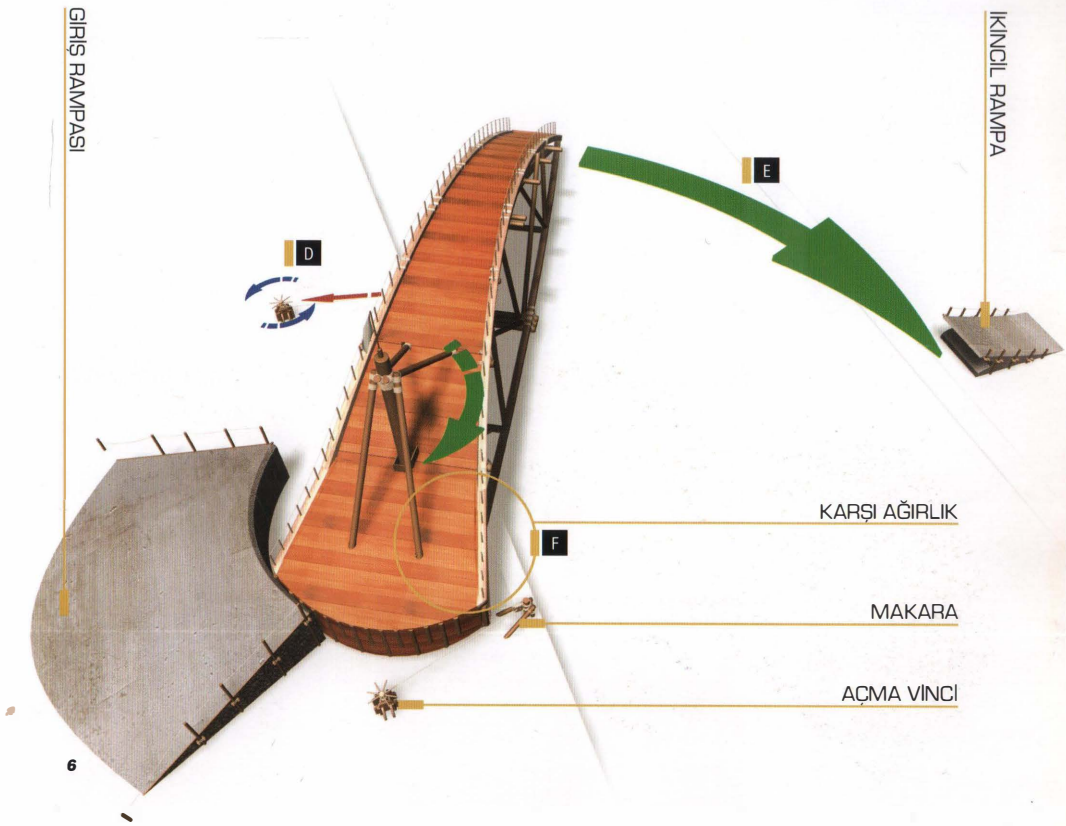
Bu köprü, yalnızca tek hat üzerine yapılandırılmıştır, dönmeye olanak sağlayan dikey bir pivot tarafından kenarlardan birisine sabitlenmiştir. Hareketi kolaylaştırmak için yay, vinç ve silindir sistemi kullanılarak, köprü araçların üzerinden geçebileceği ya da kenardaki nehirden soyutlanabileceği şekilde kurulmuştur.

A Köprü için açılan vinç: o dönerken, köprüye bağlanan halat bükülmektedir.

B Kenara bağlanan bir makara sistemi halatın kaymasını önler ve yörüngeyi belirler. Dönüş etkili bir şekilde kullanılarak asma köprünün açılmasını sağlar.

C Halatlar bağlanarak, köprü ana pilonu döndürmek üzere yapılır ve böylece asılı kalır, araçların üzerinden geçmesine olanak sağlar.

Şekil 5
Açılma sırasında asma köprünün işlevsel diyagramı.



6

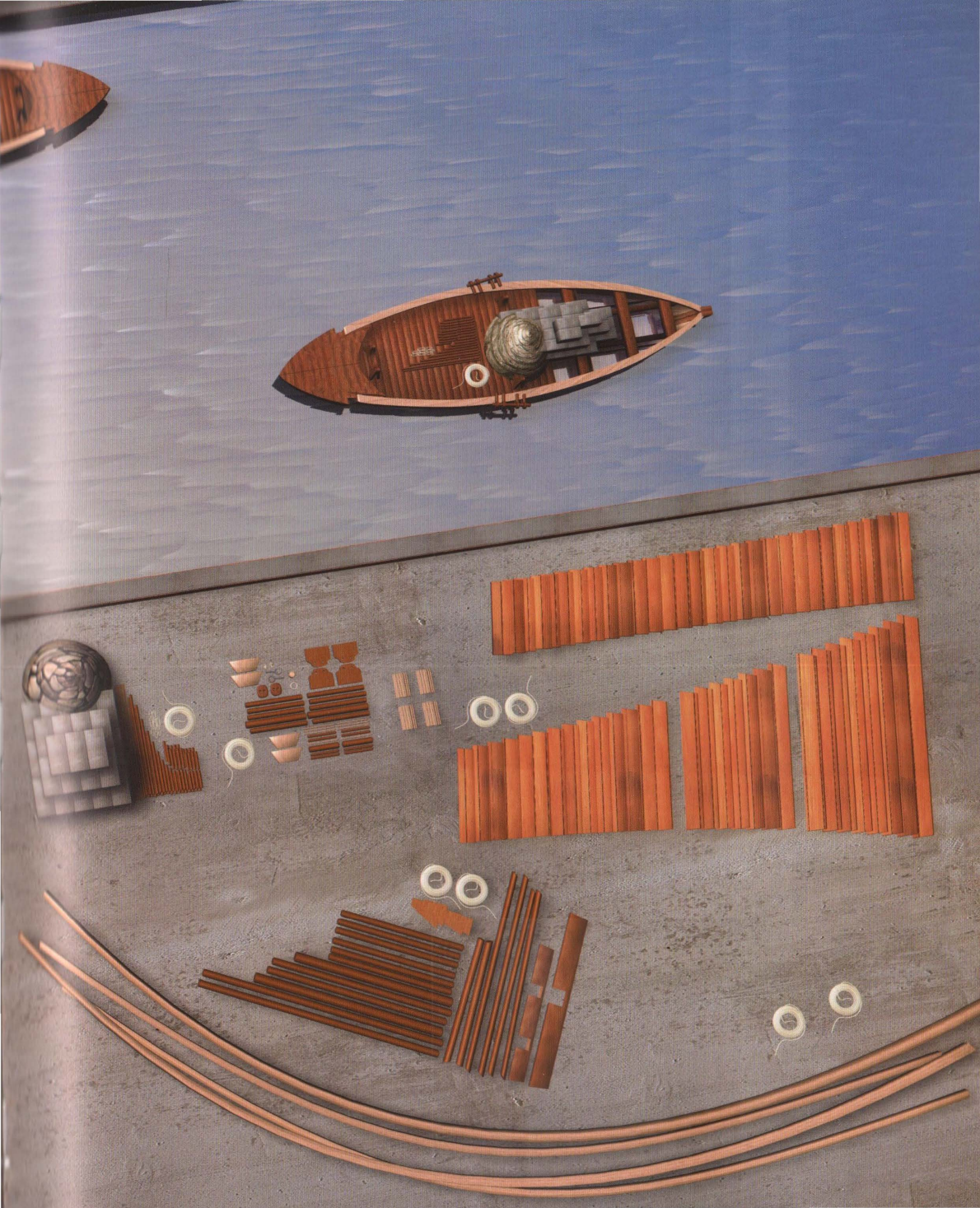
Şekil 6
Asma köprü kapanırken işlevsel diyagram.

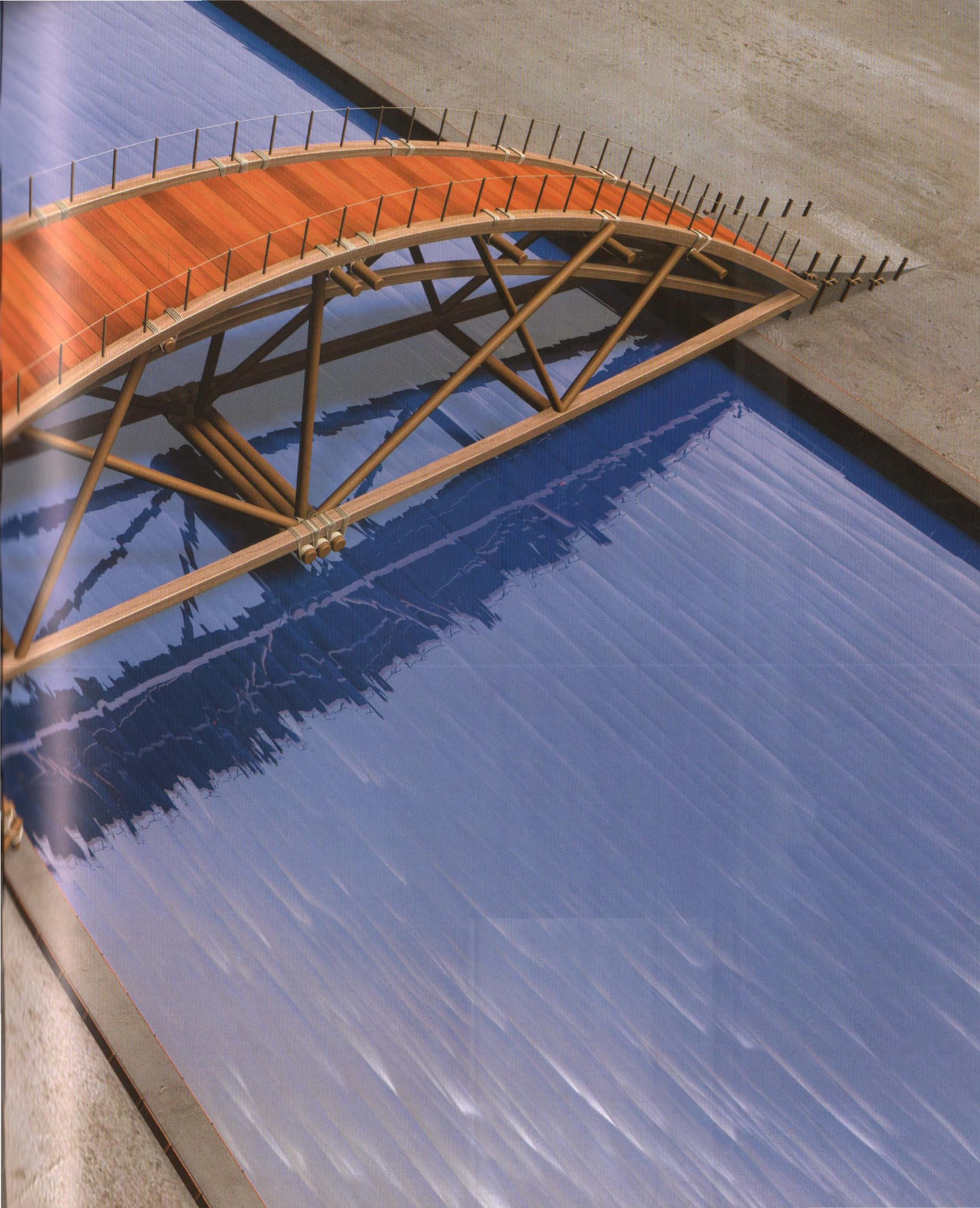
sonraki sayfalar
Şekil 7 ve 8
Bir nehrin üzerine kurulmuş varsayımsal köprü. İlkinde, köprünün tüm parçaları saydam olarak görülmektedir ve yanına yerleştirilmiştir. İkincisi kapalı köprüyü gösterir.

D Köprüyü başlangıçtaki konumuna getirmek için ve üzerinden geçiş yapılanmasına olanak tanımak için, pilondan en uzak olan karşı vinç harekete geçirilmiştir. Halat köprünün ucuna doğru bağlanmıştır.

A Köprünün ucu ikincil çıkış rampası ile yeniden aynı hizaya getirilir, karşı köşeye bir dönme pilonu yerleştirilmiştir.

f Köprünün açılışını kolaylaştırmak için, Leonardo karşı ağırlık olarak bir taş duba koymayı planlamıştır.





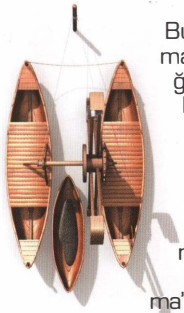
Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — 1490 — 1500 — 1510 — 1513-1514 — Amboise, 1519

Elyazması E, f. 75v



1

Tarama Makinesi



2

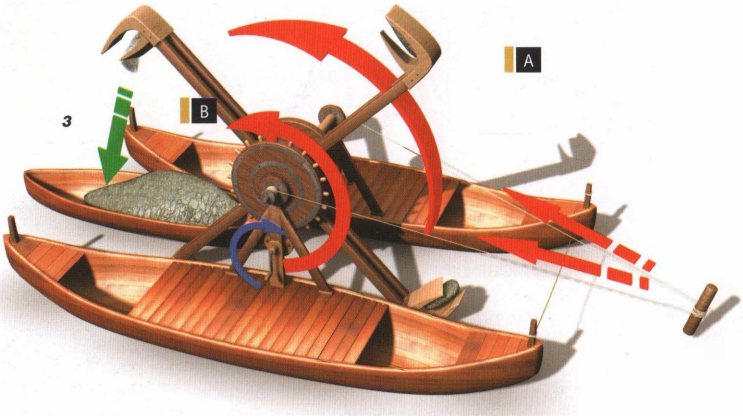
Bu makine kanal içinden çamurları temizlemek için kullanılmaktadır. Leonardo'nun hayatının son yıllarında yazmış olduğu elyazmalarından birinde bulunmaktadır. Elyazması küçük bir formata sahiptir ve doksan altı sayfadan oluşmaktadır. Bu, aynı dönemde yazmış olduğu Elyazmaları G ve F ile benzer bir boyuta sahiptir. O, açık bir şekilde Leonardo'nun bir cilt için optimal sayıya sahip olduğu bir boyuta sahiptir. Çok ağır ya da taşıması zor değildir. Leonardo çok sık olarak yolculuk yapmıştır ve kendisine önemli gelen malzemeleri toplayarak düşüncelerini oluşturmuştur.

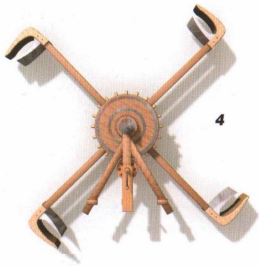
Elyazması E, Leonardo'nun 1513 yılında Milan'dan Roma'ya geçişi hakkında konuya ilişkin biyografik bir not içermektedir. Bundan tarama makinesinin tasarımının Roma'da geçirdiği yıllara ait olduğu sonucunu çıkarabilir miyiz? Bundan emin olamayız. Leonardo'nun elyazmalarının birindeki bir tarihin olması aynı elyazmasındaki daha önceki notların yapılmış olma olasılığını ortadan kaldırmaktadır. Kesin olan şey Roma'da Leonardo'nun Elyazması E'de çizilmiş olan gibi makinelerin bir yapımını içermektedir. Araç Pontine Marshes projesinde kullanılmıştır. Burası Sermoneta ve Terracina arasında Roma'nın güneyinde bulunan bir alandır. 1514 yılında, Papa Leo X, kardeşi Giuliano dé Medici'ye toprağın ıslah edilmesi görevini vermiştir. Bir belgede bu konuya ilişkin olarak "yüksek verimli toprak ıslahçıları" benzetmesi kullanılmıştır. Bu, projenin yapımını üstlenen bir grup mühendisi tanımlamak için kullanılmıştır. Leonardo bunlar arasında bulunmaktadır. Giuliano dé Medici, Florentine papasının güçlü kardeşi, Roma'da Leonardo'nun efendisi olmuştur. Ayrıca, Leonardo tarafından yapılan folyolar mükemmel çizimler olarak İngiliz kraliyet ailesinde bulunmaktadır. (Windsor RL 12684). Bu, çok geniş bir alanın ıslah edildiğini göstermektedir. Leonardo ıslah edilmesi gereken alanın belirlenmesi üzerinde bizzat çalışmıştır: Rio Martino'dan gelen çamur belli aralıklarla temizlenmelidir. Ayrıca hendek ve kanallara dolan çamurun periyodik olarak temizlenmesi gerekmektedir. Tarama makinesi acaba bu projelerin bir parçası mıdır? Leonardo Fransızlarla su yollarının temizlenmesi konusunda çalışmalar yürütmüştür. Böylece tarama makinesinin Romalılar döneminde olmasa bile, Milan'da çok faydalı olduğu kesinlikle olanaklıdır.

Leonardo, bu çizimleri yaptıktan sonra, üst kısma ve temel notun altına sınırlı bir alana daha ileri gözlemlerini eklemiştir. Yer darlığı nedeniyle daha küçük yazmak zorunda kaldığı alan içine uzun notları sayfanın en ucuna kadar sıkıştırmak durumunda olmuştur.

Şekil 1
Elyazması E'den folyo 75v. sayfanın üst bölümünde hareket halindeki bir tarama makinesinin dikkatlice yapılmış bir çizimi bulunmaktadır.

Şekil 2
Tarama makinesinin yukarıdan görünümü. Çift gövdeli tekne yapısı açık bir şekilde görülmektedir. O, su üzerinde sabit bir şekilde durmasını sağlamaktadır, bu modern dönem katamaranlarıyla benzerlik taşımaktadır.





Şekil 3
Tarama makinesinin işleyiş diyagramı.

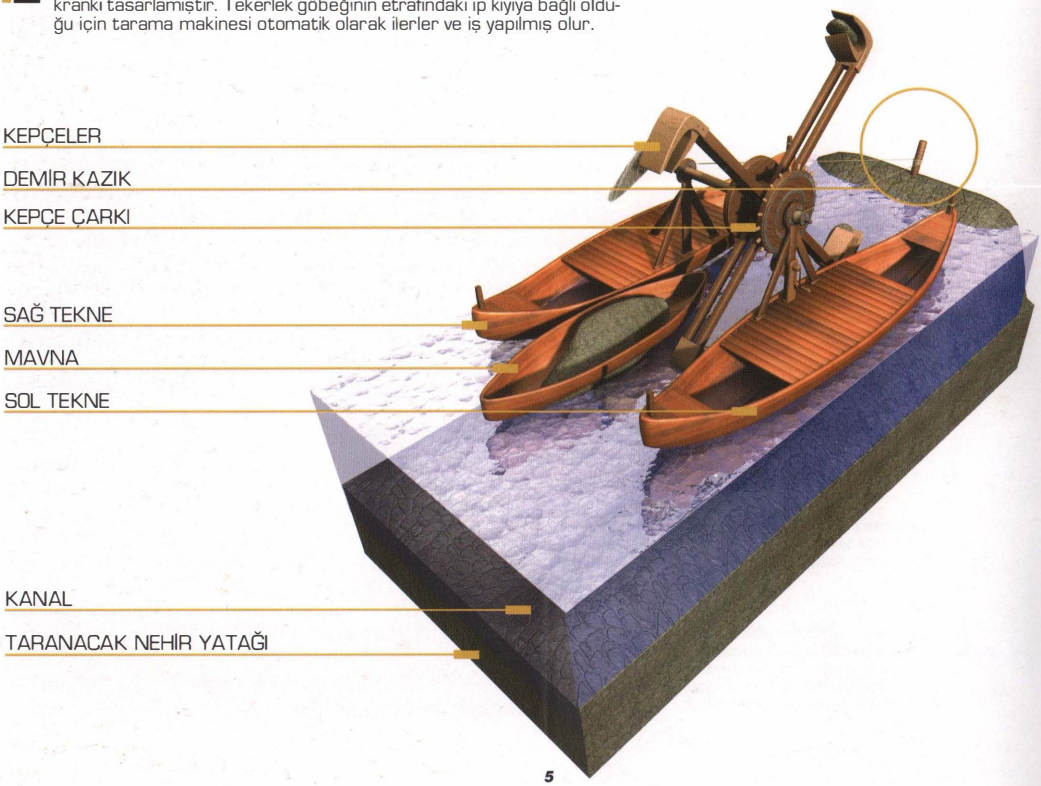
Şekil 4
Tarama makinesi üzerindeki kepçe çarkı.

Şekil 5
Bir nehir yatağını temizleyen tarama makinesinin görünümü.

Şekil 6
Hareket halindeki tarama makinesinin üstten görünümü.

A Tarama makinesi iki teknenin paralel olarak birbirine bağlanmasından oluşmaktadır, merkezde büyük bir kepçe çarkı bulunmaktadır. Nehir yatağında bulunan maddeler kazılarak temizlenmektedir.

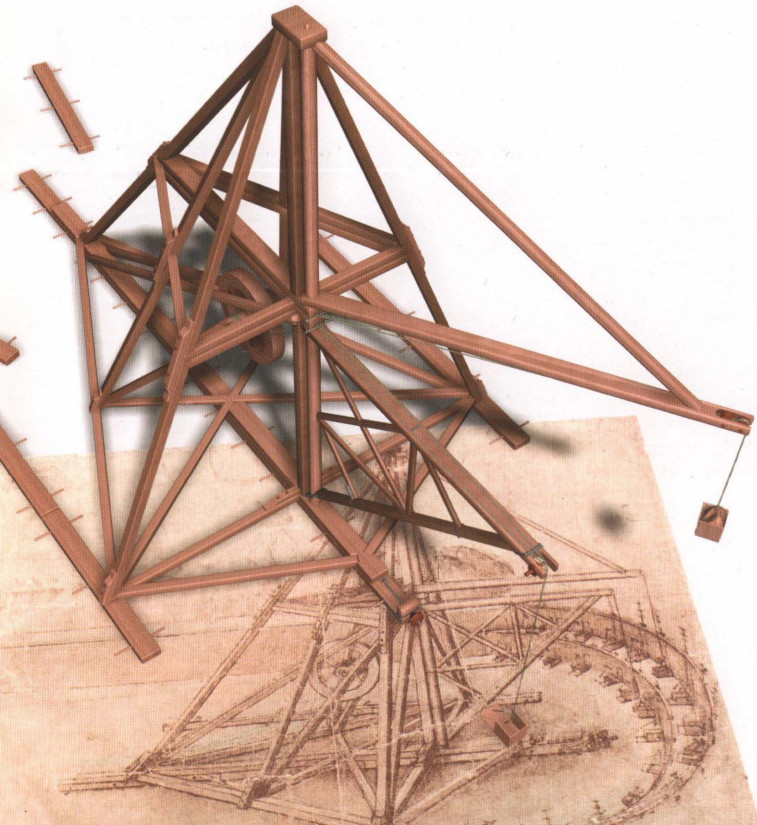
B Leonardo kepçe çarkının mili üzerine doğrudan bağlanmış bir dönme krankı tasarlamıştır. Tekerlek göbeğinin etrafındaki ip kıyıya bağlı olduğu için tarama makinesi otomatik olarak ilerler ve iş yapılmış olur.





004 İş Makineleri

Hareket Dönüşüm Makinesi
Levha Kesici
İçbükey Ayna Yapma Makinesi
Kanal Kazma Vinci



Metalurji, inşaat alanlarındaki yük asansörleri, tekstil sektöründeki makineler: bütün bunlar Leonardo'nun hayatı boyunca üzerinde çalıştığı ve iş verimliliğini arttırmak için uğraştığı değişik mekanik projelerdir. Diğer çalışmalarda da olduğu gibi, Leonardo bir buluşa başlamadan önce o buluşla ilgili alanı anlamak zorundaydı. Floransa'da 14.yüzyılın sonlarında, Leonardo teknik öğrenimi için iki büyük fırsat yakaladı: çıraklığını yaptığı Verrocchio'nun atölyesi ve katedral kubbesinin inşaatında Brunelleschi şantiyesi. Leonardo Verrocchio'nun derslerinin önemini notlarında açığa çıkartmıştır. 27 Mayıs 1472'de, Verocchio kubbenin tepesine büyük bir bakır kaplama küre yerleştirerek Brunelleschi'nin projesini tamamlamıştır. Bu kürenin yerleştirileceği yer oldukça karmaşıktı ve Leonardo'nun dikkatli gözleri altında bu proje başarıya ulaşmıştı. 40 yıl sonra, benzeri bir meydan okumayla karşılaştığında, Leonardo şöyle yazmıştı: 'Santa Maria del Fiore'deki kürenin kaynakla nasıl birleştirildiğini unutmayın[...]' (Elyazması G, f.84v.) Verrocchio'nun atölyesi sadece heybetli bronz heykeller yapmaz, aynı zamanda çan ya da zırhlar gibi işlevsel nesneler de üretirler. Leonardo atölyeye ressam çırağı olarak girdiğinde, Leonardo kendini çokyönlü bir ortamın içinde bulmuştu. Uzun alevli fırın ve yakan aynalar için genç Leonardo'nun yaptığı mühendislik tasarımları bu anlamda bizi şaşırtmıyor (örneğin, Codex Atlanticus, f. 87r). Bu tasarımların pratik amacı gayet açıktır: yakan aynalar yansımayla üretilen ısıyla metali eritmek ya da kaynak yapmak üzere kullanılmıştır ve duvarlardan yansıdıkça ateşin dolaylı ısısını kullanarak uzun alevli fırın metali eritir.

Bu dönem boyunca, yansıma Leonardo'yu başka bir noktadan etkileyen bir fenomendi. Esasında optik ve perspektif nesnelerin temeli nesnelerin doğal görünümü ve onların grafiksel üretimi ile ilgili optik ve geometrik yasaların karmaşıklığıdır. Şurası olasıdır ki Leonardo'nun perspektif teorisi ile ilgili bilgisi yakan aynaların pratik tasarımları ile ilişkili daha teorik çalışmaları etkilemiştir. Örneğin, Codex Atlanticus folyo 87r'de koni bölümündeki gibi parabolik eğri yaratarak doğru eğriliği aynaya vermek üzere tasarlanmış bir makine, bileme aleti çizmiştir.

Florentine kubbe inşaatında önemli bir öğe olan Filippo Brunelleschi tarafından kullanılan makineler genç Leonardo'ya büyük bir öğrenme fırsatı sunmuştur. Yaratıcı inşaat teknikleri ile yeni makinelerin bu yapı için icadı geçici bir iskelet kullanmadan büyük bir yapı inşa etmeyi mümkün kıl-

mıştır. Codex Atlanticus'taki projelerin çoğu (örneğin, ff. 808r, 1083v, 965r, 138r) genç dahinin bu aletlere olan ilgisini göstermektedir.

Tekstil makinesine dönük en önemli projeleri Milan'daki yıllarına dayanır. Genel olarak, hem Floransa hem de Milan'da, hammadde ve yün Almanya ve Flanders'dan ithal edilmekteydi. Bir parça kumaş elde etmek için üç evreden geçilmektedir—elyafı temizlemek, eğirme (germe, bükme ve bobine sarma) ve örme. Kurulama bir diğer temel işlemdir. Makineler bütün bu adımlar için gereklidir. Codex Madrid I'deki (1495 dolaylarında) çalışmaların bazılarında veya Codex Atlanticus'ta görüldüğü gibi Leonardo öncelikle eğirme için makineler tasarlamıştır. Burada yine, buluşlardan önce, daha önce var olan çalışma üzerinde inceleme yapmıştır ve Codex Madrid I'deki (f.68r) güzel çizim onun kendi icatlarından biri değildir fakat Milan imalathanesinde kullanılan eğirme makinesinin dikkatli bir çalışmasıdır. Aynı elyazmasındaki diğer tasarımlar aletin hızını ve verimliliğini artırmayı denerken, çizimlerin mekanik içeriğine odaklandığı güzel grafiklerin bulunduğu ustaca yapılmış çalışmalardır. Örneğin, Codex Atlanticus'da (f. 1090v) yer alan uçucu mil tasarımı üç farklı operasyonu senkronize etmeye çalışır: kumaşları germek, onları bükmek ve bobini sarmak.

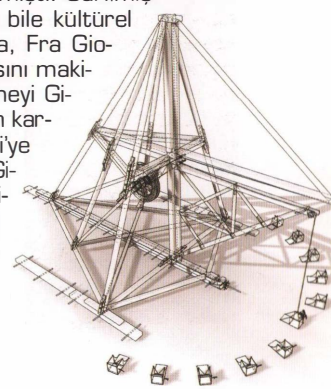
1500'den sonra, onun olgun döneminde, Leonardo tekstil makinelerinde olduğu gibi metalürji, vinç ve inşaat makinelerine dönük çalışmaları üzerinde birden fazla çalışmıştır. Yine de, bu zamanda, onun tasarımları oldukça entelektüel ve sofistikeydi. Kazı makineleri ve yük asansörlerinin çizimlerinin tarihi (Codex Atlanticus, ff.3r ve 4r) 1500'lerin başına kadar uzanmaktadır. Pedal ile yürütülen makinelerden biri daha gelenekseldir ve itici güç probleminin (bir kazı alanından toprakla doldurulmuş asansör haznesi) ağırlık ve denge ağırlıkları ile çözüldüğü yerde daha yenilikçi bir projeye benzer bir noktada hizmet etmiş olabilir. Makinenin kendisi büyük bir terazi gibi gözükmektedir. Bu Leonardo'nun kendisini yoğunluğu artırmaya adadığı çalışmalardan birinin maddeleşmesidir. Biz Brunelleschi'nin makinelerinin empirik ufkunun ötesindeyiz: bu makinede, teorik bilgi ve pratik problemlerin çözümü tamamen birleştirilmiştir.

Birkaç yıl sonra, Roma'da, 1513-1516 yıllarında, Leonardo'nun metalürji ve tekstil makinelerine olan ilgisi yeni bir biçim almıştır. Elyazması G yakan aynaların inşası ile ilgi-

li bir dizi notları içermektedir. Onun Floransa'daki gençlik yıllarından daha sistematik ve daha açık bir şekilde, bu alandaki çalışması teorik içerikle zenginleşmiştir. Leonardo yansıma üzerine karmaşık bir incelemeye girişmiştir (örneğin, Codex Atlanticus, f.750r) ve aynanın parabolik şeklini tanımlamak üzere, komplike bir pergel geliştirmiştir.

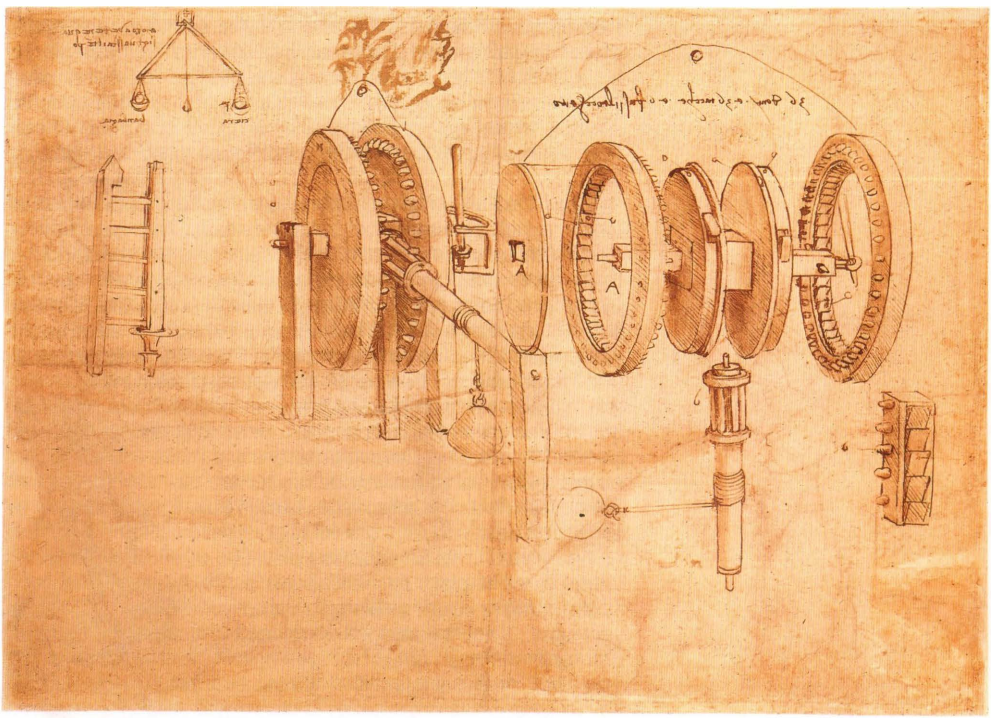
Vatikan'dayken, Leonardo bir teknisyen olan Giovanni degli Specchi'nin (John 'aynalı') etik dışı rekabetine karşı savunmadaydı. O da Leonardo gibi Papa X Leo'nun kardeşi Giuliano de Medici için çalışmıştı. Leonardo yakan aynalar üzerindeki notlarının bazılarında, tasarımları daha az kavranabilir kılmak için şifreli kelimeler yerleştirmiştir. Giovanni degli Specchi'nin ne kadar farkında olduğunu bilemeyiz ama onun Alman olması önemlidir. On dördüncü yüzyılda Alman metalürjisi bilimsel incelemelerle ilişkili olarak önemli gelişmeler göstermiştir. Daha sonra İtalya'da Sienese yazarı Vannoccio Biringucci ve elbette Leonardo'nun çalışmaları bu alandaki gelişmelere rehberlik edebilmiştir. Böylelikle bir iş yapıyormuş gibi ortalıkta dolaşan güvenilmez bir Alman teknisyenin varlığı Leonardo için büyük bir sorun teşkil etmiştir.

Papa Medici Roma'da yayılmaya çalışırken, Leonardo'nun yakan ayna tasarımlarının tekstil sektörü için tasarlanmış olması olasıdır. Yine de, bu çalışmalar için en azından farklı bir varış noktasını kafasında canlandırmış olması ilginçtir: astronomi ve aynalı teleskop (Codex Arundel, f.279v'deki bir nota dayanır). Ayrıca Leonardo ayna kullanmanın başka yönlerinden Arşimed'in Syracuse'yi Romalılara savunurken kullandığı aynaları belirterek bahsetmişti. Sarılmış iplikleri kalın sicime dönüştürmenin bile kültürel bir önemi vardı. Bu zaman boyunca, Fra Giocondo Vitruvius'un *Da architectura*'sını makine resimleri ile ilgili bilimsel incelemeyi Giuliano de' Medici'ye adamıştır. Bunun karşılığında Leonardo iki projesini Medici'ye ve onu patronu ve koruyucusu olan Giuliano'ya atfetmişti. İki makineden birinde, elmaslı yüzük şeklinde bir kulp yapmıştır: Medici sembollerinin en çok tanınanlardan biri.



Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — *1478-1480* — 1480 — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 30v



1

Hareket Dönüşüm Makinesi

Leonardo'nun bu sayfada başlangıç olarak sadece iki tasarımı çizmiş olması olasıdır. İlki pistonlu hareketin transformasyonuna dayanan bir yük asansörüdür. İkincisi garip şekilli bir merdivendir. Bu merdivenin ilkiyle hiçbir kavramsal bağı yokmuş gibi görünür. Her iki icat da çini mürekkebi ve çizgi süsleriyle bitmiş olarak sunulur ve böylelikle bir ya da en fazla iki büyük resimleri (Codex Atlanticus folyo 24r'de bulunan diğer örnek) içeren sunumlarda kullanılan mekanik çizim grubuna aittir. Francesco di Giorgio benzer çizimleri bir albümde bir araya getirmiştir. Diğer durumlarda olduğu gibi, bitmiş sunum onun çalışmasında geçici bir anı temsil eder ve Leonardo yük asansörü ile ilgili geriye doğru yazılmış (ve böylelikle kişisel) notu eklemiştir. Üst sol köşede, higrometre için bir fikir tasarlamıştır. Higrometre havadaki nemi ölçen bir sistemdir. Çift tablalı terazinin sağ tarafına balmumu, sol tarafına ise pamuklu bir bez parçası yerleştirilir. Havada nem oluştuğunda, pamuklu bez parçası atmosferdeki nemi çekerek balmumundan daha ağır olur. Bu kötüleşen hava koşullarını gösterir. Böylelikle bu eklemelerden önce, folyo iki muhteşem makine çizimi ile doludur. Bu Leonardo'nun radikal yeniliklerine eklediği geleneksel bir formüldür.

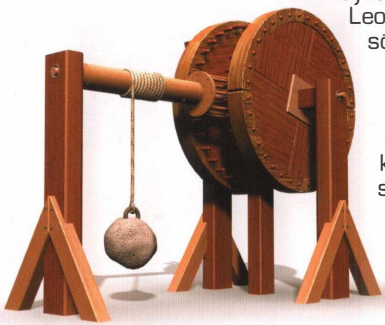
Yük asansörü birbirine uyumlu mekanizmalarıyla birlikte çizilmiştir. Kağıdın sağ tarafında, Leonardo aynı mekanizmaları sökülü şekilde gösterir ve bu sökülmüş şekil makinedeki düzene göre dizilmiştir. Bu Leonardo'nun daha sonra insan anatomisi dahil olmak üzere diğer çalışmalarına sistematik bir şekilde uyguladığı sökülmüş görünüşün ilk ve en etkili örneklerindendir. Onun gençlik çizimlerindeki bir makinenin sökülü görünüşünün varlığı onun araştırmasının çeşitli alanlarına yayılan çapraz etki sorusunu getirmektedir. Bu dönemden elimizde hiç anatomik çizim yoktur (her ne kadar bazı öğeler bu çizimlerin olduğuna dair bize fikir verse de). Yine de, buradaki çizime dayanarak, onun makine tasarımının daha gençliğinde makul bir olgun seviyede olduğu sonucunu çıkartabiliriz. Böylelikle bu onun diğer alanlardaki fikirlerine kaynak olmuştur: insan ve hayvan anatomisinden önce, Leonardo makinelerin anatomisini çizmiştir. Bütün hali ile sökülmüş hali arasındaki ilişki bu makineyi betimlemede kullanılan tek devrimci ikonografik öğe değildir. Sağ tarafa doğru, şaft ve bir çarkın ayrıntısı döndürülmüş ve büyütülmüştür ve üç harfin tekrar kullanımı sökülmüş görünümdeki makinenin çeşitli öğeleri arasındaki ana montaj noktalarını gösterir. Leonardo'nun görsel dili her ek metni gereksiz kılmaktadır.

Şekil 1
Bu folyo Leonardo'nun en açık ve en kesin çizimlerinden birini içermektedir. Makinenin bütün halindeki görünüşü sol taraftayken, sağ tarafta mekaniğin sökülmüş görüntüsü bulunmaktadır.

Şekil 2
Hareket dönüşüm makinesi bir çalışma nesnesidir. Folyoda çizilen yapıya dayanarak, alet makul ağırlığı kaldırabilecektir.

Arka sayfa ve diğer sayfa
Şekil 3
Makinenin işleyen diyagramı.

Şekil 4
Hareket dönüşüm makinesinin sökülmüş görünümü, Leonardo tarafından tasarlanana benzerdir.



2

A

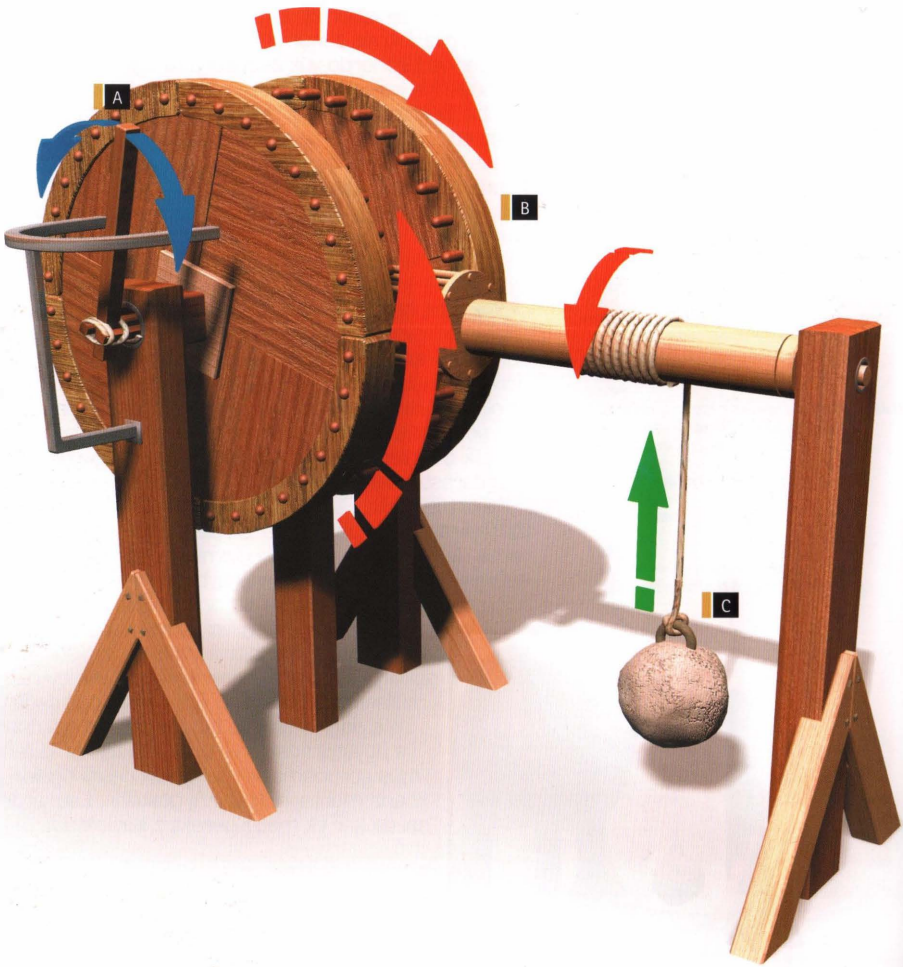
Aslında, hareket makinesi bir iş aracıdır: Leonardo sürekli döner harekete bir operator tarafından üretilen karşılıklı hareketi dönüştürmenin bir yolunu bulmak istemişti. Bu projede, operatör kaldıracı sağdan sola hareket ettirmektedir: kaldıraç her hareket ettiğinde, iki büyük mekanik çark ters yönlerde hafifçe döner, ilki ve sonra diğeri, fakat hiçbir zaman aynı zamanda değil.

B

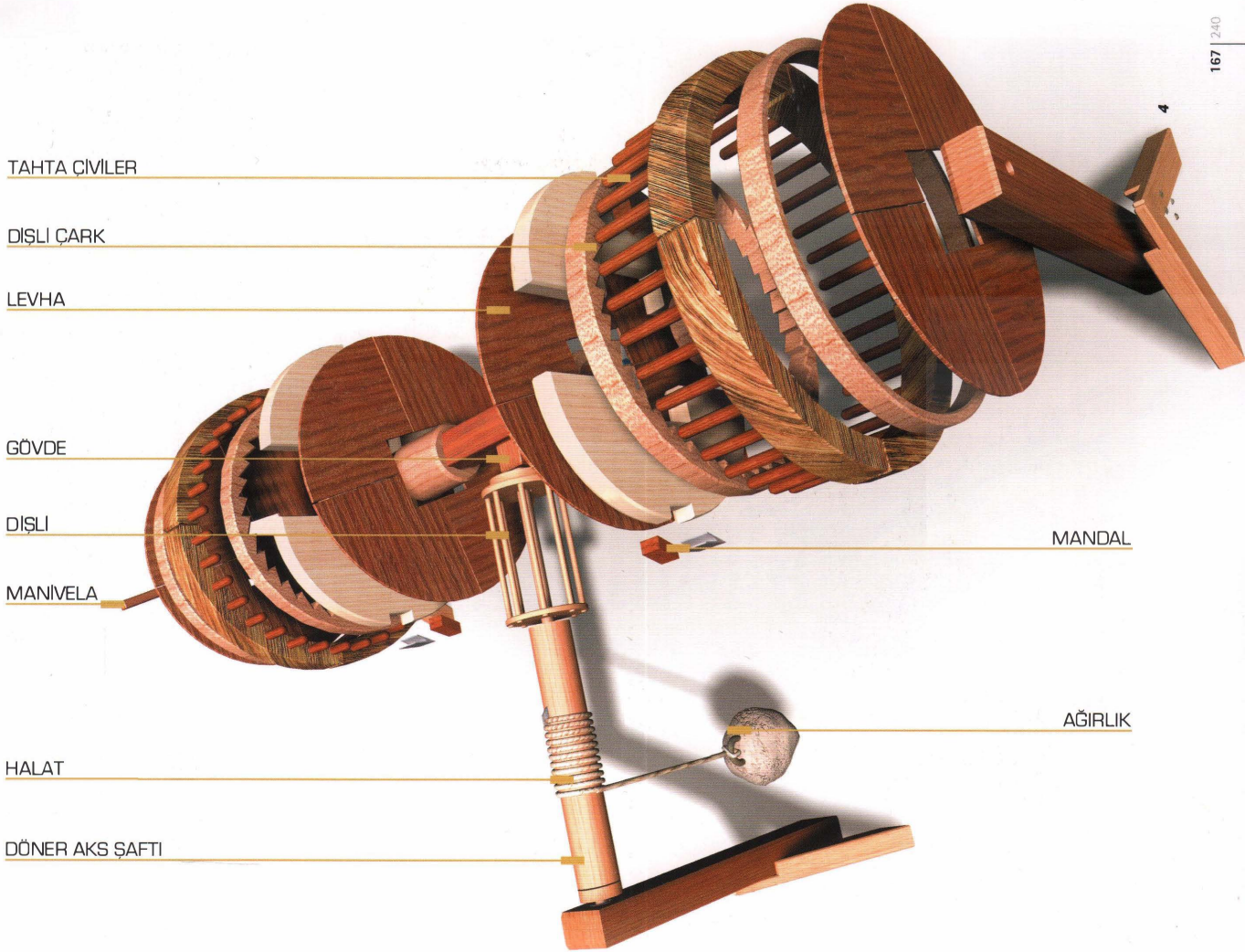
İki büyük mekanik çark iki dairesel levha içinde ilişik olan eşmerkezli mekanizmanın karmaşık sistemini saklar. İç dişliler bir çarktan yapılmıştır. Bunlar tek-yönlü bir profilli büyük bir testereye benzer. İç çember ve iki metalik yay mandalından oluşan kaldıraca iliştirilmiş bir mekanizmadır. Kaldıraç her hareket ettiğinde, iç dişli iki geniş çarkla birbirine geçer. Bu hareketi ana aksa aktarır. Ritmik bir klik sesi üretilir.

C

İki büyük mekanik çarkın ters dairesel hareketi ana akslı şaft üzerindeki kafes şeklinde dişli çarkı tutar. Bu dişli çark sadece bir yönde döner, sıra ile her iki çark ile itilir. Ana şafta sarılı bir halat yükü kaldırır. Bu proje sivil mekanikte kullanılabilirdi (örneğin; büyük-terazili vincin inşasında). Bu makinenin modern bir örneği mekanik krikodur.

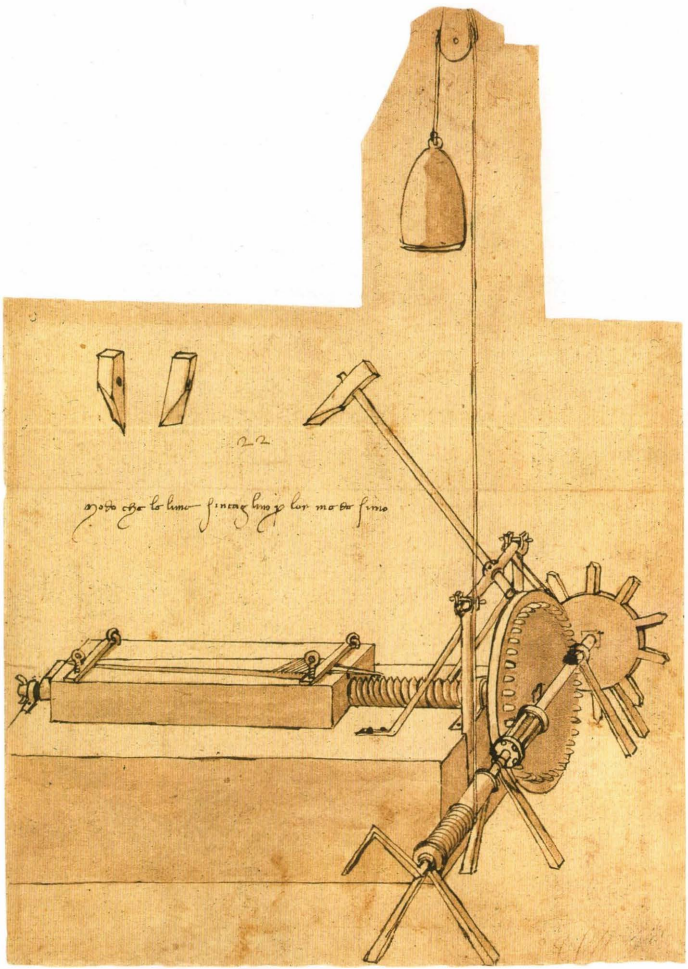


3


TAHTA ÇİVİLER
DİŞLİ ÇARK
LEVHA
GÖVDE
DİŞLİ
MANİVELA
HALAT
DÖNER AKS ŞAFTI
MANDAL
AĞIRLIK

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — *yaklaşık 1480* — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 24r



1

Levha Kesici

Bu folyo bir makinenin büyük bir çizimini içermektedir. Çizimin tarzı dolmakalem, mürekkep ve çini mürekkebinin genişçe kullanımı ile iyi tamamlanmıştır (Codex Atlanticus 1022v folyosunda bulunan bir hazırlık çalışması). Bu sayfa Leonardo'nun kariyerinin ilk yıllarında makine çizimlerini sunma yöntemlerinden mükemmel bir örneği göstermektedir. Bazı açılardan yenilikçi olsa da, sunum çizimlerini yapmak üzere Leonardo'nun kullandığı değişik metotların kökü geleneksel mekanik çizimde yatmaktadır. Genç Leonardo için, Sienese mühendisi Francesco di Giorgio için de olduğu gibi, mekanik ikonografinin dört temel formu vardır: özel ek açıklama (bir taslak biçiminde); bitmiş bir tarz içinde uygulanan bir kağıt üzerine tek bir makinenin yerleşimi; çeşitli makinelerin çoğu bitmiş çizimlerinin tek bir kağıtta komposizyonu (bir çeşit antoloji resimleri); metinsel notlarla bu kombinasyonun bütünleşmesi.

Francesco di Giorgio tarafından yazılan ve Urbino Dükü *Federico da Montefeltro*'ya adanan *Opusculum de architectura* her biri tek bir mekanik projenin temiz bir çiziminden oluşan bir dizi sayfaları içermektedir. Leonardo'nun çiziminin benzeri bir albümle tasarlanması da olasıdır. Sunumlarda onun elyazısı soldan sağa gitmektedir ('*Modo che le lime s'intaglino per lor medesimo*'; 'Levhaları kesme yolu'); çizimin görsel dilinin hakim olmasının beklendiği sayfaya basit bir başlık ekleyerek.

Makineyi resmetmek için kullanılan perspektif resmin sunumunda temel bir rol oynar. Üst sağdan tek bakış açısı makinenin tam bir görüntüsünü verir (hem form hem de parçaların ilişkisi bakımından). Mekanik ikonografide perspektifin kullanımı sadece iletişimi geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda bunun önemli bir kültürel anlamı vardır. Resimde olduğu gibi, makineler perspektif, doğal geometri ve matematik yasalarının uygulamasıyla bilimsel değerden yararlanmıştır. Bu Francesco di Giorgio gibi mühendis, sanatçı ve yazarlar tarafından tanıştırılan temel ilerlemelerden biridir. Francesco di Giorgio perspektif kullanarak makinelerin resmedilme yöntemini değiştiren ilk kişiydi, böylelikle, makine içindeki çeşitli öğeler arasında karşılıklı bir ilişki betimlemiştir. Onun levha kesici çiziminde gösterildiği gibi, Leonardo bile bu doğrultuda giderek, kültürel olarak çizimin özgürleştirilme sürecini zirveye taşımıştır.

Şekil 1
Leonardo'nun çizimi oldukça açıktır ve makinenin nasıl işlevlendirildiğini ve kullanıldığını göstermektedir.

Şekil 2
Makaranın yüksekliği bütün aletin doğru işlemesi için önemli bir unsurdur.

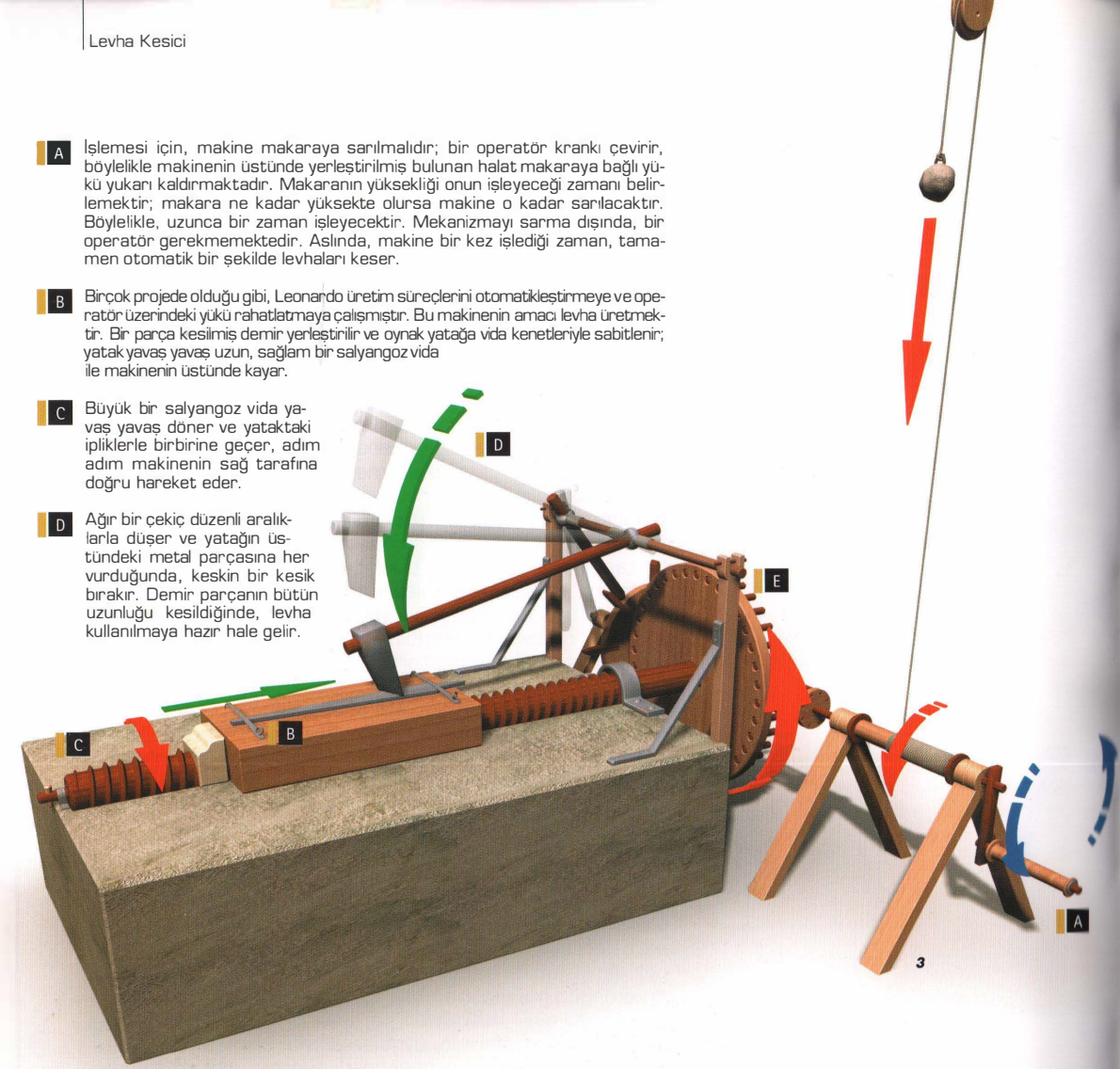
2

A İşlemesi için, makine makaraya sarılmalıdır; bir operatör kranı çevirir, böylelikle makinenin üstünde yerleştirilmiş bulunan halat makaraya bağlı yükü yukarı kaldırmaktadır. Makaranın yüksekliği onun işleyeceği zamanı belirlemektir; makara ne kadar yüksekte olursa makine o kadar sarılacaktır. Böylelikle, uzunca bir zaman işleyecektir. Mekanizmayı sarma dışında, bir operatör gerekmemektedir. Aslında, makine bir kez işlediği zaman, tamamen otomatik bir şekilde levhaları keser.

B Birçok projede olduğu gibi, Leonardo üretim süreçlerini otomatikleştirmeye ve operatör üzerindeki yükü rahatlatmaya çalışmıştır. Bu makinenin amacı levha üretmektir. Bir parça kesilmiş demir yerleştirilir ve oynak yatağa vida kenetleriyle sabitlenir; yatak yavaş yavaş uzun, sağlam bir salyangoz vida ile makinenin üstünde kayar.

C Büyük bir salyangoz vida yavaş yavaş döner ve yataktaki ipliklerle birbirine geçer, adım adım makinenin sağ tarafına doğru hareket eder.

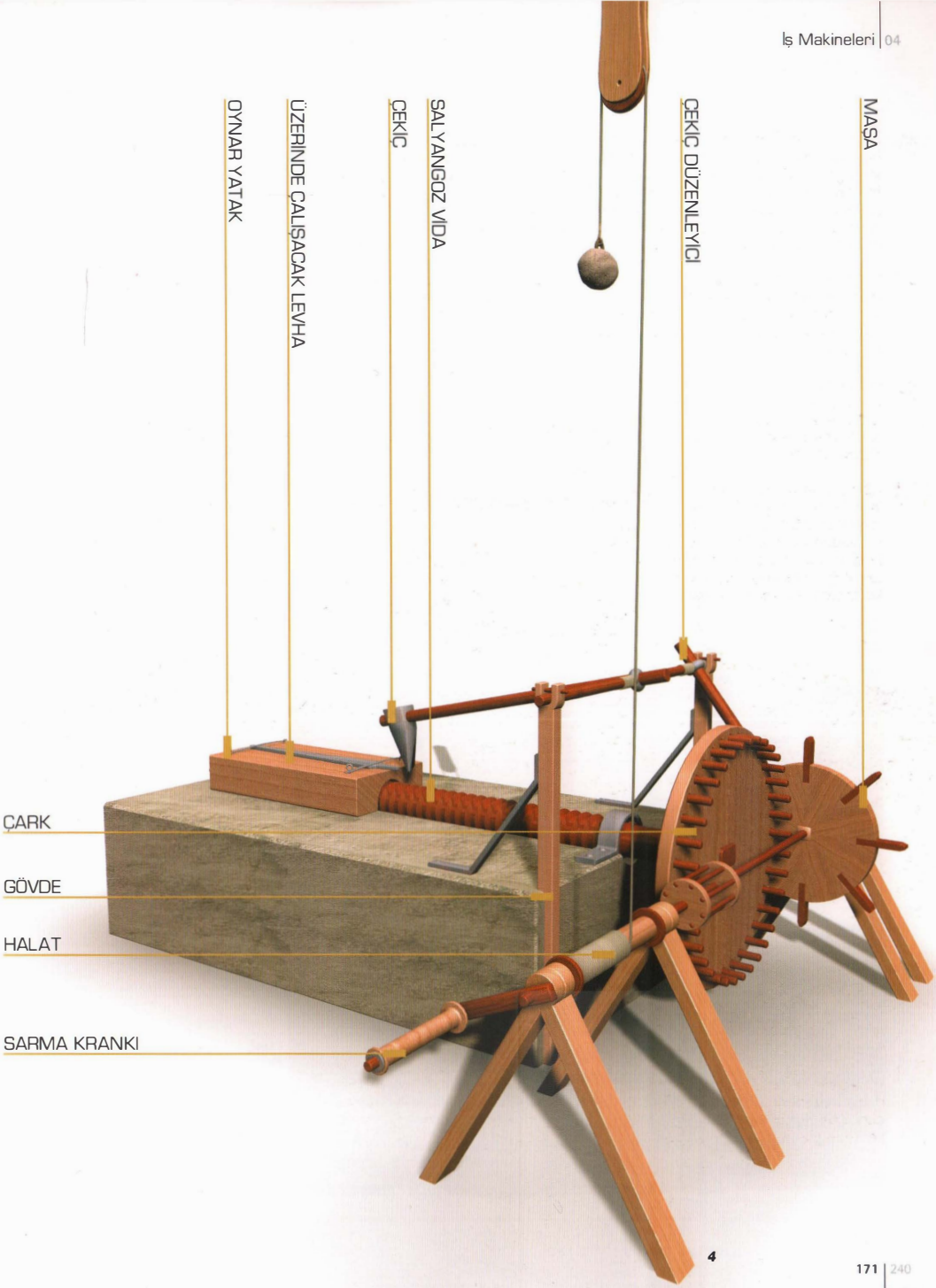
D Ağır bir çekiç düzenli aralıklarla düşer ve yatağın üstündeki metal parçasına her vurduğunda, keskin bir kesik bırakır. Demir parçanın bütün uzunluğu kesildiğinde, levha kullanılmaya hazır hale gelir.



E Levhanın üzerine düşen çekiç saat yapımında kullanılan sisteme benzer bir karmaşık maşa sistemi ile düzenlenir. Bu daha büyük bir boyuttadır. Bir çark düzenli bir şekilde çekiç kolunu kaldırır fakat dönüşümünü tamamlayan aynı çark çekicin çekimsel bir güç ile düşmesini sağlar. Çekiç oldukça ağırdır ve kesmeyi yapabilmek için levhaya büyük bir güçle vurur.

Şekil 3
İş makinesinin diyagramı.

Şekil 4
Ana parçalar.

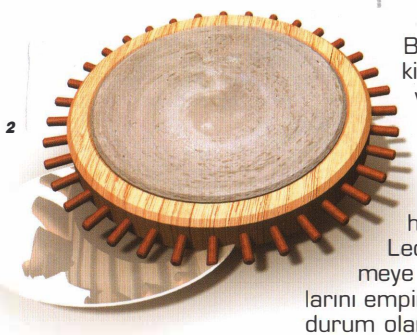

MAŞA
ÇEKİÇ DÜZENLEYİCİ
SALYANGOZ VİDA
ÇEKİÇ
ÜZERİNDE ÇALIŞACAK LEVHA
OYNAR YATAK
ÇARK
GÖVDE
HALAT
SARMA KRANKI

4

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — yaklaşık 1480 — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 87r

İçbükey Ayna Yapma Makinesi



2

Bu sayfa Leonardo'nun Floransa'daki ilk yıllarındaki tipik çalışmalardandır. Bitmiş bir versiyondadır ve hemen hemen biraraya getirdiği çeşitli çizimlere dönük projelerin bir antolojisidir. Bu sayfada yakan aynaları, öğütme değirmeni, bazı fırınlar ve ocaklar yapmak üzere bir öğütme makinesi buluruz. Tasarımların farklı doğası onların ham, gelişmemiş karakterini açığa çıkarır. Ancak Leonardo mekanik projelerine teorik bir katılık vermeye başladıktan sonra, zamanın tipik atölye çalışmalarını empirik bir düzenle takip ederek, her sorunu ayrı bir durum olarak ele almıştır. Yine de, yıllar sonra tamamen anlaşılacak mekanik tasarımlarındaki teorik özgürlüğüne doğru Leonardo'nun yöneldiğine dair birkaç iz vardır.

Sayfanın sol üst tarafındaki proje dönemin Florentine atölyelerinde kullanılan yakan ayna yapmayla ilgilidir. Leonardo'nun çıraklık yaptığı Verrocchio'nun atölyesi Santa Maria del Fiore'nin katedral kubbesi için büyük bir bakır küreyi yapmıştır ve bu küreyi kubbeye yerleştirmiş ve bu kürenin bölümleri yakan ayna kullanarak kaynak yapılmıştır. Leonardo'nun kendisi bu zamanı yakan ayna ile ilgili deneyimlerinin bulunduğu meşhur G Elyazmaları'nda 1472 olarak not etmiştir. Bu sayfadaki makine Verrocchio'nunki gibi atölyelerde kullanılanla karşılaştırıldığında, orijinal öğeler içermektedir. Yine de, daha da şaşırtıcı olanı aynı sayfanın sağ altındaki çalışmadır: Leonardo'nun aynanın eğriliğini parabolik bir eğri olarak nasıl tanımlamayı düşündüğüne dair bir diyagram. Leonardo biliyor ki, parabolitler onları bir noktada ya da odakta tutarak güneş ışınlarını yansıtmakatdır. 'Odak' perspektifte kullanılan bir kavramdır ve optik bilimine dayanır. Bu *Quattrocento* sanatçıları için teorik detaylandırmanın ilkesel bir aracıydı. Bu anlamda Leonardo'nun yakan ayna yapısına optik ve perspektifin geometrik kesinliğini uygulamaya çalışması anlaşılırdır. Codex Atlanticus'un 1055r folyosundaki bir diyagram bir optik çalışması gibidir. Gerçekte, yakan aynanın eğrisini geometrik olarak tanımlamak dikkat isteyen bir çalışmadır. Sadece küçük denemeler vardır fakat yine de bu, daha sonraki çalışmalarına anlam vermiştir. Yakan ayna ve onun rölatif geometrik tasarımının bulunduğu sayfada, uzun alevli fırın tasarımı da vardır. Bu da bilimsel alandan (ressamlar için optik ve perspektif) mekanik tasarıma doğru geçişin yaşandığına dair ilgili teoriyi kanıtlamaktadır.

Şekil 1
Sayfanın üst kısmında, ayna yapmak için otomatik bileyici ile ilgili açık bir çizim vardır; aynı zamanda birkaç elyazısı da vardır.

Şekil 2
Makine içbükey ayna yapmak için kullanılmıştır.

Şekil 4
Makinenin ana parçaları.

A

Bir kişi kaldıracı hareket ettirdiğinde, makinenin hareketli parçaları harekete geçer ve yörüngelerini tamamlarlar. Fakat bileyiciyi çalıştırmadan önce, operatör büyük değirmen taşının altına kesilmek üzere bir taş koymak zorundadır; kaldırılmak zorunda olunan ağırlık nedeniyle içbükey taşlar yorucu olacaktır. Kaldıraç aktive edilmeye hazır olduğunda, bileyici çark ile ayna arasındaki direnç ve sürtünme dikkate değer olmalı. Bu bileyicinin ilginç tarafı bileyici çark ve taşın birleşik rotasyonudur; bu parçaların sürtünmesi zemine yerleştirilen taşı daima aynı tarzda düzleştirir. Kafes şeklindeki çark sistemini kullanarak, bir ya da daha fazla operatör krankı döndürerek bu hareketleri basitçe yapabilir.

B

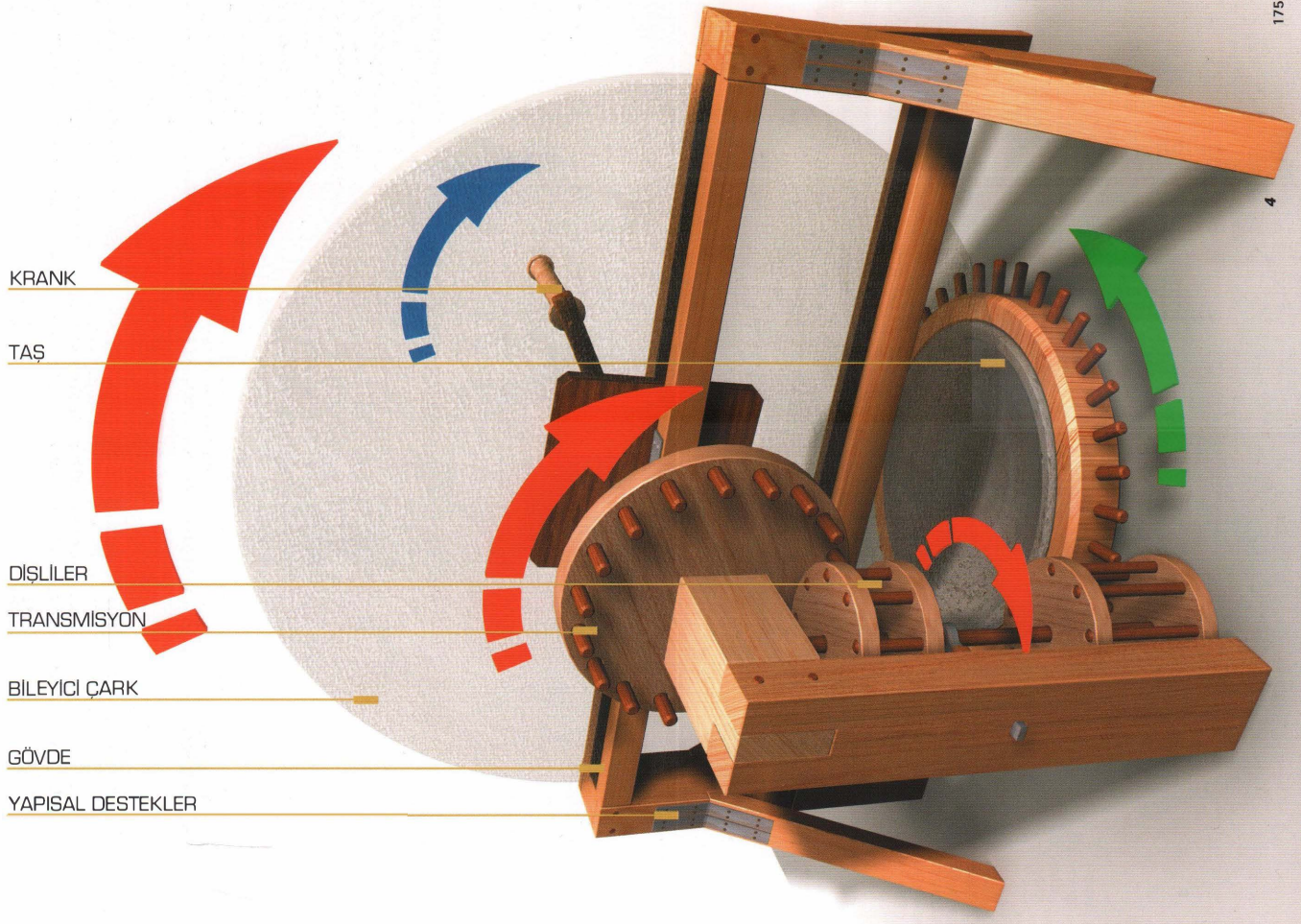
Bileyici oldukça ağır bir nesnedir. Harekete direnç verdiğinden, bütün hareketli parçaların yağlanması gerekmektedir. Yapının üzerinde krank tarafından aktive edilen bileyici çark çok yavaş döner. Çünkü oldukça büyüktür, yine de, onun çevre uzunluğunun açısal hızı kolu çok hızlı çevirmek zorunda kalmadan yeterli sürtünme hızını vermektedir. Bileyici çarkın altına yerleştirilen taş dikey bir yönelimle dönmektedir ve parçalar arasındaki sürtünme hızını artırmaktadır.

C

Düzleştirme ve cilalama birkaç gün sürebilir. Bir iş bittiğinde, makine bir diğer düzleşme için hazır hale gelir. Aynı şekilde, Leonardo dişli bir çark levhası kullanarak taşı değiştiren bir sistem üzerinde dahi düşünmüştü; taş iç tarafa yerleştirildiğinde, bileyici çarkın altındaki zemine oturur. Sayfada gösterilen takozlar mil başını zeminde sağlam tutar.



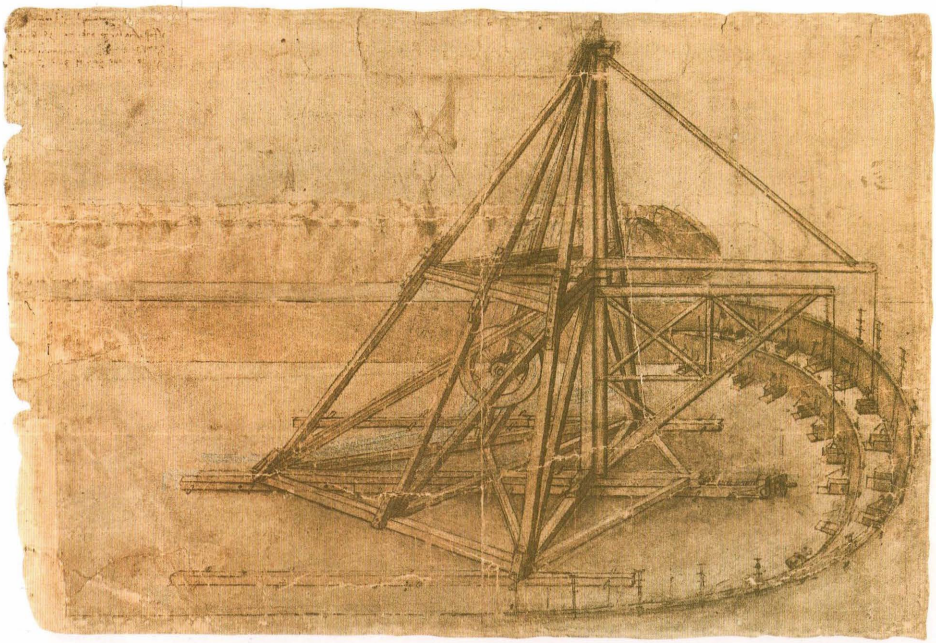
3


KRANK
TAŞ
DİŞLİLER
TRANSMİSYON
BİLEYİCİ ÇARK
GÖVDE
YAPISAL DESTEKLER

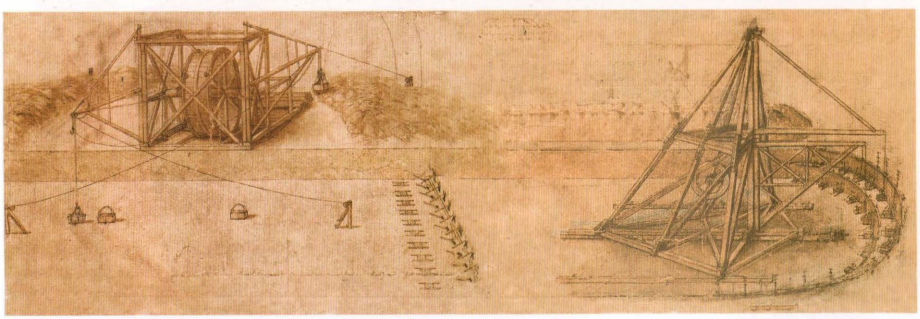
4

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — 1490 — 1500 — *1503-1504* — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 4r



1



2

Kanal Kazma Vinci

Codex Atlanticus'daki benzeri 3r folyosu ile birlikte bu çalışma muhtemelen bir müşteri için hazırlanmış bir modeldir. Bunu biliyoruz çünkü tamamlanmış durumdadır. Leonardo tasarımı ilk olarak siyah kalemle (ilk taslağının izleri hâlâ görülebilir) çizmiştir ve sonra son çizimi kalem ve mürekkeple resmetmiştir ve çini mürekkebiyle bitirmiştir. Not edilmemiş ama tamamen bitirilmiş bir uygulamadır. Son işi yapmadan önce modeller yaratmak mimarlar, heykeltraşlar ve mühendisler için genel bir pratikti. Modeli inceleyerek, müşteri değişiklik talebinde bulunabilir veya sunulan şeyi kabul edip, çalışmaya razı olabilirdi. Tasarımcı ya üç boyutlu modeller yaratacaktır ya da hemen hemen hepsi çini mürekkebiyle bitirilmiş, doğru ayrıntılandırılmış ve bütünsel bir formdadır. Michelangelo'nun Julius II'nin cenaze töreni için hazırladığı anıt tasarımları ve diğer mimari projelerinin bazıları benzeri tarzdadır.

İnce çizgili uygulama tekniğindense çini mürekkebi kullanarak, Leonardo normalde müşteriye sunulacak tarza uymak istemiş olabilir. Eğer, bu folyoya verilen 1504 tarihi doğruysa müşteriler muhtemelen Florentine Devleti'nin temsilcileriydi. Onlar Leonardo'dan Arno River'i gemi trafiğine uygun duruma getirmesini istemiş olabilir ve böylelikle bu çizim Floransa'nın kuzeyindeki bir kanal için yapılacak bir kazı vincini gösteriyor olabilir. Gençliğinde, Leonardo işlevlendirilebilinecek uzamsal bağlamlar içinde makine düzenlerinin eşsiz çizimlerini yapmıştı.

Bu çizimin bir karakteristiği de makine için herhangi bir insanın gerekmemesidir. İlk çizimlerin bir makinenin sunumunu canlı ve hareketli bir sahneye dönüştürdüğü hareketli figürlerden yoksundur. Leonardo bu çalışmanın zihinsel karakterini vurgulayarak, boş bir inşaat alanı betimler: makine ölçülü, geometrik bir formdadır ve kazının iki düzenli kavis seviyesinde işliyordu. Haznelerin hepsi eşit alanlıdır ve kazı aletleri (bazıları havada askıya alınmış) gereken işçi sayısı hakkında bir fikir verir.

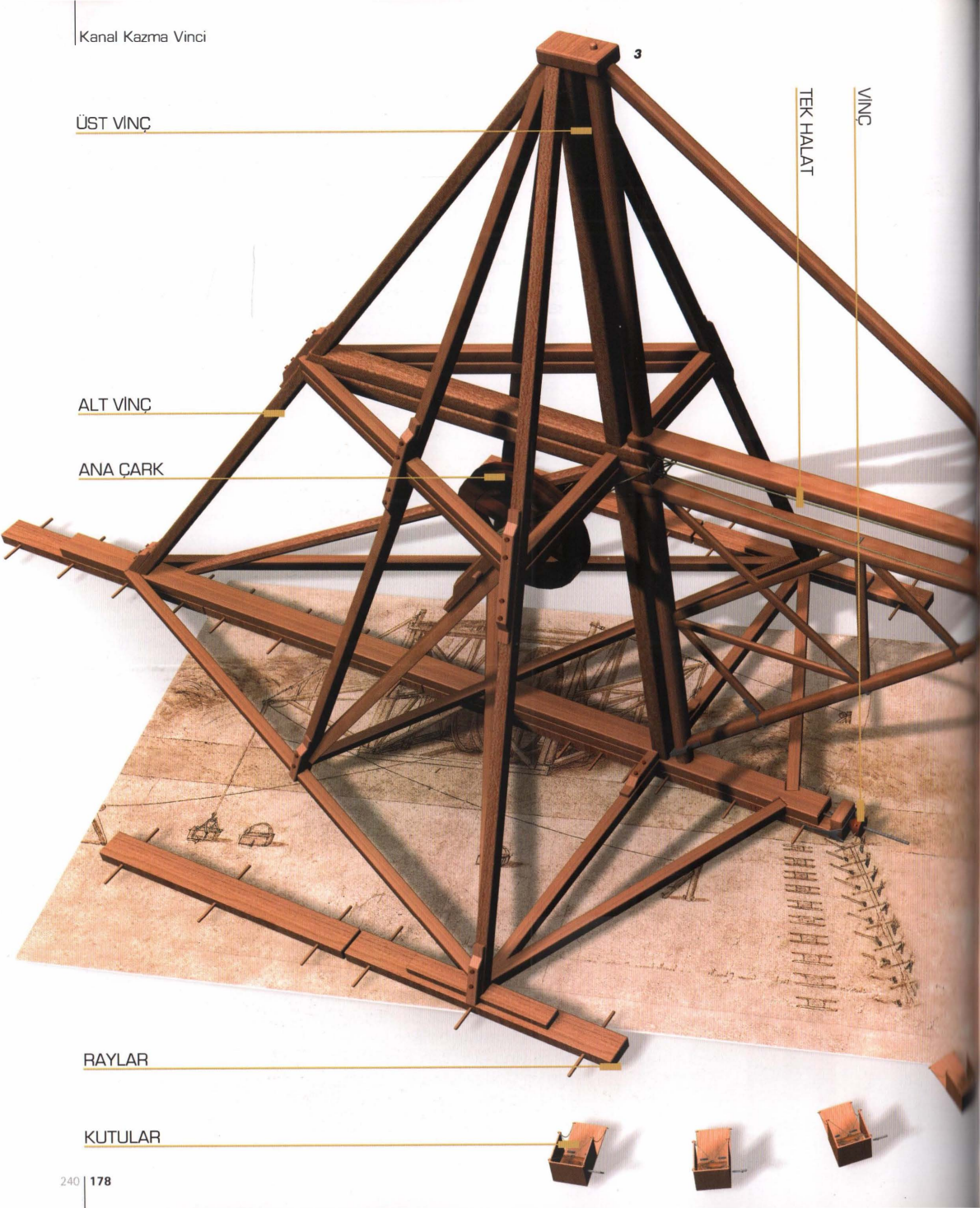
Leonardo'nun bu tasarımları bir müşteriye sunup sunmadığını veya bu müşterilerin tepkilerinin ne olduğunu tam olarak bilmiyoruz. Bu çizim bazı noktada onun normal geriye doğru elyazısını kullanarak bir not yerleştiren (iki tasarım için kişisel bir not) üstadıyla birlikte kalmıştır. Aynı dönemdeki diğer az bitirilmiş vinç çizimleri Codex Atlanticus 944v ve 905 folyolarında ve Codex Madrid I 96r folyosunda bulunmuştur.

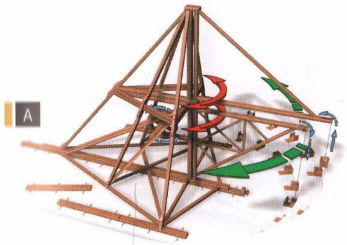
Şekil 1
Codex Atlanticus'tan Folyo 4r.

Şekil 2
Codex Atlanticus'daki 3r ve 4r folyolarının dijital yeniden inşası. Çizimdeki işaretlerden bazıları iki sayfanın orijinal olduğu fikrine bizi götürmektedir: özellikle birbirine bağlandığı yerde mükemmel bir uyum gösteren kazı alanının toprak setinde.

arka sayfa, diğer sayfalar
Şekil 3
Folyo üzerine yerleştirilmiş hipotetik çalışma modelinin yeniden inşası; çok benzerdir ve 3boyutlu bilgisayar-üretimli görünümle birlikte şaşırtıcı bir şekilde uygundur ve bu görünüme benzerdi

Şekil 4 ve 5
Vinç diyagramları.


3
ÜST VİNÇ
TEK HALAT
VİNÇ
ALT VİNÇ
ANA ÇARK
RAYLAR
KUTULAR

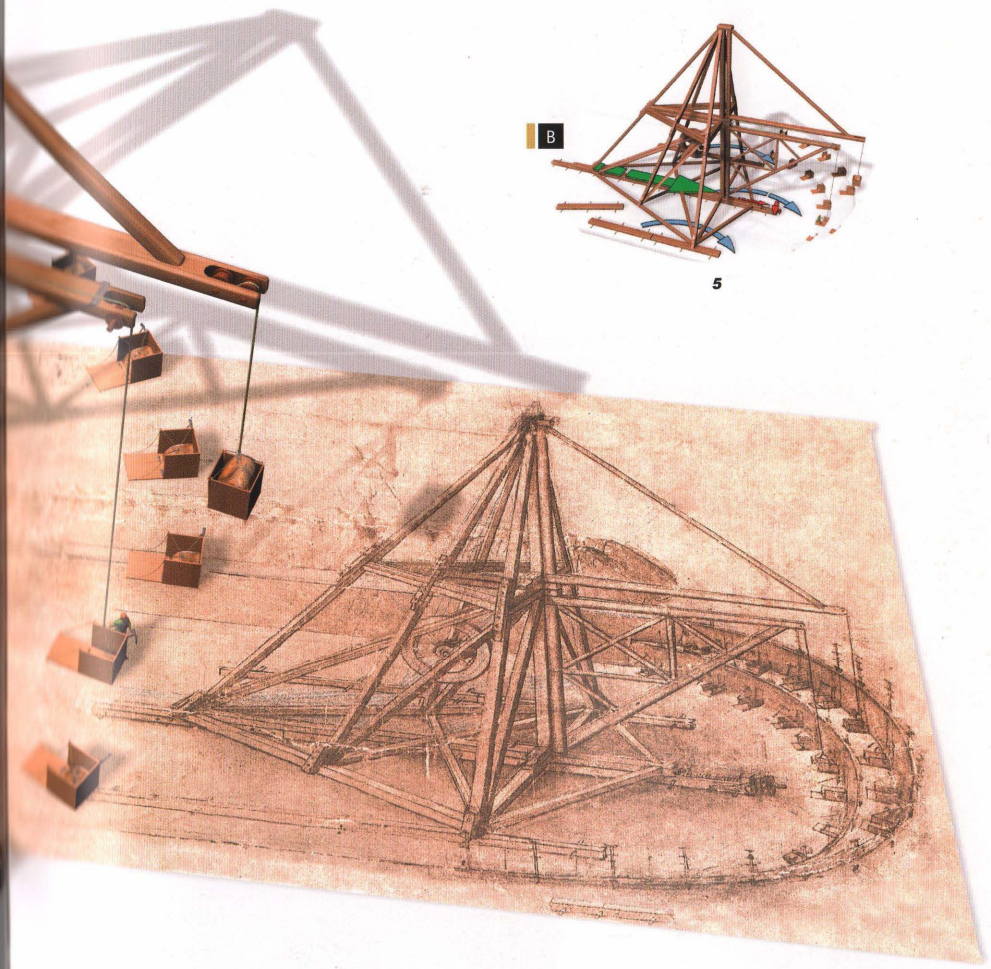


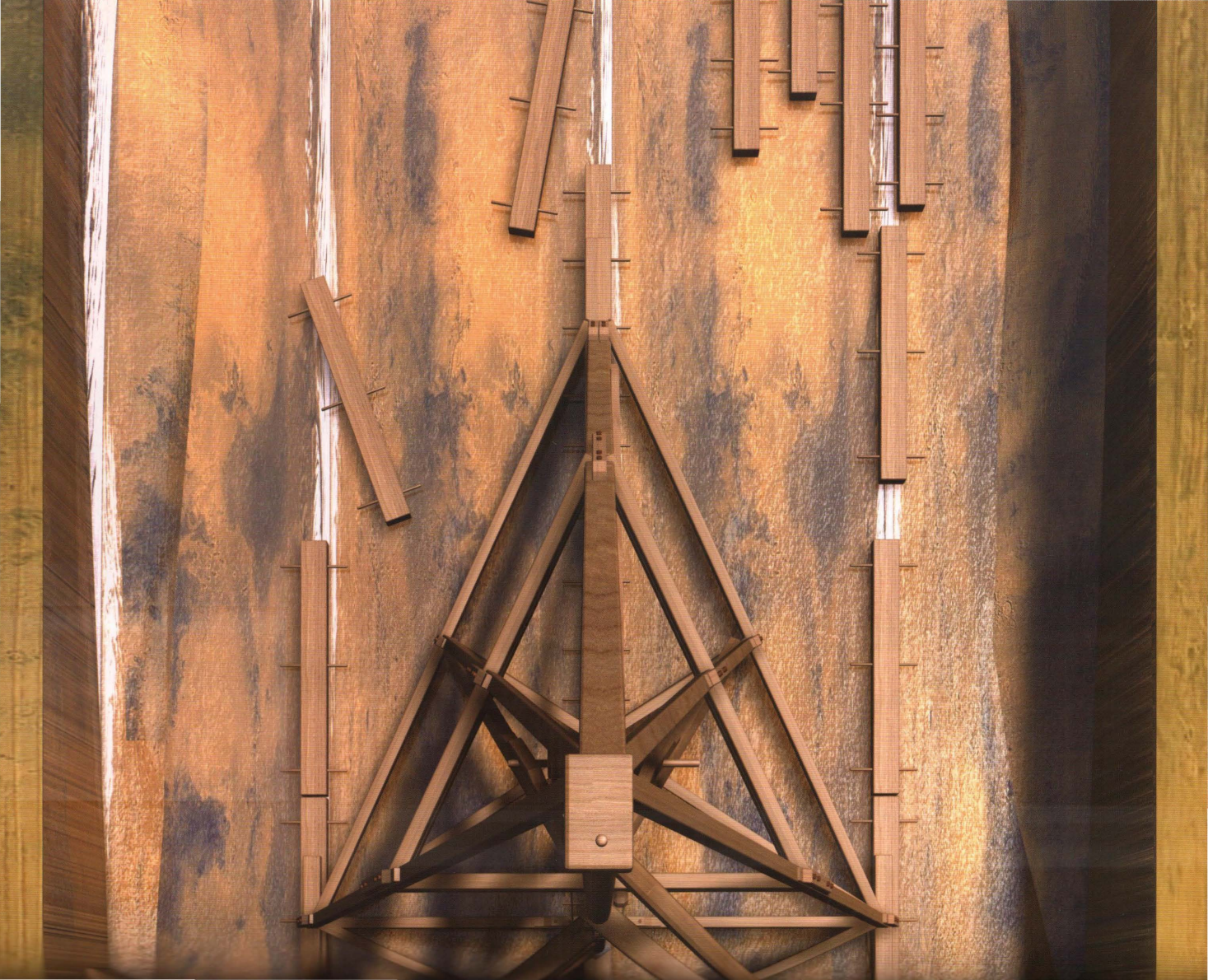
4

A Leonardo kanal kazımlarında toprağı kaldırmak için gerekli olan zamanı hızlandırmak için bu makineyi tasarlamıştı. Vida ve raylardan oluşan bu dahiyane sistem boyunca, iş ilerledikçe yapı da taşınabilir. Makine yemek asansörü gibi işleyen tek bir kordon ile çalışan büyük bir çift kollu vinci içermektedir. Kazıcı ekipler üç seviyede çalışır. Faaliyetlerini eşzamanlı hale getirirler. Böylece, hazne toprak dolduğu her seferde, havaya kalkar. Bir asansör kullanarak kazıcılara tekrar boş hazneyi gönderir.

B İş şöyle organize olur: kazıcıların bir grubu hazneyi alttan doldururken, diğer grup kanalın dışında kordonun diğer tarafına bağlı bulunan hazneyi boşaltır. Alttaki hazne dolarken, dışarıdaki ekip –enerji topladıktan sonra– iş alanlarına dönmek üzere boş haznenin içine tırmanırlar. Aşağıdaki kazıcılar ise toprakla dolu hazneyi boşaltmak için kanaldan yukarı çıkarırlar.

5

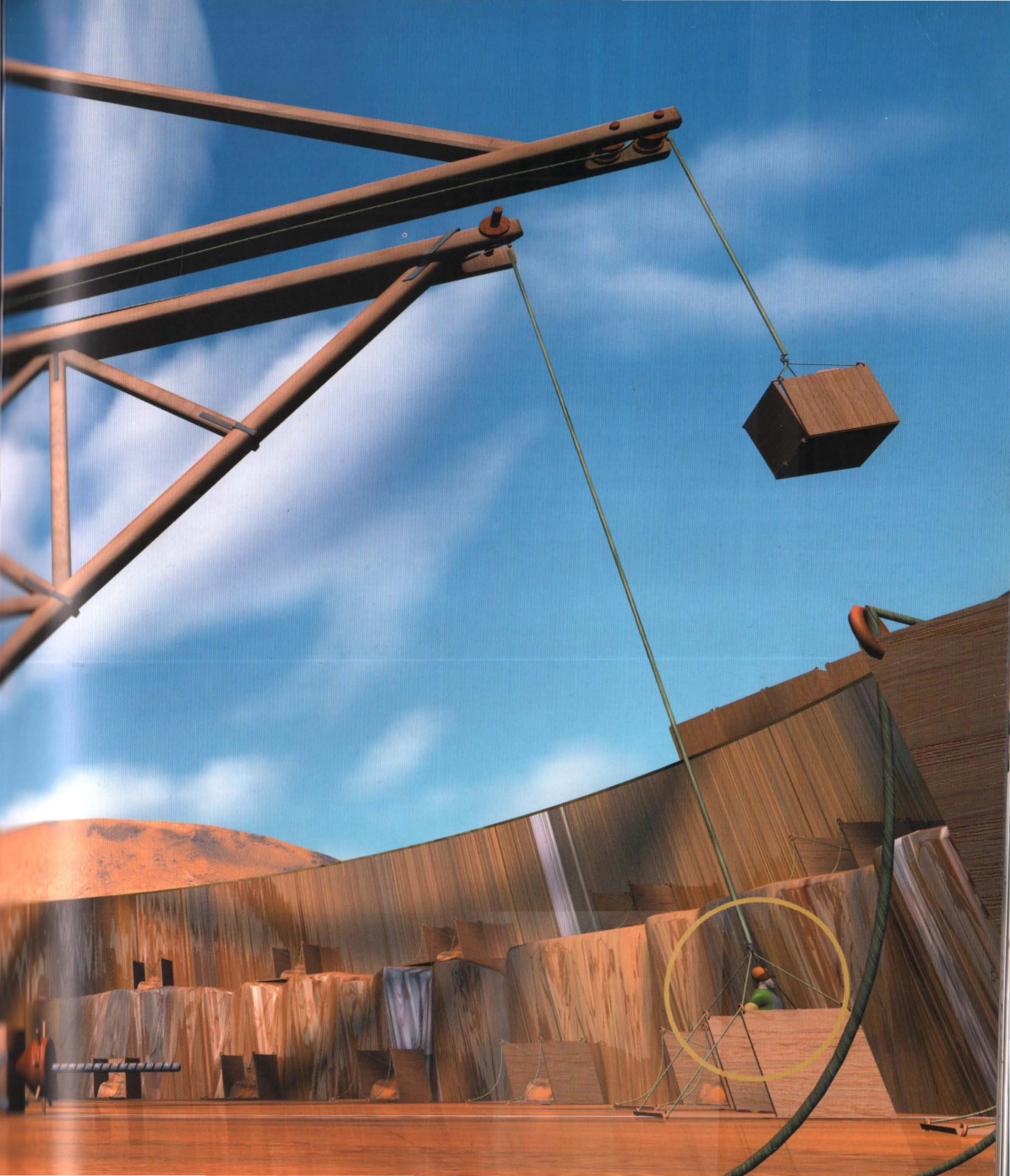






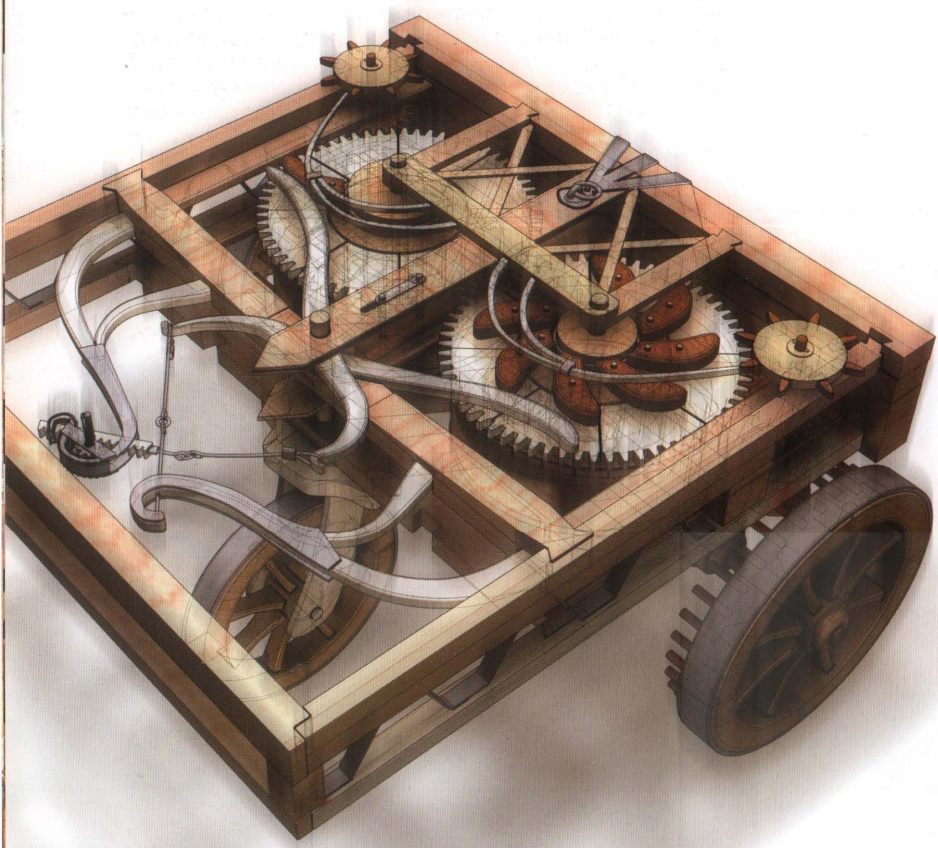


Bu sayfa ve diğer sayfa
Vincin kullanılabildiği varsayımsal çalışma alanının iki ortamı. Bu sayfadaki resimden yapının görkemli boyutlarının değerini anlayabiliriz. Bir kişinin ortalama uzunluğuna (varsayımsal bir işçi) göre orantılandırılmıştır.



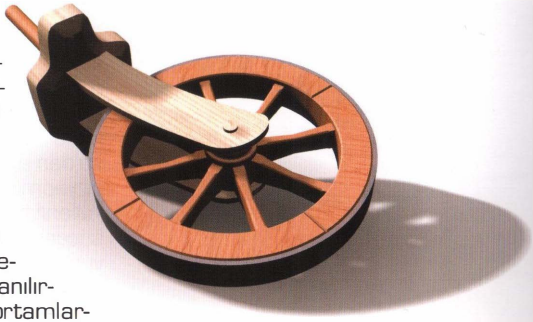
005 Tiyatral Makineler

Kendi Kendine İlerleyen Araba
Orpheus için Tiyatro Dekoru



Quattrocento'nun birçok mühendisi ve sanatçısı tiyatro için makine yapma ve sahne düzenleme işine dahil olmuştur; bu mühendislerin arasında Giovanni Fontana ve Brunelleschi vardır ve sanatçıların listesi Mantegna'dan Raphael'e kadar uzanır. Elbette Leonardo bunun dışında değildi. Floransa'dan ayrılmadan önce tiyatral araç ve makinelerin tasarımını yapmıştı. Onun bu alandaki yetenekleri Fransa sarayında kullanıldığı gibi Milan'da Sforza için de kullanılmıştır. Rönesans süresince tiyatro dramatik ürünlerin görsel gücü üzerinde vurgu yapmaya başlamıştır. Bu da büyük sanatçıların ve mühendislerin doğrudan katılımını açıklamaktadır. Sahne canlı bir resim halini almış ve bu resimde aktörler, sanatçılar ve zanaatçıların hepsi aynı hedefte buluşmuşlardı. Hedef; bir olayın, bir gerçekliğin mimetik sunumunu yaratmak. Normalde, sanatçılar gerçekliği resim veya heykellerle yansıtıyorlardı; tiyatro resim veya tabloları sadece şekilsel olarak değil aynı zaman belli bir hareket içinde yaratma şansını verdi. Bu nedenle, sadece tiyatro içinde değil aynı zamanda festivallerin bir parçası olarak sık sık otomatonlar kullanıldı. Ortaçağın popüler kutsal oyunlarına ve törenlerine ek olarak, seküler tiyatro kuruldu. Daha önceden, bu tarz tiyatro basit görülmüştü. Şimdi, özellikle toplumun en yüksek sınıfı arasında bu tarz dramatik sunumun en takdir edilen şekli oldu.

Her şeyden önce bu tarz doğaldı ve Leonardo'nun üzerinde çalıştığı büyük sahne yapıları karakter açısından (*Danaë'den Feast of Paradise*'a, *Orpehus*'a kadar) seküler ve klasikti. Sadece Floransa'daki ilk yıllarında, kutsal oyunların sahne sunumlarına olan ilginin izlerini görebiliyoruz. Diğer yandan, bu dini ürünler seküler tiyatronun ortaya çıkışıyla son bulmadı. Floransa'da, kutsal oyunlar ve törenlerin popüleritesi artmaya devam etti. 1471'de genç Leonardo'nun çıraklık yaptığı Verrocchio'nun atölyesine Galeazzo Maria Sforza için (onun Floransa'yı ziyareti süresince) sahnelenen bazı kutsal oyunların dekor ve sahneleri için görev verilmişti. Hayal edebileceğimiz gibi, bu kutsal temalar tasarımcıların hayal gücü ve yaratıcılığı için mükemmel uyarıcılardı. Verrocchio'dan aktörlerin cennetten inme ya da cennete yükselme gibi özel hareketleri sergiledikleri yapısal öğeler için sahne dekorları isteniyordu. Bu etkenleri aklımızın bir köşesine yazarsak, Leonardo'nun yaptığı ilk uçuş makinelerinin (kablo destekleriyle bir uçuş benzetmesi yapan perde kanatlı insanlık dışı bir makine) bir sahne dekoruna dönük yapıldığını düşünmek olasılık dışı değildir.



Florentine dekor tasarımcıları içinde, dekor ve sahneye hareket kazandırmanın önemi da Vinci tiyatro konsepti içindeki gelişmeler için önemli olacaktır. Onun yaratıcılığının diğer bir yönü de; bu alanda Leonardo statik ve uyumlu bir konsepti daha dinamik ve daha doğal hale getirmiştir. Bu gelişimi anlamak için, İtalya Rönesans'ının içinde tiyatrolardaki yenilenmelerden bahsetmek gerekli olacaktır. Ortaçağın kutsal oyunları içinde; bir dekor Pilate'nin sarayı ya da Gethsmane'nin bahçesi gibi farklı ortamlar içinde çeşitli sahnelerde kullanılırken, 'yan dekorlar' olarak gözüküyorlardı. Çeşitli ortamlardaki dekor üzerindeki hareket Aristocu eylem ve mekanın birliğini bozuyordu ve Rönesans tiyatrosunda bu görsel parçalı gösterilerin yerine perspektif kriterine dayanan daha bütünlüklü bir dekor kondu. 'Perspektif dekor' veya 'kentsel sahne' Baldassarre Peruzzi ve Sebastiano Serlio gibi yazarlar tarafından geliştirildi. Bu kişiler büyük klasik mimar Vitruviuis'un ilkelerini takip ediyorlardı. Dramatizasyonun komik ve trajik eylemi perspektif olarak görülen saraylar, evler ve meydanlarla birlikte kentsel bir mekan içinde sahneleniyordu. Leonardo Codex Atlanticus'tan folyo 996v üzerinde küçük bir çizim içinde bu tarz tiyatral sahneyi yansıtmıştır. Perspektif Sforza sarayı için 1490'larda Leonardo tarafından sergilenen dramatik bir oyun olan *Feast of Paradise* sahneyi karakterize eden bir perspektiftir. Leonardo Cennet'i her biri bir gezegeni temsil eden aktörlerin döndüğü büyük bir yarım küre saçakla ifade ederek seyirciyi şaşırtmıştır. Florentine geleneği içinde bu dinamik bir yapıydı ve alışılmadık hile ve olağanüstü hareketlerle bu kesinlikle Milan sarayını etkilemiştir. Yine de, tanımlar üzerinden, dinamik hareketine rağmen, bu araçta doğa meselelerini tutması (semada dünyaların hareketi ile ilgili Aristocu konsept) ile birlikte güçlü bir düzen ve uyum duyarlılığının hakim olduğunu söyleyebiliriz. Rönesans döneminde ayrıntılandırılan 'Perspektif dekor' çok statik bir ortam sunuyordu ve perspektifin kendisi gibi geometrik bir düzenle yönetiliyordu. Tekrar yıllar sonra Fransa (Fransızlar Sforza'yı püskürtmüştü) hakimiyetindeki Milan'da, Leonardo Orpheus miti için bir dekor yaratmıştı ve tam tersi bir konsept ile karşı karşıyayız. Codex Madrid I'in sayfasına (folyo 110r) bakarak diyebiliriz ki, Leonardo tiyatral gösterilerle uğraşmaya dönmüştür. Bu durumda, iki yarı çemberden

oluşan bir tiyatro tasarlamıştır. Bu iki yarı çember dönerken, bir amfitiyatroya dönüştürülebilirdi. Bu mobil tiyatro klasik tiyatroyu iki ana formdan oluşan tek bir yapıda birleştirilmiştir: Tiyatral, müzikal ve edebi olaylar için kullanılan yarı çember Yunan orijini ve gladyotoryal sahneler için tasarlanmış Roman orijinlerle amfitiyatro. Bu orijinal bir yaratım değildi fakat Gaius Curio'nun yarımküresel tiyatrosunu yeniden yapılandırmak için bir denemeydi. Bu *Naturalis Historia*'da Büyük Pliny tarafından tanımlanan taşınabilir ahşap bir yapıydı.

Bu bağlam içinde, Leonardo'nun dinamik tiyatro bakışına olan ilgisi vurgulanmalıdır. *Orpheus*'un sahnesiyle ilgili olarak birçok çizim hâlâ mevcuttur (Codex Arundel, ff.231v, 264r; Codex Atlanticus, özel bir koleksiyon içinde daha yeni bulunmuştur). Bütün bu taslaklardan ortaya çıkan şu ki, Leonardo'nun sahne konsepti bir zamanlar Leonardo tarafından sahiplenilen Rönesans 'perspektif dekor'un tam tersidir. Orpheus dekoru oldukça doğaldı: hiçbir bina yoktu fakat onun yerine, bir dizi vadi ve tepe vardı. Diğer yandan, karakter açısından da oldukça dinamikti: bir noktada, tepelerden biri açılırken, Pluto (veya Hades) ve diğer insanüstü yaratıklar yer altından yükseliyordu. Bu hızlı gösteriler spesifik olarak tanımlanmasa da, figürlerin belki de Floransa'da gençliğinde tasarladığı hareketli kanatlarla kanatlanması da olasıdır. Yani Leonardo'nun sahne konsepti diğer alanlarla ilgili araştırmalarıyla tamamen uyumlu natüralistik ve dinamik bir sıra boyunca gelişiyordu örneğin; geometrik perspektiften havai pespektife)

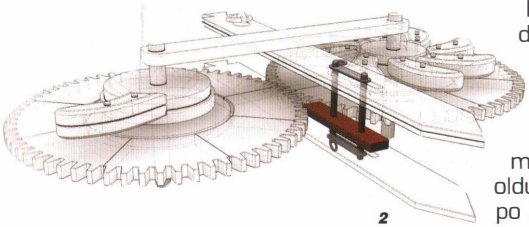
Yaşamının son yıllarında, Leonardo sahne ve dekorlar için buluşlarda bulunmaya devam etti. Örneğin; Fransa'nın yeni kralı François I'in şerefine Florentine tüccarları tarafından düzenlenen Lyon'daki bir festival için bir otomaton, bir aslan tasarlamıştı. Sahnede göğsünden zambaklar saçılıyordu. Bu dönemdeki iş makineleri gibi, tiyatro için böyle bir *ingegni* politik gücün kompleks oyunları etrafında sembolizmle doldurulmuştur; aslan Floransa'nın sembolüdür ve aynı zamanda Fransa'nın Lyon'una gönderme yapmaktadır; zambaklar Fransa Kralı'nın sembolüdür. Mesaj açıktır ve Florentines adına François'e bahşetme amaçlıydı ve bunun sonucu olarak, Milan'ı yeniden fetheden ve İtalya'ya ilerleyen Medici'ye bahşetme amaçlıydı. Belki de, Fransa'da Leonardo tarafından yapılan muhteşem son çizimleri bile tiyatroya gönderme içermektedir: bir tarafta figür çizimleri değişik kostümlere işlenmiştir, diğer taraftan da şövalyevari yapıtlar için çizimlerdir (her ikisi de Windsor Kalesi'nde muhafaza edilmektedir.) Öncekiler tiyatro kostümleri için çalışmalar olabilir, sonrakiler ise bir dekor veya sahne için arka zemin dekor olarak kullanılacak şövalyevari bir anıt için tasarımlardır.

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — *1478-1480* — 1480 — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 812r

1

Kendi Kendine İlerleyen Araba



2

Her ne kadar bu bir hipotez olmasa da, Leonardo'nun bir tiyatro sahnesindeki ünlü otomobili çok ilginç bir makinedir. Uçuş makinesi ile ilgili ilk fikirler Leonardo'nun formatif yıllarında, Floransa'da tasarlanmıştır ve dini dramalarda melek ve şeytanların kanat tasarımları ve çalışmalarında gözükmektedir. Bu dini dramalar 1400'lerde Floransa'da oldukça popüler bir türdü ve bu drama türü içinde Filippo Brunelleschi gibi birinci sınıf mühendis ve sanatçılar yer alıyordu. Bu folyo tipik bir çalışma sayfasıdır ve bitmiş çizimler gösteriyor ki, görsel dil çizimlerle aktarılıyor.

Bu çizimlerin 'çalışma içindeki' doğası –ve bütün detaylar tam olarak çizilmediği için– bu tasarımın hem geçmiş hem de şimdiki yorumlarında zorluklar çıkarmaktadır. Leonardo bir fikir çiziyordu ve sonra bu adıma eklenen birkaç ayrıntıyla geliştiriyordu. Ya garip ya da ağır bir şekilde teorik olarak son bulan bu çalışmaların sunumuyla, bir atölyenin somut bir varlığını hissederiz. Aslında, bu çizimler mekanizmanın çeşitli parçalarının nasıl bir araya getirileceği üzerine –hem kendisi hem de diğerleri için– açıklamalar olarak görülmektedir.

Leonardo diğer bağlamlarda lokomotif sistemler üzerinde çalışmıştır. Savaş makineleri ağır topların yüklemesi gibi problemleri hızlıca çözmek zorunda olduğu bir alandı. Bu alanda, tekerlek kısımları veya onların sırasıyla ilgili çeşitli yenilikler tanıştırmıştır. Aynı zamanda lokomotif sistemlerin kendileri üzerinde de çalışmıştır ve onun kullandığı araçlardan biri de üç tekerlekli arabaydı. Yaptığı ilk çizimlerde (Codex Atlanticus, f.17v) oto-lokomosyonla ilgili ilginç bir metot planlamıştır. Burada dahiyane dinamik transformasyon ve multiplikasyon sistemiyle bir ya da iki kişi arabanın içine yerleştirilmektedir. Yine de, bu 15. yüzyılda ondan öncekiler tarafından yapılan el yazmalarında görünen havayla itilen inanılmaz yelken arabalarından daha gelişmiş olmasına rağmen, hâlâ tekerlek ve küçük dişli çarklardan yapılan viteslere dayanmaktaydı ve sürtünme operatörün hakim olması için oldukça büyüktü. Burada bahsedilen kendi kendine ilerleyen araç sistemi yayların kullanımına dayanmaktadır. Bu yaylar Leonardo'nun *Treatise on the Elements of Machines*'de dikkatli bir şekilde analiz ettiği mekanik bir öğedir ve uçuş makinelerinin kanatları için yaptığı bazı çalışmalarda bunu uygulamıştır.

Şekil 1
Leonardo'nun en ilginç, etkileyici ve en çok bilinen tasarımlarından biri Codex Atlanticus'un 812r folyosundadır. Yıllarca bu tasarım 'Leonardo'nun otomobili' olarak yorumlanmıştı. Son zamanlarda bu tasarımın gerçek doğası açığa çıkmıştır.

Şekil 2
Leonardo'nun teknik resmi projeyi güçleştirmiştir.

A

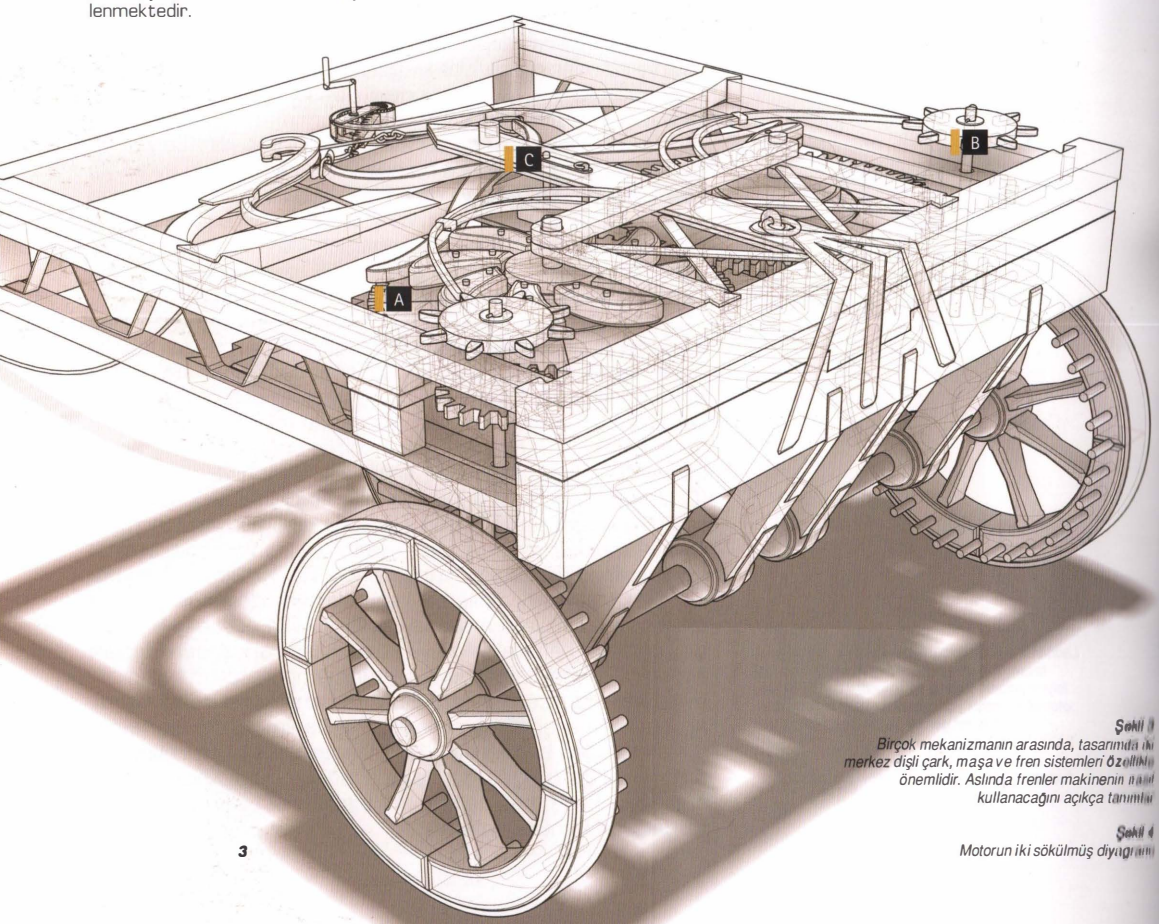
Yatay dişli çarkların altındaki iki büyük sprial yay devindirici bir güç sağlar. Yaylar ahşap bir davulun içine iliştirilir ve aksi bir yönelimde eğrilir. Leonardo özellikle saat mekanizmaları için sık sık yaylı-itici kuvvet kullanmıştır.
Yatay dişli çarklara bağlı olan iki sürücü yayı onları ters bir şekilde döndürerek enerjiyi toplamaktadır. İki tekerlek birleştirilmiştir ve toplanan enerjiyi arabanın diğer mekanizmalarına iletmektedir. Onların direkt çiftleri Leonardo'nun farklı bir mekanizmayı düşündüğüyle ilgili olasılığı hesaba katmamaktadır. Tekli bir yay aracı itmek için yeterli gelmekteydi, iki yay daha zarif, daha simetrik bir çözüm vermektedir; aynı zamanda onların enerjisi de eklenmektedir.

B

Arabanın köşelerindeki araçlar hareketi tekerleklere aktarır. Aynı zamanda arabanın üstünde görülen bir çift yaprağı ortaya çıkarır. İki köşe tekerleğinin milleri ritmik bir şekilde iki metal yaprak yayın uçlarına çarpar. Sol taraftaki araç saatlerde kullanılan maşalara benzer bir sistemi temsil eder. Sistem sürücü yayların serbest kalmasını düzene koymaktadır. Leonardo yay tarafından serbest bırakılan enerjinin sürekli olmadığının farkındaydı. Sarsıntılı bir başlangıcın sonrasında onu takip eden bir yavaşlamadan kaçınmak için, arabayı bir maşa ile donatmıştır. Bu maşa yaprak yayların sonuna vuran millerin ritmik tıkırdısı ile belirtilen gücün tekbiçimli salınımını sağlamaktadır.

C

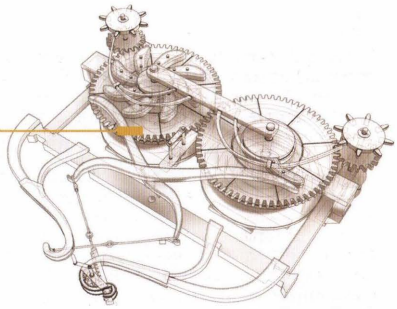
Küçük bir çizim arabayı çalıştırmak için gerekli olan bir aracı temsil etmektedir: uzaktan kontrol freni. Bu daha çok ahşaptan yapılan ve bir kalıp boyunca kayan bir pervaza bağlı bulunmaktadır. Böylelikle, sürücü yayları kurulduktan sonra, iki yatay tekerleğin dönüşü engellenmiştir ve araba hareketsiz kalır. Yatay tekerlekleri serbest bırakıp, arabayı harekete geçirmek için bir şerit kayan kalıbın çemberine iliştirilebilir.



Şekil 3
Birçok mekanizmanın arasında, tasarımda iki merkez dişli çark, maşa ve fren sistemleri özellikle önemlidir. Aslında frenler makinenin nasıl kullanacağını açıkça tanımlar.

Şekil 4
Motorun iki sökülmüş diyagramı

MOTOR



4

MAŞA VİTESİ

MAŞA

KAFES ŞEKLİNDEKİ ÇARK

FREN

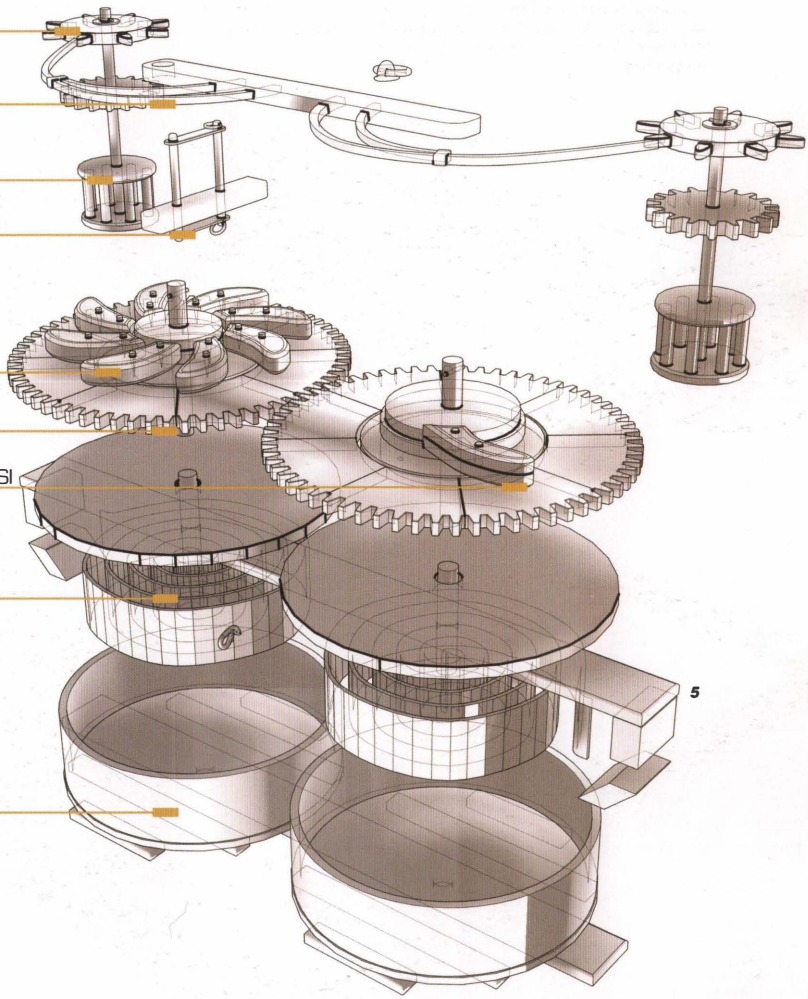
KAMLAR

DİŞLİ ÇARK

KAM YARDIMCI MEKANİZMASI

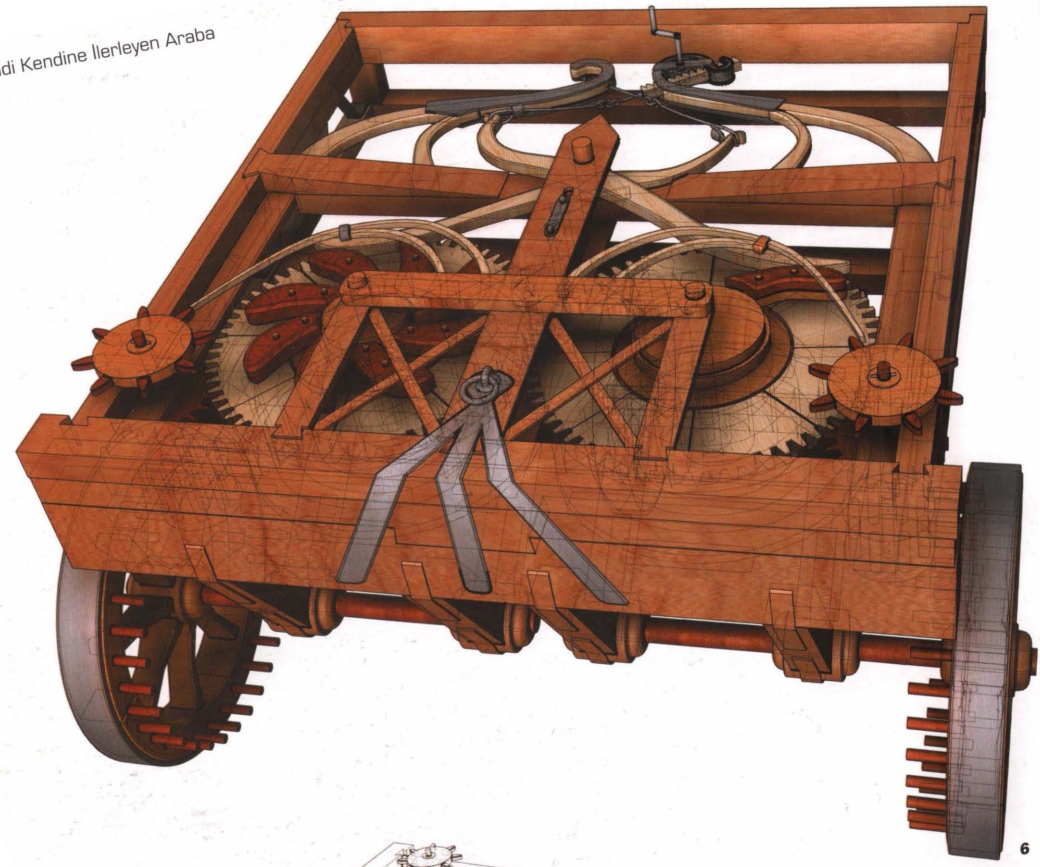
SARMAL YAYLAR

DAVULLAR

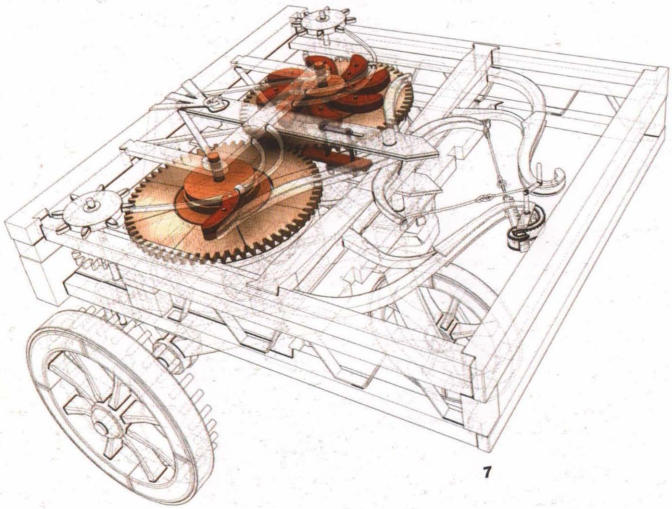


5

ndi Kendine İlerleyen Araba



6



7

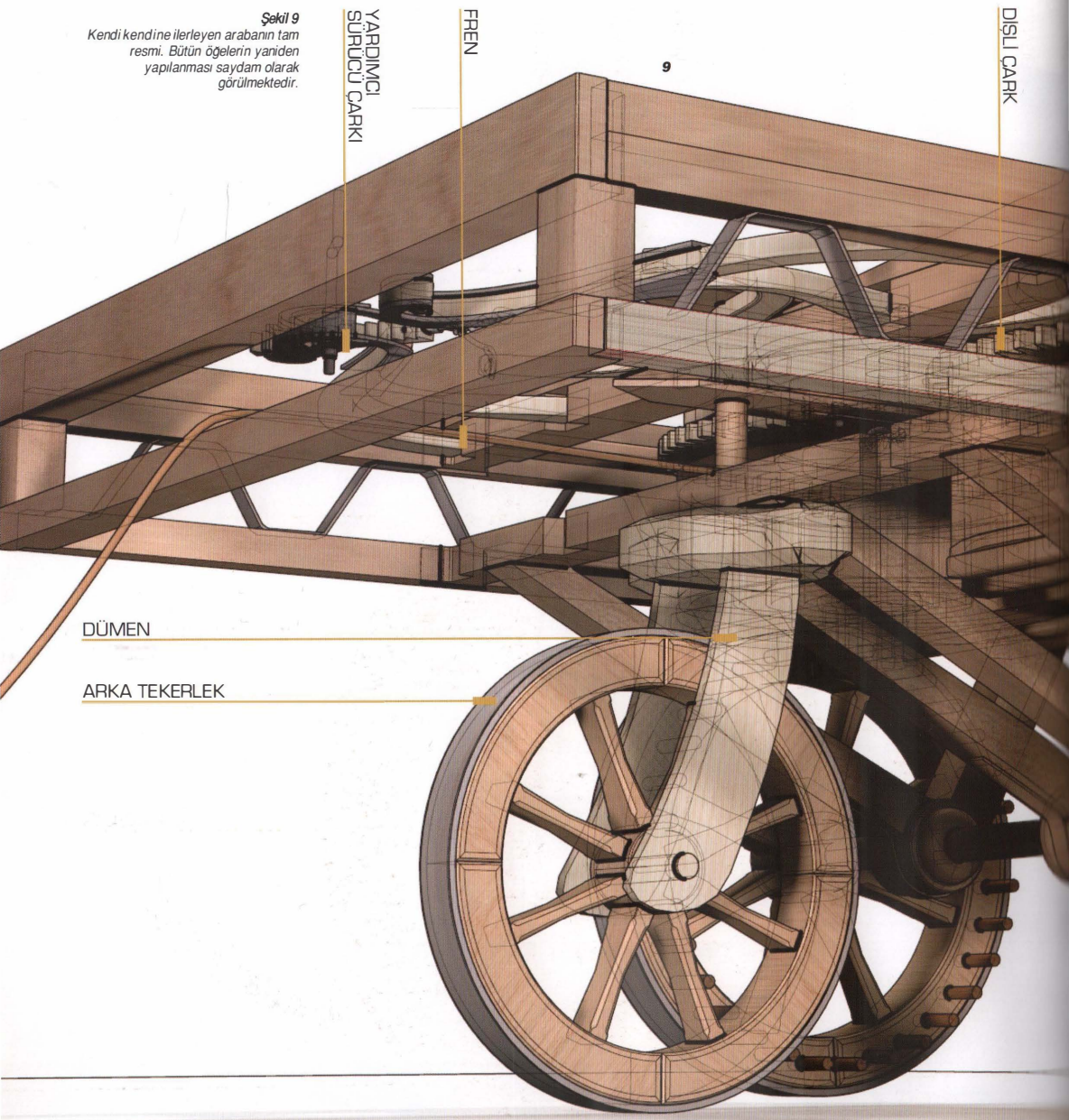
Makine oldukça küçük. Diğer elyazmaları üz
yapılan çalışmalar gösteriyor ki boyutları
ve yüksekliği 1 metreden b

Diyagram motorun tam yerini g

Leonardo'nun varsayımsal atölyesi
süresinde otomobil



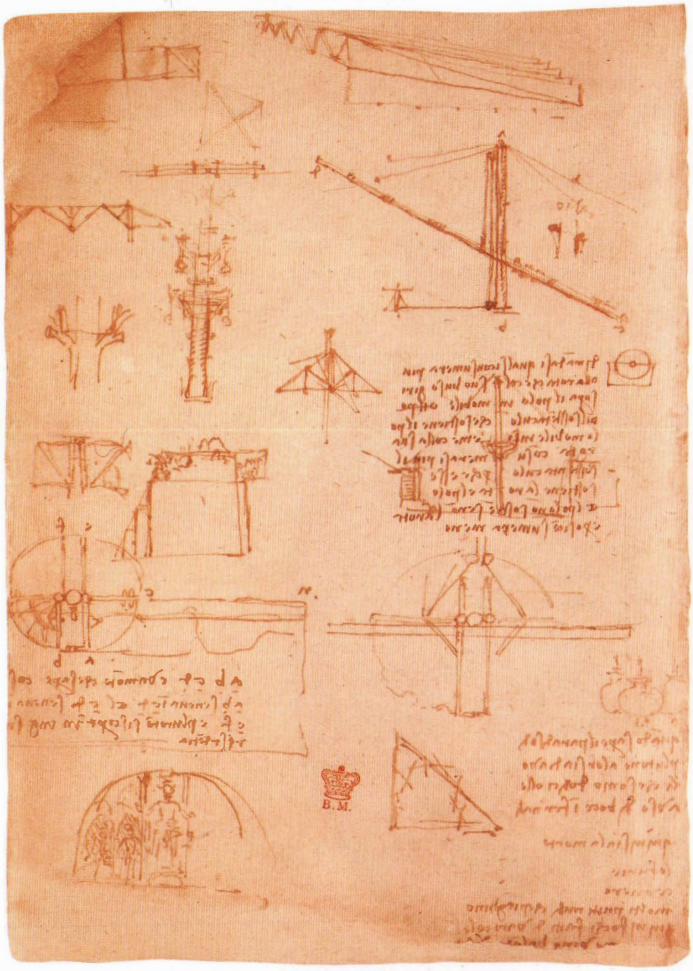
Şekil 9
Kendi kendine ilerleyen arabanın tam resmi. Bütün ögelerin yaniden yapılanması saydam olarak görülmektedir.



GÖVDE
İSKELET DESTEKLERİ
MASA
TRANSMİSYON
ÖN TEKERLEK
MOTORLAR
ÖN AKSLAR

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — 1480 — 1490 — 1500 — *yaklaşık 1507* — 1510 — **Amboise, 1519**

Codex Arundel, f. 231v



1

Orpheus için Tiyatro Dekoru

Ona iş veren birçok saray tarafından en çok takdir görülen aktivitelerinden biri de tiyatral gösterilerin sahnelemesiydi. Bu sahne dekorlarının geçici karakteri onun çalışmasıyla ilgili en ilginç bakışlarla ilgili çok az kanıtımızın olduğu anlamına gelmektedir. Yine de birkaç iz bulabildiğimiz nadir çalışmalardan biri de Orpheus mitinin sahnelemesiydi. Orpheus miti Orpheus ve Eurydice'nin trajik öyküsünü ele almaktadır. Gösteri Leonardo'nun Milan'da ikinci kez kaldığı zamanda üretilmiştir ve böylelikle Fransız hükümetine atfedilmiştir. Leonardo'nun tiyatro gösterilerinin direktörü olarak Sforza nezdinde ün kazanması yeni hükümdarlarca bu komisyona getirilmesini sağlamıştır.

Leonardo tarafından yapılan dekor bir dizi iki sayfalık Codex Arundel taslaklarıyla miras kalmıştır. Codex Arundel Codex Atlanticus içinde bir sayfadır ve bu da özel koleksiyonun bir parçasıdır. Bu son sayfadaki iki parça da keşfedilmiştir ve bu çizimlerde bir tepe ve kadın figürleri gözükmektedir. Belki de bu figürlerde Erinyes (ya da Furies) birdenbire Orpheus'un üzerine binmektedir. Bütün bu parçalar Leonardo'nun kafasındaki dekor ile ilgili oldukça değerli bir fikir vermektedir ve iki öğe sahneyi karakterize etmektedir: natüralizm ve dinamizm.

Bu tasarımın orjinalliğini anlamak için, Rönesans döneminde en popüler sahnenin sözde perspektif dekor olduğunu unutmamalıyız. Bu dekorda perspektif olarak binalar hakimdir.

Perspektif dekor aslında statik ve kentseldir. *Orpheus* draması için, Leonardo vadi ve tepelerle natüralistik bir mekan yaratmıştır. Bu en başlarda dramanın ülkesel parçasıydı, Orpheus ve Eurydice'nin iltifatları yavaş yavaş gösterilmekteydi. Bir noktada, sahne açılır, tepeler arka zemine kayar ve yeryüzünün derinliklerinden Pluto cehennemdekilerle yükselir; ikinci sahne yeraltı dünyası ile ilgili parçadır. Leonardo dramanın bu anını 231v folyosunda tanımlar: 'Pluto'nun Cenneti açıldığında, şeytanlar cehennemden sesler ile gelir. Burada aynı zamanda Ölüm, İntikam perileri ve Cerberus da vardır. Birçoğu hıçkıran yalın melektir; aynı zamanda birçok renkten yapılan alevden yapılmışlardır. [...] dans ederler.' Pluto'nun Cenneti elbette cehennemdir ve bütün sahne Orpheus ve Eurydice'nin mitini yeniden yaratır. Poliziano'nun dediği gibi 1490'da Mantua'da sergilenen meşhur *Orpheus* oyunu yeniden ün kazanmıştır.



2

Şekil 1
Leonardo'nun çeşitli elyazmaları arasında tiyatral makine projeleri vardır; Codex Arundel'de bir çizim vardır fakat diğerleri özel koleksiyonlarda ve Codex Atlanticus'dadır.

Şekil 2
Codex Arundel ve diğer elyazmaları kitabında yer alan perspektif sanatının bir parçası.

arka sayfa, diğer sayfa
Şekil 3
Mekanizma çalışırken mavi ok ağırlık ya da iki veya üç kişi konteynıra yerleştirildiğinde makinenin hareketini göstermektedir.

Şekil 4
Tiyatral sahnenin üç adımını göstermektedir: perde kapalıyken açılırken ve tam açık (aktörün ortaya çıktığı an)

Şekil 5
Tiyatral sahnenin ana parçaları.

A Buradaki resimlerin düzeni tiyatral sahnenin açılışıyla basitleştirilir. Oyun devam ederken, kubbe tepe dekorunun parçasıdır. Elbette, mükemmel bir şekilde küresel olmanın yerine, papier mâchéden değişik şekillerde yapılıp, realistik olarak boyanabilirdi. Aynı zamanda, onun hafif ağırlığı nedeniyle, daha büyük alanlar için de yapılandırılabilirdi. Tepe modelleri tüm sistemin hareket etmesini sağlayan karmaşık bağlama çubukları ve makara sistemini görüntüde gizlemektedir.

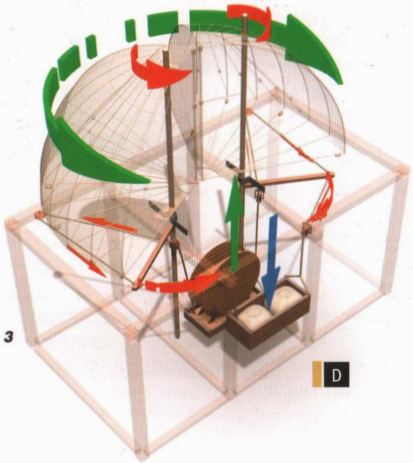
B Belirli bir anda ve önemli tiyatral etkisi ile, bütün dekor açılır ve ikinci sahne açığa çıkar. İki büyük kubbenin dairesel hareketi sadece yeni bir sahneyi açmakla kalmaz aynı zamanda protagonisti sahneye getirir. Aslında, 'kanatlarda bekleyen' aktörün bulunduğu bir platform sahnede belirir.

C İki büyük kubbe kendi hareketlerini bitirdiğinde, tamamen halka açılır ve seyircinin önünde gözüken yeni karakter ve aktörler için yeni bir alan yaratırlar.

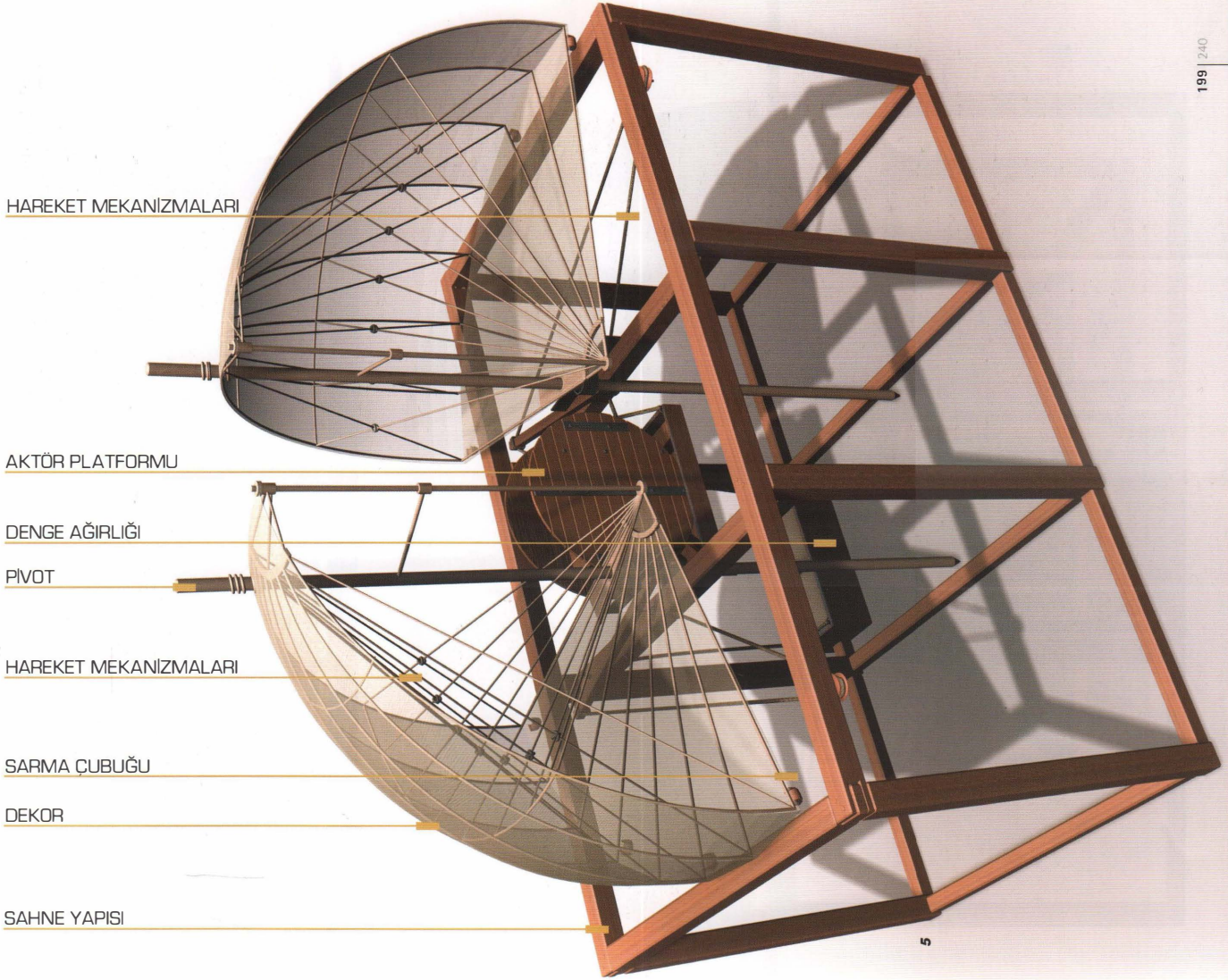
D Mekanizmanın çalışması oldukça basittir. İlk olarak, aktör bir asansör gibi çalışan küçük bir platform üzerinde dekorun altındadır. Sahne operatörleri ağırlıklarla bir konteynır yüklemeye hazırdır. Yükleme yapıldığında, denge ağırlığı gibi, platformdaki protagonisti kaldırırken ve kubbeleri açan bütün mekanizmayı taşırken konteynır düşer. Bir diğer olasılık da şudur: doğru zamanda kendilerini konteynıra çeken operatörler vardır.



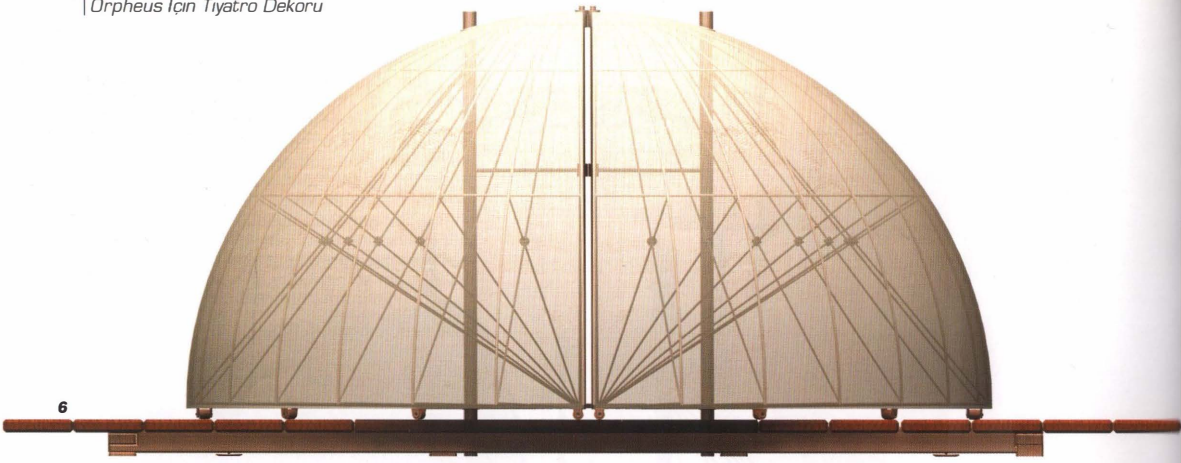




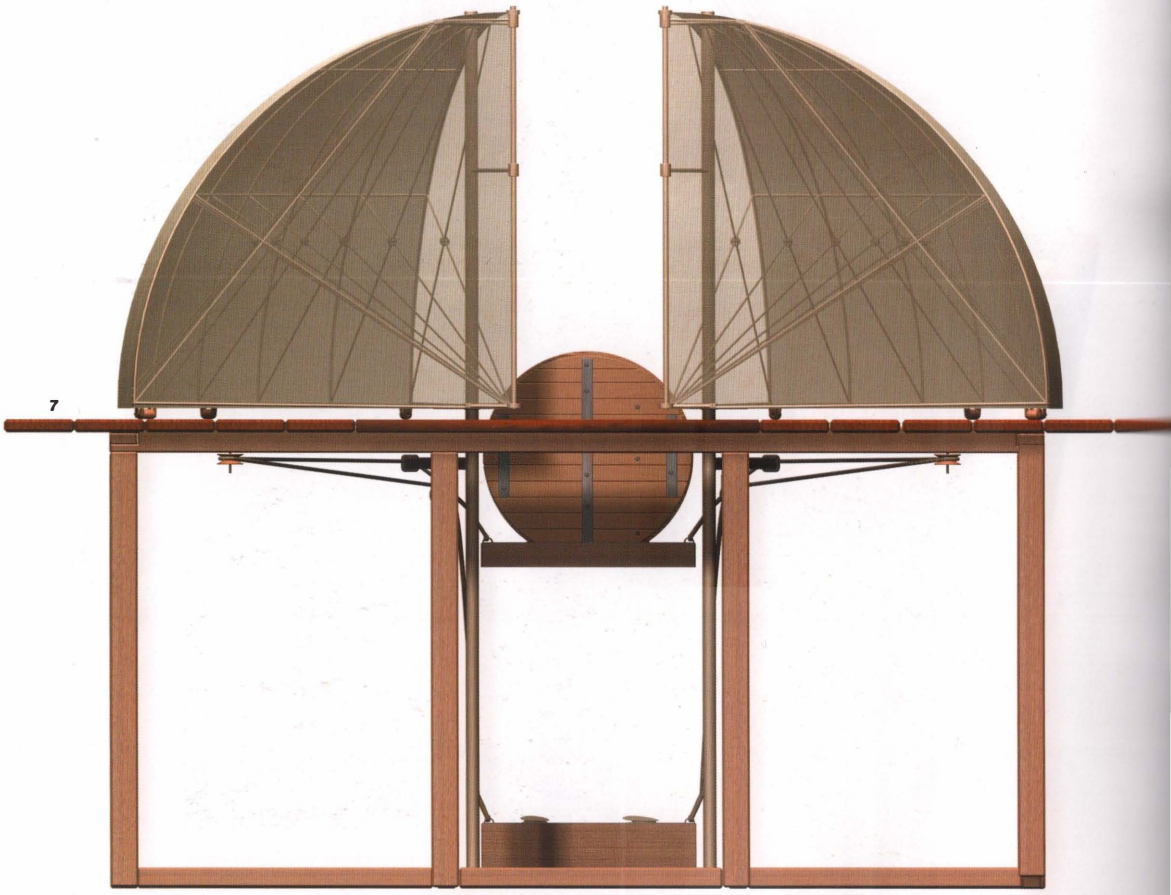



HAREKET MEKANİZMALARI
AKTÖR PLATFORMU
DENGE AĞIRLIĞI
PİVOT
HAREKET MEKANİZMALARI
SARMA ÇUBUĞU
DEKOR
SAHNE YAPISI

5



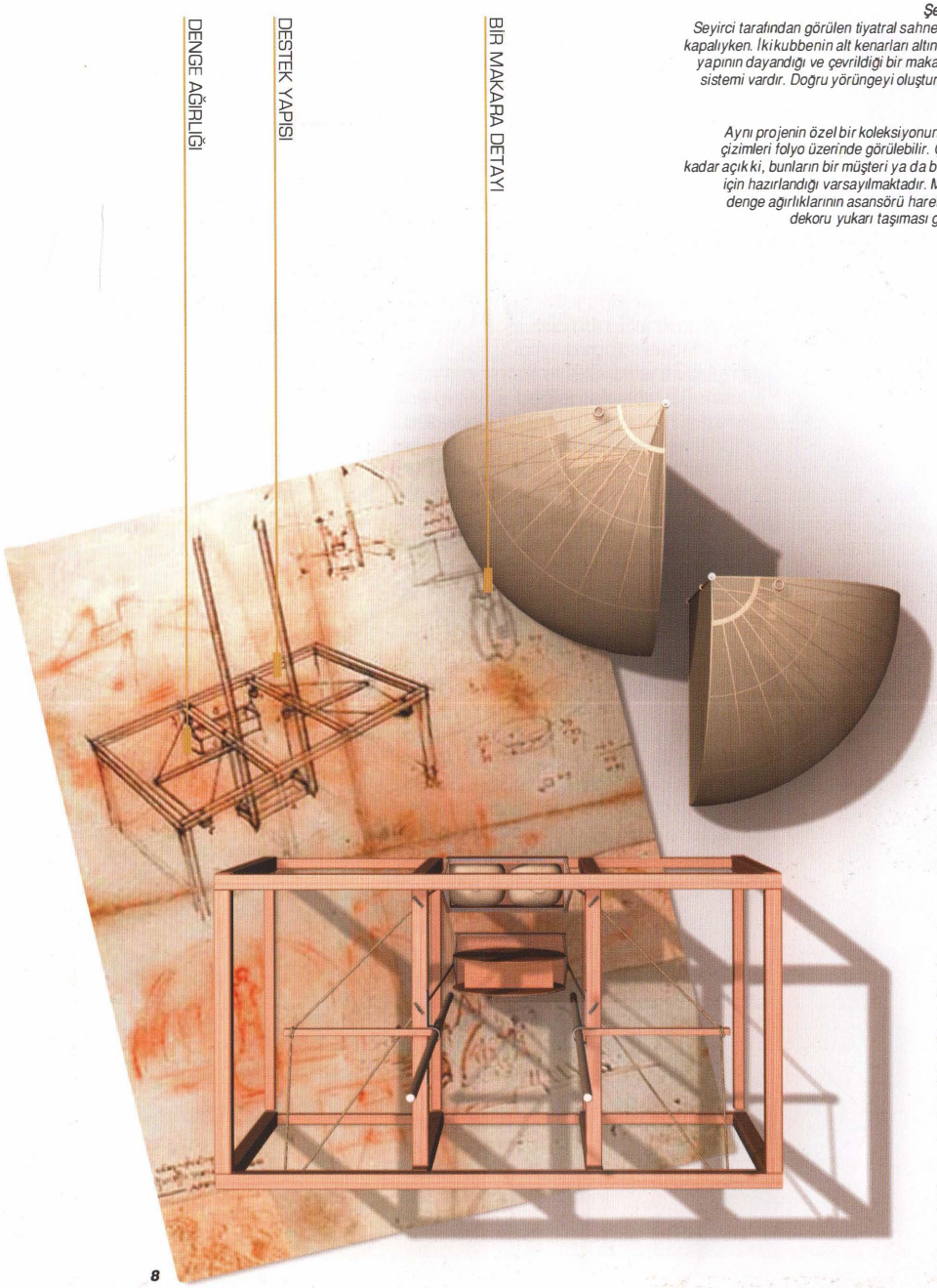
6



7

Şekil 6 ve 7
Seyirci tarafından görülen tiyatral sahnesi açık ve kapalıyken. İkikubbenin alt kenarları altında, bütün yapının dayandığı ve çevrildiği bir makaralı yatak sistemi vardır. Doğru yörüngeyi oluşturmaktadır.

Şekil 8
Aynı projenin özel bir koleksiyonuna ait olan çizimleri folyo üzerinde görülebilir. Çizimler o kadar açık ki, bunların bir müşteri ya da bir inşaatçı için hazırlandığı varsayılmaktadır. Makara ve denge ağırlıklarının asansörü hareket ettirip, dekoru yukarı taşıması görülebilir.



8



006 Müzikal Aletler

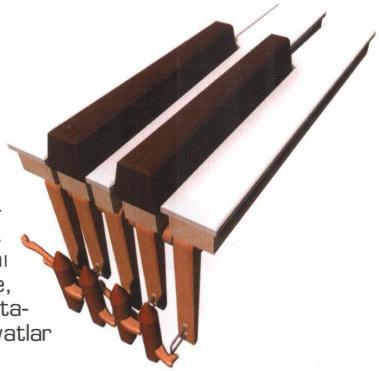
Kafatası Şeklinde Lir
Mekanik Davul Viola
Organista



Yüzyıllar boyunca biyografi yazarları Leonardo'nun lir gibi müzikal aletleri çalmadaki becerisinde hemfikir olmuşlardır. Leonardo'nun bu alandaki çalışmaları da mevcuttur. Şurası kesin ki 30'lu yaşlarında, Leonardo'nun Floransa'yı terk edip, Milan'a gitmesi için birçok sebebi vardı. Yine de biyografi yazarları müzikal aktivitelerini onun Sforza dükalığının başkentine gidişine bağlamaktadır. Muhteşem Lorenzo Leonardo'ya Ludovico il Moro'ya yaptığı liri getirme şerefini vermişti. Tuhaf bir aletti ve bir atın kafatası şeklindeydi. Gümüşten yapılmıştı. Bu biçimin orijinalliğine ve malzemenin değerine ek olarak, Vasari bunun 'sesi tumturaklı ve yankılanan' bir şekilde verdiğini belirtmişti. Ve aynı zamanda Leonardo'nun bu liri muhteşem bir şekilde çaldığını ve onun performansının Ludovico sarayındaki diğer müzisyenlerden üstün olduğunu ifade etmişti. Bu nedenle, Leonardo'nun birçok becerisinin farkında olan Sforza dükü onu Milan'da tutmuştur.

Biyografi yazarlarından ve Leonardo'nun Ludovico il Moro'ya yazdığı giriş mektubundan bildiğimiz kadarıyla, onun Milan'a taşınması (hayatında önemli bir rol oynayan bir karar) bir ressam olarak çalışmasının teşvik edilmesinin ötesinde, aynı zamanda bir müzisyen ve müzikal alet mucidi olarak teşvik edilmesini getirmiştir. Askeri bir mühendis olarak, hünerlerinden bahsetmenin hiç gereği yok. Kendimizi dönemin tarihsel bağlamına koyduğumuzda, bu gayet anlaşılabilirdir: savaş her zaman ön plandaydı ve kendini Sforza sarayına askeri bir mühendis olarak sunarak, daha fazla başarı elde etme şansını yakalamıştır. Müziğin Rönesans sarayındaki önemi şaşırtıcı boyutlardadır. Prensler en ünlü besteci ve müzisyenlere iş vermek üzere, 'birleşme kampanyaları' düzenlemiştir. Bir kere işe alındıktan sonra, büyük miktarlarda maaşlar aldılar ve kimi zaman kendilerine toprak, özel gelirler ve her türlü ek hak bahşedildi.

1400'lerin sonunda, Sforza gücünü kaybedip, Milan'dan sürüldüğünde, Ferrara Lordu, Ercole d'Este ajanlarını Sforza tarafından korunan müzisyenleri bulması için görevlendirmişti. Sayısız zorluklardan sonra, Josquin des Prez'i işe almayı başardılar. Dönemin birçok büyük müzisyeni gibi, o da bir yabancıydı: Monteverdi sahneye gelene kadar, müzik Kuzey Avrupalıların hakim olduğu bir alandı. 14. yüzyılın büyük İtalyan müzisyenleri arasında Franchino Gaffurio (1451-1522) vardı ve bir varsayıma göre, Leonardo tara-



fından resmi yapılan bir figürdü. Bu resim Floransa'da Ambrosina Galerisi'nde bulunmaktadır. Besteci, organist, müzikal teori üzerine bilimsel incelemenin (De Harmonia) yazarı olan Franchino Gaffurio Milan'da etkindi ve katedralde kilise başpapazıydı. Leonardo'nun portredeki figürü 'Cant Ang' yazıtlarını tutuyordur. Bu Gaffurio'nun ünlü bestelerinden birine, *Angelicum ac divinum opus musicae*, bir ima niteliği taşımaktadır. Prensler bu tarz bestelere inanılmaz fiyatlar ödemeye her zaman hazırdırlar.

Leonardo'nun Franchino Gaffurio'yu tanıması gerçeği onun müzikal dünyayla olan ilişkisi ile ilgili başka bir bağlantıdır. Bu ilişki Sforza egemenliği altındaki Milan'da daha yoğundu. Aynı zamanda unutulmamalıdır ki, 1480'lerde Leonardo'nun Sforza sarayında sadece bir ressam olarak değil, aynı zamanda festival ve gösteri direktörü olarak da etkin bir görevde olmuştur. (Onun 1483'deki meşhur tablosu, *The Virgin of the Rocks*, saray tarafından istenmemişti fakat özel bir kardeşlik vardı.) Saraydaki festivallerde enstrümanların icadı ve bestelerin yaratımına çağrı yapan müzikal hazırlıklar olmuş olabilir. Bu Leonardo hakkında daha önce yazılan şu şeyi doğrular niteliktedir: en azından başlangıçta, bir bilimadamı ve ressam olmaktan çok bir müzisyen ve tasarımcı olarak itibar görmüştür.

Leonardo'nun zamanında müzikal enstrümanların çeşit ve tarzlarının yeniden yapımlarını tam olarak yapmak veya onların çalma yöntemini doğrulamak oldukça zordur. Öncelikle, çok az enstrüman günümüze kadar kalabilmiştir. Rönesans enstrümanlarını yeniden inşa etmek için kullanılabilinecek en yararlı kaynak özellikle 16. yüzyıldaki bilimsel incelemelerdir. Bu incelemeler müzik veya kişisel enstrümanlarla ilgilidir. Diğer bir önemli kaynak da, resimlerdeki, mobilyalardaki ve dönemin sanatsal biçimlerdeki enstrüman tanımlarına aittir.

Rönesans döneminde, müzikal enstrümanların kullanımında yaşanan artış ve saray yaşamının her özel ve kamusal etkinliğinde müziğin sık sık kullanımı yeni enstrümanların yaratımını ve modifikasyonunu teşvik etmiştir.

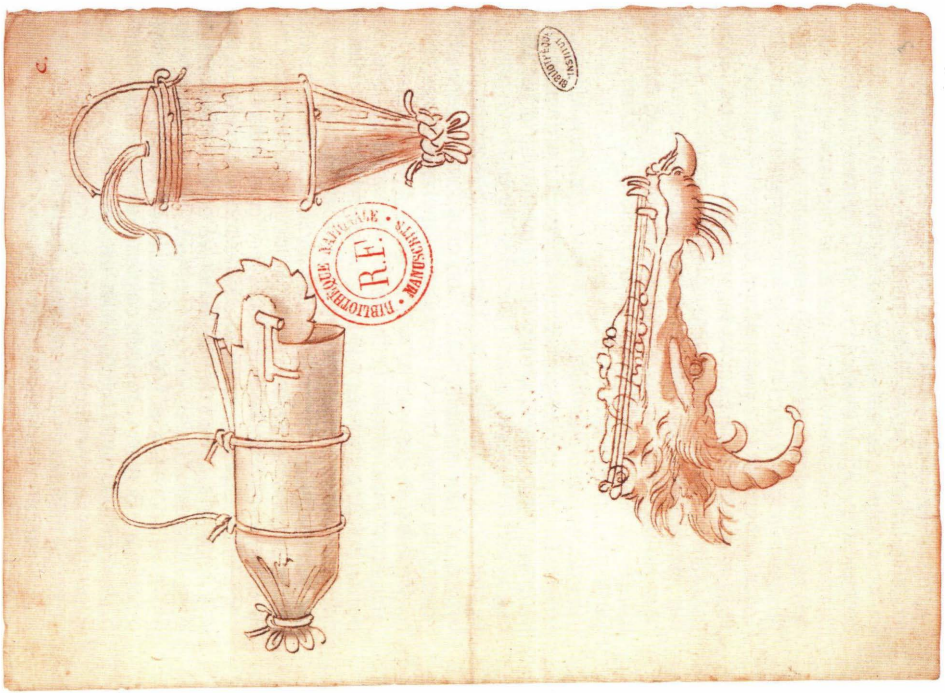
Leonardo'nun zamanında, vielle ve rebap gibi ortaçağ kaynaklı telli enstrümanlar hâlâ kullanımdadır. Bunlar lira da braccio ve viyola türleri, viola da braccio ve viola da gamba (1500 dolaylarında Giorgione'nin dekorasyonunda gösterildiği gibi) gibi daha gelişmiş enstrümanların önünü açmıştır. Diğer enstrümanlar gibi, viyolalar temel insan seslerine

–soprano, alto, tenor ve bas– göre yapılandırılmıştır. Küçük enstrümanlar en yüksek tona sahipti. Modern viyolin, viyola ve çello Rönesans telli enstrümanlarından çıkmaktadır.

Ud telli enstrümanların daha büyük kategorileri içinde temel bir role sahipti: koparılmış teller. Araplar Avrupa'ya udu yaymıştır ve ud tamamen Batı müzikal kültürüne uydurulmuştur. Ud için yazılan ilk müzik 1507'de bestelenmiştir. Bu onun diğer müzikal aletler üzerindeki üstünlüğünü göstermektedir. 15. yüzyılın sonu ve 16. yüzyılın başında ud çalmak için kullanılan teknik radikal bir değişime uğramıştır: her ne kadar doğu mirasından kalan mızrap hâlâ kullanılsa da, teller sağ elin parmakları ile koparılmaya başlanmıştır. Telleri koparmak için parmakların kullanımı lutanistin çoksesli müzik çalmasına imkan tanımıştır ve 16. yüzyıl udlarının çoğu altı parça telden oluşur, oktav veya ahenk akorludur. Bir diğer popüler telli enstrüman da harptir. Hem harp hem de ud saray şarıkıcısına eşlik etmiştir fakat aynı zamanda dini ikonografilerin anjelik korolarında enstrüman olarak da kullanılmıştır.

Perküsyon enstrümanlarının (davullar, tamburinler ve üçköşeler) saraydaki sivil ve askeri ziyafet ve kutlamalarda dikkat çeken bir kullanımı vardı. Müzikal evrimin bir diğer alanı tuşlu enstrümanların kullanımıdır. Borulardaki hava basıncı ile ses veren orgun yanında, klavsen, harpsikord, epinet ve virginal çalgılar geliştirilmiştir. Son grup içinde, parmakların tuşlara verdiği basınç ile dolaylı ve mekanik olarak telleri titretmesi ile ses vermektedir.

Bu entsrümanlara dönük bu mekanik ortamla ilgili Leonardo'nun çok az çalışmalarında ilginç bir şekilde iz bulunmaktadır. Onun telli ve tuşlu enstrümanlardaki yeniliği tuşların orijinal kullanımını getiren viola organistadır. O aynı zamanda, perküsyon enstrümanların zengin ve değişik mekanizasyonu ve emisyonu üzerinde de çalışmıştır. Codex Atlanticus'taki (f.837r) davul projesi bunu kanıtlamaktadır. Son olarak, nefesli çalgılarda, Leonardo eski fikirler üzerinden orijinal projeler yaratmıştır: Codex Ashburnham 2037'deki basit tasarımlar ve sonra Codex Madrid II'deki (f.76r) daha karmaşık tasarımlar. Bunların arasında çalgıcının dirseğini kullanarak çalışan çift pes tonlu tulum da vardır.



1

Vinci, 1452

1460

1470

1480

1485-1487

1490

1500

1510

Amboise, 1519

Kafatası Şeklinde Lir

Bu folyo üzerindeki bir hayvan kafatası şeklindeki lir Ashburnham I (El Yazması B'nin eski parçası)'deki diğer müzikal enstrümanlar gibi tarzsal olarak basittirler. Eğer bu çizimler Leonardo'nun elyazmalarından birinde bulunmamış olsaydı, muhtemelen hiçbiri Leonardo'ya atfedilmeyecekti. Basit tarz flüt gibi bazı popüler enstrümanların karakterlerine uymaktadır. Onun özel formunun bir sonucu olarak, lir çizimi sadece daha sofistike bir kültürel bağlama vurgu yapmakla kalmaz, aynı zamanda Leonardo'nun yaşamındaki kritik bir bölümü çağrıştırmaktadır: onun Floransa'dan Milan'a taşınışı. Zamanın iki biyografi yazarı lire önemli bir rol biçmişlerdir. Anonimo Gaddiano olarak bilinen on altıncı yüzyıl yazarı Leonardo'nun Milan'a gidişini tanımlamaktadır: '30'lu yaşlarında Atalante Migliorotti ile birlikte, Muhteşem Lorenzo tarafından Milan Dükü'ne, eşsiz bir çalgı olan bir lir sunmak üzere gönderilmişti.' Leonardo'nun 30'lu yaşlarda olduğu ile ilgili bu küçük bilgi onun Milan'a 1482 yılında taşındığını göstermektedir. Leonardo yalnız değildi; yanında kendisi bir müzisyen olan Atalante Migliorotti adında Florentineli bir öğrenci vardı. Yıllar sonra, Roma'ya tekrar bir mimar olarak geri dönecektir. İsimsiz bir biyografi yazarına göre, Leonardo özel bir kültürel-diplomatik bir görevle orada bulunmaktadır: Floransa Lordu Muhteşem Lorenzo Milan Dükü'ne bir hediye gönderiyordu. Bu sıradan bir hediye değildi, müzikal bir enstrümandı—lir. Bu nedenle hayatındaki bu bölüm Muhteşem Lorenzo'nun politik ittifaklarıyla karışmıştır. Giorgio Vasari bu bilgiyi onaylamaktadır: lir gümüşten yapılmıştı ve Leonardo'nun kendisi onu bir at başı şeklinde yapmıştır. Burada gösterilen folyodaki çizim Leonardo tarafından birkaç yıl sonra yapılmış ve benzeri bir enstrümanı resmetmektedir: teller hayali bir hayvanın diş ve kafasının omurgası arasında gerilmiştir.

İki kaynağa göre, Leonardo'nun sanatsal ve müzikal hediyeleri onu Milan'a götüren sebepti. Leonardo sadece hediye sunmakla kalmadı, aynı zamanda saraydaki şarkıcı ve müzisyenlerin bir yarışmasına katıldı. Kafalarda soru oluşturan enstrüman lira da bracciodur. Bu bir çeşit violadır ve Rönesans saraylarında şiirin yanında müzikal olarak eşlik ederek sıkça kullanılmıştır. Bu klasik medeniyetlerden yeniden doğan bir formdu: lirle eşlik edilen antik ozanlar tarafından söylenen poetik kompozisyonlar büyük Homerik şiirlerin temeliydi.

Şekil 1
Folyo (kolaylıkla inceyebilmeniz için burada yeniden üretilmiştir) popüler enstrümanlar için üç çizim sunmaktadır. Bu enstrümanlar müzikal melodilerden çok yüksek ses üretmektedir. Bunlardan biri bu hayvanın kafatasından yapılan bir nevi lirdir.

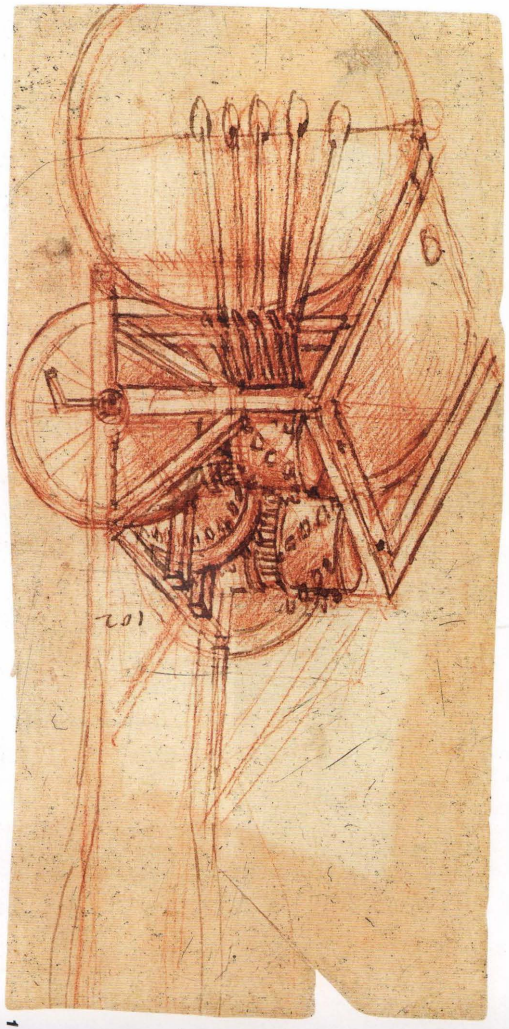
arka sayfa, sonraki sayfada
Şekil 2
Bütün enstrümanın teller, küçük bir ses gövdesi ve ilkel anahtarla bitmiş halini gösteren resimler.

A

Leonardo belki de kafatası şekilindeki liri popüler bir enstrümandan çok tiyatral bir aksesuar olarak düşünmüştü. Onun müzikal enstrümanlarla ilgili projelerine bakarak, bu özelde ne teknik olarak ne de müzikal anlamda ilginçtir. Hayvan gövde ve organlarından müzikal enstrüman yapma fikri tarih öncesi zamanlara uzanır. Yine de, burada mucidin kendisinin ekleyebileceği birkaç rötuş vardır. Örneğin, tellere ara vermek için damaktaki kıkırdağı kullanmak (modern gitarlardaki perde), temel akort mandallarının bir biçimi olarak dişleri kullanmak (viyolinde olduğu gibi) ve gövde olarak kafatası boşluğunu kullanmak.



2



1

Vinci, 1452

1460

1470

1480

1490

1500

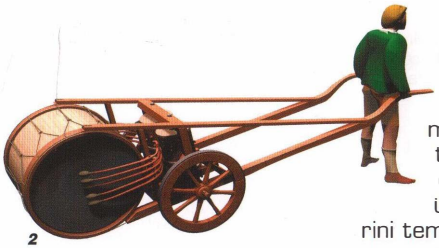
1503-1505

1510

Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 837r

Mekanik Davul



2

Bu folyodaki mekanik davulun çizimi bu tarz enstrümanlara adanmış Leonardo'nun birçok örneklerinden sadece biridir. Perküsyon enstrümanlar daha az karmaşıktır, bu anlamda telli enstrümanlardan (ki bunların da üzerinde oldukça durmuştur) daha kullanışlı ve daha açıktır. Perküsyon enstrümanları Leonardo'nun müzikal enstrümanları üzerindeki çalışmalarında en zengin bölümlerden birini temsil etmektedir. Onun sunduğu biçim kullanıldığı zamanın ötesindeydi ve araştırmaları özel olarak iki konu üzerinde yoğunlaşmaktadır. İlk olarak, davulun biçim ve boyutunu dönüştürüp tersine çevirecek, kafasındaki kuvveti değiştirerek, bir dizi davulu sıraya koyarak kullandığı değişik sistemlerle ses rengi ve ses tonunun istendiği zaman kolayca değişitirilebilinecek bir enstrüman yaratmak istemiştir. İkinci olarak, otomatik mekanizmalar yaratmak istemiştir. Çoğunlukla, Codex Atlanticus'tan alınan bu parçanın çizimi daha sonraki durumlarla da ilgilidir.

Leonardo'nun perküsyon enstrümanlarına olan ilgisi sadece müzikal enstrümanların gelişimi (16. yüzyıl boyunca olgunluğa erişecek bir süreç) üzerinden açıklanamaz. Vokal müziğe bir eş olarak işlev kazanacak enstrümental müzik kendi tarafında daha belirgin ve önemli hale gelmiştir. Bu gelişim müzikal enstrümanlarla ilgili incelemede yer almıştır. Bu da perküsyon enstrümanlarındaki belirli marjinalliğe dair bir kanıt sunmaktadır. *Musica Getutscht* (1511) adlı incelemesinde, Sebastian Virdung timpaniyi şeytan icadı olarak tanımlamıştır ve Agricola gibi yazarlar da bu sırayı takip etmiştir. Leonardo'nun müzikal aletler içinde perküsyona olan ilgisini belki başka türlü de anlatabiliriz: sahne dekorlarıyla olan ilgisi ve herşeyden önemlisi savaşta kullanımıyla ilgili ilişkisi.

Bu folyoda beliren tasarım, mürekkeple kuvvetlendirilen kırmızı tebeşir, muhtemelen savaşla da bağlantılıdır. Codex Atlanticus (folyo 877r)'un diğer sayfasında bu tarz davulla ilgili hızlıca çizilmiş taslaklar vardır. Bu çizim tamamen tanımlanmış bir kompozisyon değildir fakat bir taslak ve tasarım arasında ara bir safhadır. (Genelde, Leonardo son çizimlerden daha fazla taslaklar için kırmızı tebeşir kullanmıştır.) Karmaşık otomatik davulun son hali büyük ihtimalle savaşta gürleyen bir ses yaratmaktaydı. Ton ve buradaki amaç Leonardo'nun Rönesans'ın en önemli ve pratik sanatlarından biri (savaş sanatı) için tasarladığı çeşitli fantastik mekanik projeleri anımsatmaktadır.

Şekil 1
Orijinal folyo oldukça açık bir çizim sunmaktadır. Dikkatli bir analiz aynı makinenin iki versiyonunu gösterir; ilkinin tekerlekleri, ikincisinin de tekerleklerinin yerini alan bir krankı vardır.

Şekil 2
Arabanın nasıl kullanılabilmiş olduğuna dair bir fikir.

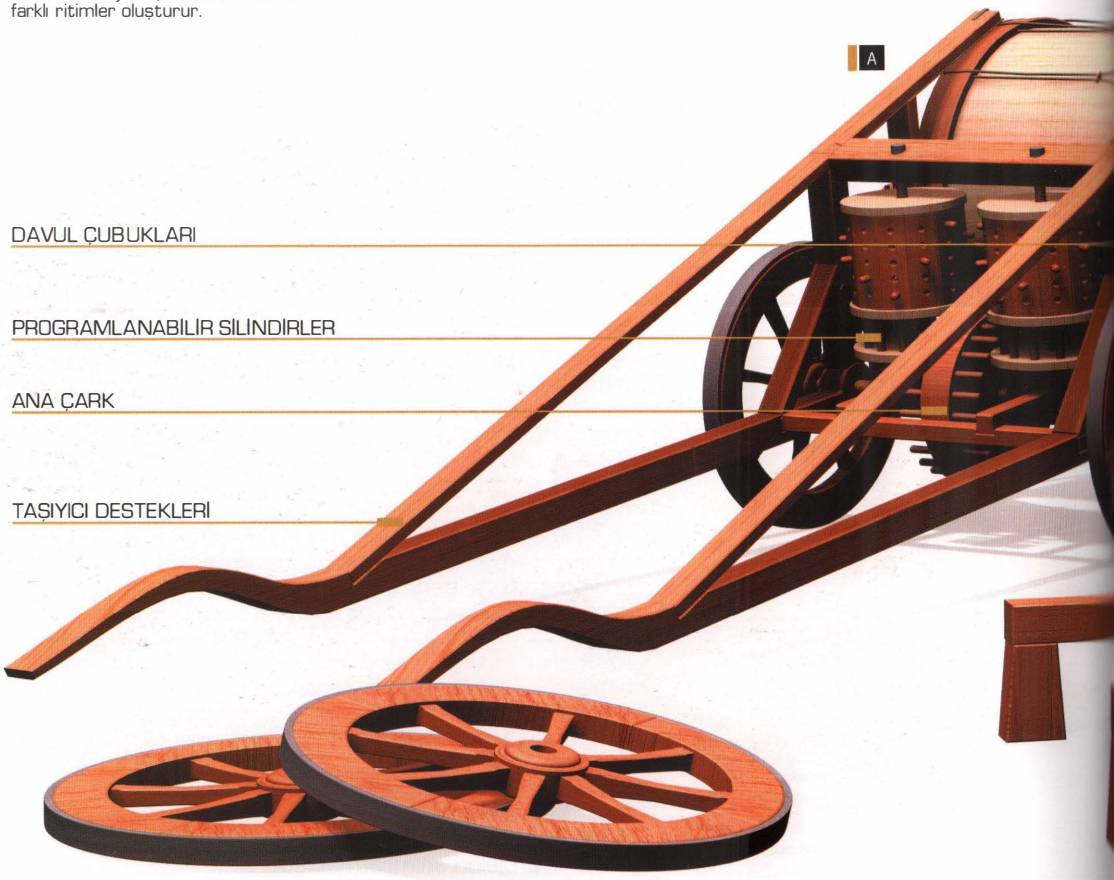
A

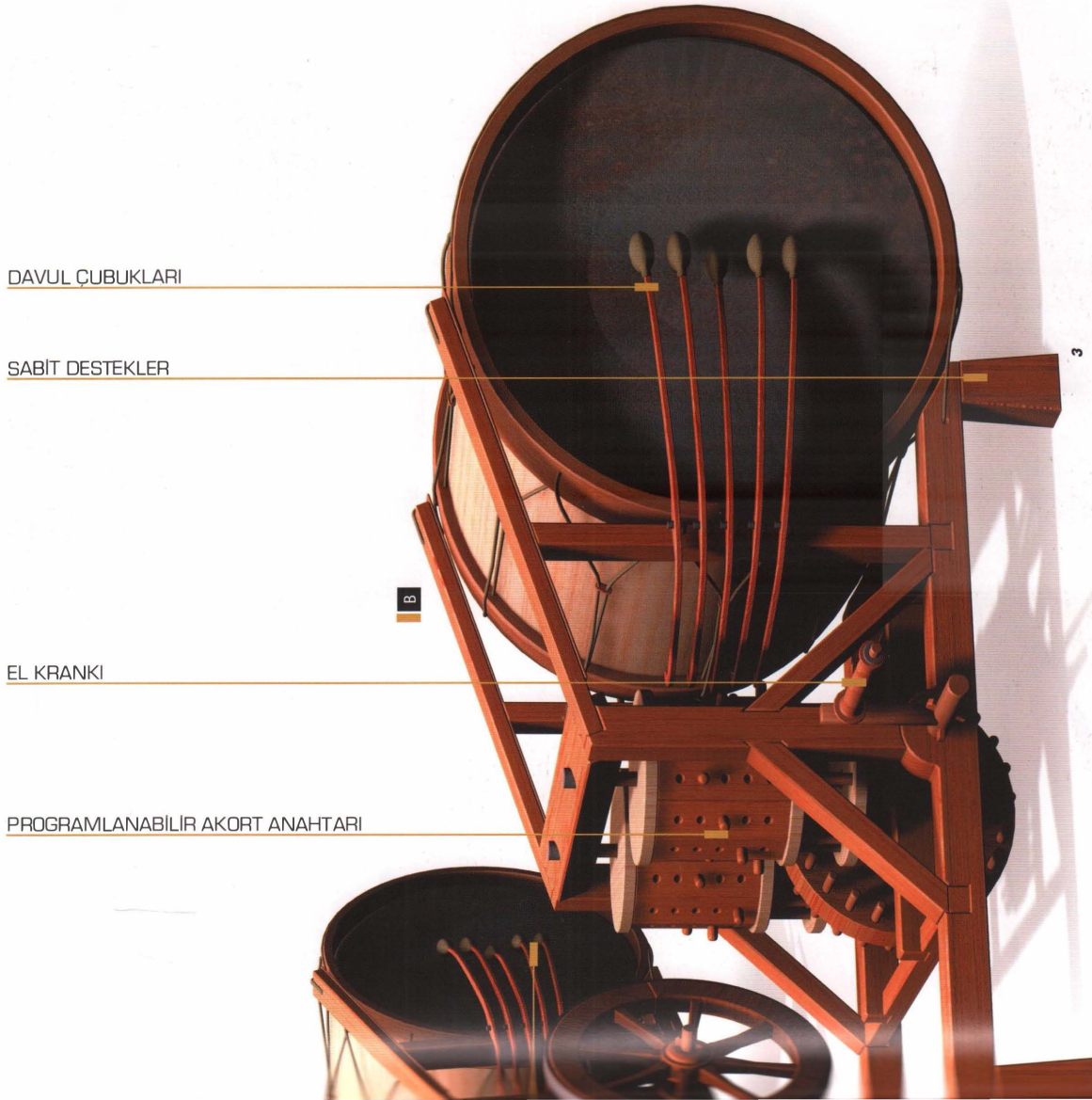
Leonardo aynı çizim üzerinde iki farklı çözüm sunuyor: oynar ve sabit. Oynar versiyonunda, araba, hareketlerinin dişlileri çevirdiği bir insan tarafından çekiliyor ve sonuç olarak bütün mekanizma onlara bağlı. Merkezdeki dişli tekerlek ve iki büyük, programlanabilir silindir ritmik olarak davulun başına çarpan davul çubuklarını harekete geçiriyor. Tekerleklerin hareketine ek olarak, bu makinenin en büyüleyici özelliği programlanabilir olmasıdır. Geniş iki silindirin içerisine yerleştirilmiş olan mandallar farklı bir vuruş serisi olarak yerleştirilebilir ve bu da farklı ritimler oluşturur.

B

Çizimlerin ikinci yorumu ise aracın kendisinde hiçbir hareketin olmadığı sabit bir biçim. Değişik mekanik kısımlar kenarlardaki kaldıraçlar tarafından devinime sokuluyor ve tekerleklerin yerini alıyor.
Arabanın bu versiyonu kapalı alanlardaki etkinliklerde ya da hareketin sınırlı olduğu yerlerde kullanılabilir.

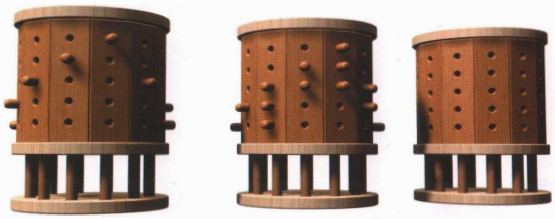
Şekil 3
Değişik gösterimlerle 2 araba: A çekmeli versiyon; B sabit versiyon.



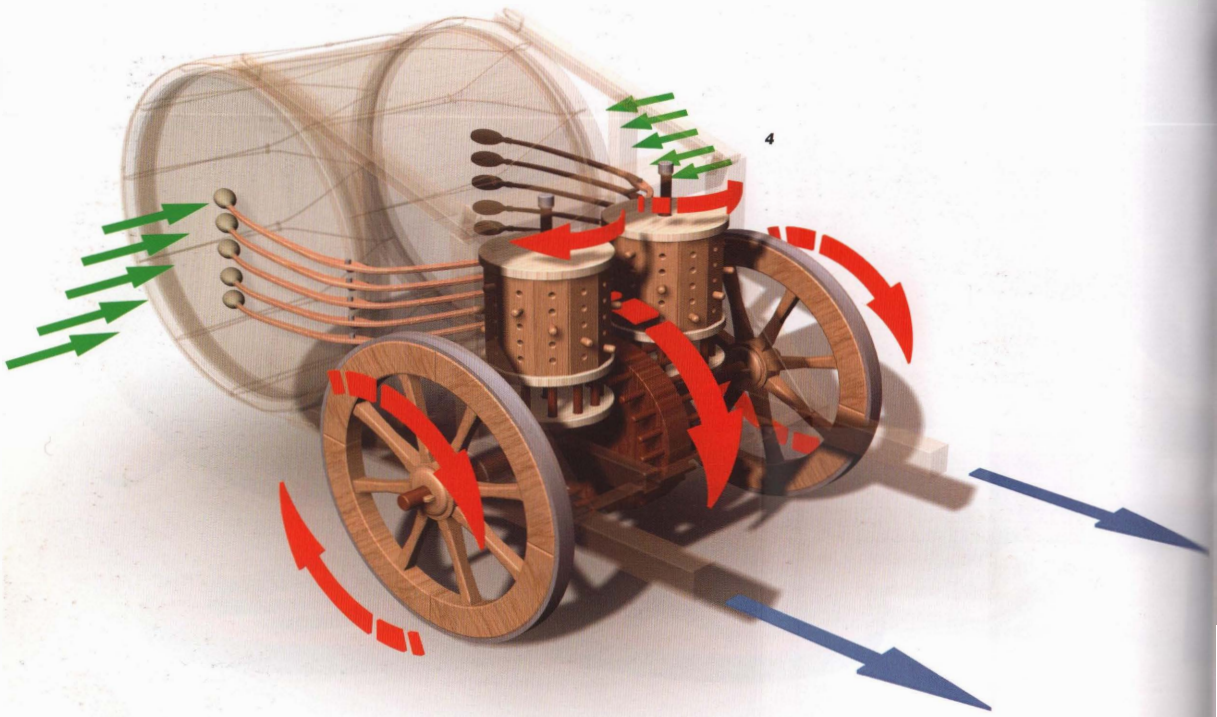

DAVUL ÇUBUKLARI
SABİT DESTEKLER
B
EL KRANKI
PROGRAMLANABİLİR AKORT ANAHTARI
3

C Bu makinenin ilginç ve yenilikçi görünümü otomatik mekanizma içindedir fakat özellikle ritim programlanabilir. Müzisyen veya mekanizma için çalışan operatör makineyi istenen ritme ayarlayabilir. Bir kere programlandığı zaman, sürekli olarak hareketin hızını sabit tutmak zorundadır.

Programların çeşitleri oldukça sınırlıdır. Aslında mandallar devamlı bir ritm üreten doğrusal bir düzen içine yerleştirilebilirdi ya da eşzamanlı olarak tek vuruşu vurgulayarak çoğaltılabilirdi. Doğal olarak, mandalsız mekanizma hiçbir ses üretemez.



C



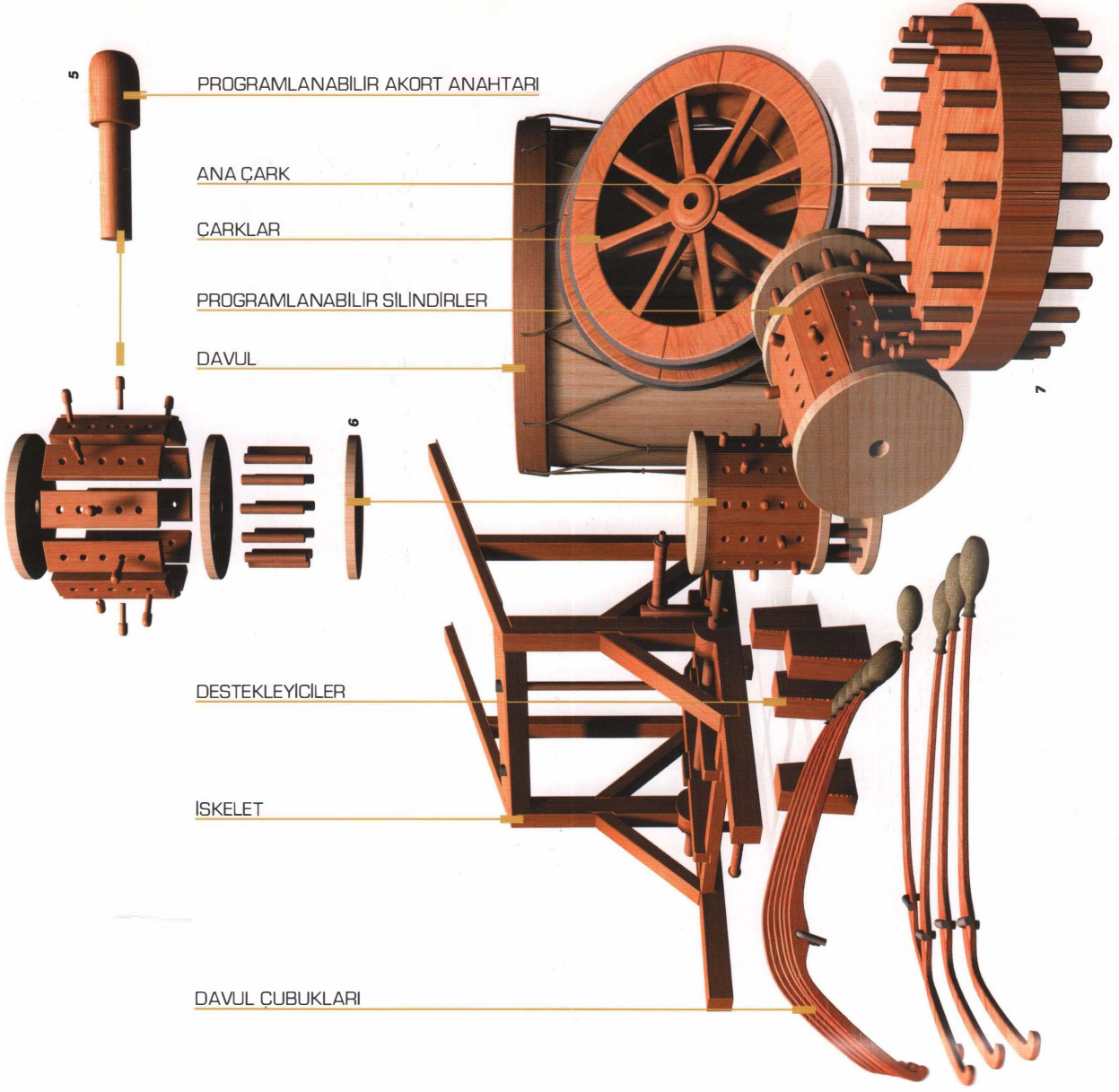
4

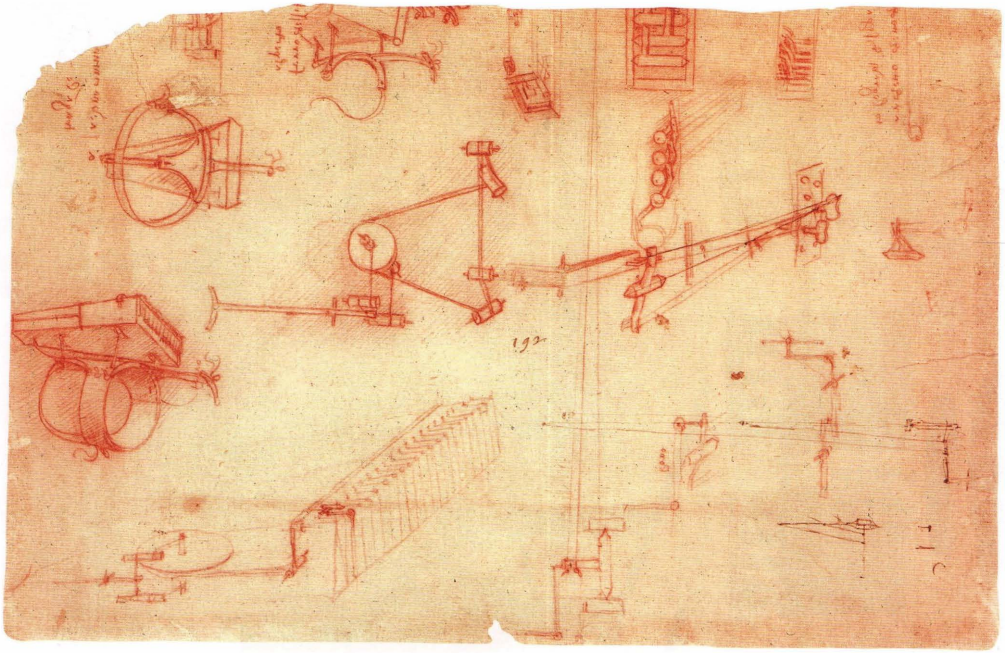
Şekil 4
Mekanizma hareketteyken. Arabayı çeken ya da tekerleklerin yerini alan el krankını döndüren operatörün hareketi tekerlek aksına bağlı olan merkezdeki tekerlek dişlisini harekete sokar. Bu programlanabilir silindirin altındaki levha mekanizmasını tutar. Silindir üzerindeki değişik noktalara yerleştirilebilen mandallar davul çubuklarına çarpar, ritmik olarak davula vurur

Şekil 5
Mandal programlanabilir arabanın parçasıdır. Arabayı hareket ettirmeden önce, mandallar ritmik vuruşu belirleyen kesin bir düzen içinde silindirin üzerindeki deliklere yerleştirilir.

Şekil 6
Programlanabilir silindir iki bölüme ayrılır: mandalların yerleştirildiği üst taraf ve çarklar tarafından harekete konan ana dişli çarkla tutulan kafes şeklindeki dişli.

Şekil 7
Ana parçaların sökülmüş görünümü.


5
PROGRAMLANABİLİR AKORT ANAHTARI
ANA ÇARK
ÇARKLAR
PROGRAMLANABİLİR SİLİNDİRLER
DAVUL
6
7
DESTEKLEYİCİLER
İSKELET
DAVUL ÇUBUKLARI



1

Vinci, 1452

1460

1470

1460

1490

1493-1495

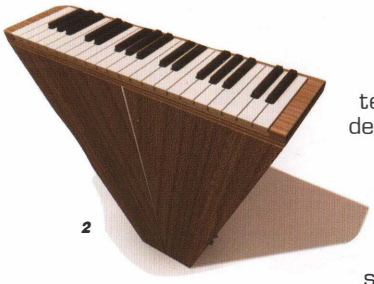
1500

1510

Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 93r

Viola Organista



2

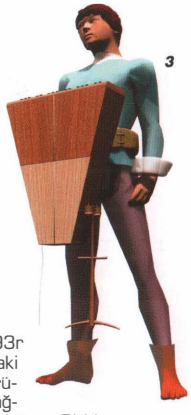
Leonardo bu çizimleri kırmızı (kan renginde) tebeşir kullanarak yapmıştır ve bunlar önemli bir değişikliğe işaret etmektedir: dolmakalem ve mürekkep kullanımından karakalem ya da kırmızı tebeşir kullanımına. 1490'lar boyunca ortaya çıkan ve 1500'den sonra yayılan bu değişimin genel etkisi kalem ve mürekkebin kristal açıklıktaki, rasyonel bir yaklaşımından daha grafiksel ve sıcak bir boyuta kaymıştır. Bu küçük bir detay değildir. *Cinquecento*'nun bütün büyük sanatçıları ilk dönemlerde kullanılmamış kara kalemle çizmeyi tercih etmişlerdir. Karakalem onların dünyayı yeni bir vizyonla yorumlamalarını sağlamıştır: daha kompleks, daha kuşkucu, daha metaforik. Leonardo bu değişimi yapan ilk kişiydi ve onun hemen hemen bütün çalışmalarının her alanında bu görülebilir: bilimselden mekaniğe kadar. Yine de, bu çizimler bu sürecin başında yapıldığı için, tebeşiri bir kalem ucunun açıklığıyla kullanmaktaydı.

Bu folyodaki çeşitli çizimlerin hemen hemen hepsi aynı projeye aittir: dönem içinde oldukça bilinen, yayların mekanik olarak hareket ettiği bir müzikal alet, viola organista. Leonardo enstrümanın oluşturduğu sesi değiştirmeye çalışmıştır ve bunu yapabilmek için çeşitli fikirler sunmuş ama hiçbiri tamamlanmamıştır. Tasarımın neredeyse bitmek üzere olduğu çalışmalardan biri Codex Atlanticus'daki bu folyodur. Leonardo burada viola organistayı çalıştıran mekanizmayla ilgili çizimleri sunmakla kalmaz, aynı zamanda enstrümanın çalgıcının vücuduna iliştirildiği durumu da detaylandırır (folyonun sol alt tarafı). Sayfa bozulmuştur ve orijinalinde muhtemelen daha fazla çalışma vardı. Buradaki büyük bir sentez bizi şaşırtmamalı. 1490'larda, bu folyonun döneminde, Leonardo araştırmalarının bütün alanlarında büyük bir denge noktasına varmıştır. Bu Codex Madrid I'den mekanik öğelerin çizildiği dönemdir. Leonardo mekanik tasarımın teorik kavramını izleyerek, çark ve vidalar gibi makinelerin temel parçalarını ayırmıştır. Bu müzikal aletteki parçaların açık tarifi (özellikle folyodaki ana çizim) bu teorik kısmı hatırlatmaktadır. Leonardo çark ve tel gibi mekanik öğeleri bir araya getirerek bu müzikal aleti icat etmiştir ve bu da uçuş makinesi veya insan formundaki otomasyonlar gibi diğer aletlere yakın benzerliğini açıklamaktadır.

Şekil 1 ve 2
Codec Atlanticus'da solda, folyo 93r müzikal aletler için birçok proje ve taslak içermektedir. Sol alt tarafta enstrümanın tam bir taslağı vardır. Yukarıda, enstrümanın bitmiş hali görünmeketdir.

arka sayfa, diğer sayfa
Şekil 3.
Enstrümanın çalgıcısının nasıl durduğunu gösteriyor. Leonardo'nun projesi çalgıcıya yürürken çalma imkanını verir.

Şekil 4 ve 5
Folyoda göründüğü gibi. Bu versiyonda, hareket kaldıracı yukarıya yerleştirilir; bu enstrümanın kullanımını sınırlayacaktır çünkü bir el klavyedeyken, bir el de kaldıracı hareketlendirmektedir; bu sırasıyla, volanı at kılı ile birlikte hareketli tutar.



3

A Codex Atlanticus'da 93r folyosunun sağ altındaki çizimde çubuk enstrümanın sağ tarafına bağlanmış bir şekilde gözüküyor. Birbirini izleyen döner hareketi kullanarak, çubuk ses gövdesi içinde volanı hareketli kılar. Leonardo'nun farklı çözümler kullanarak bu parçayı tasarlaması ilginçtir. Aslında elyazmasının diğer parçalarında, bu çubuk enstrümanın alt parçasına doğru yönelir.
Çalgıcı bu enstrümanı vücuduna bağladığında, bacaklarını hareket ettirerek çubukları aktive edebilir. Yürürken kaldıraca çarparak, volan ona bağlı olan iç parçalar gibi sürekli devinim içinde olacaktır.

B Enstrümanı bir kayış ile taşımak gerekmektedir. Çalgıcı, her iki ellerini serbest bırakarak, müziği çalarken, kolaylıkla yürüyebilir.

C Klavye piyanonun bir benzeridir ve oldukça kompleks bir parça çalacak kadar üç oktavdır. Bu nedenle, Leonardo çalgıcının her iki elini serbest bırakmasını sağlamaya çalışmıştır. Çalgıcının kolları mekanik parçaları harekete geçirmek için gerekli enerjiyi oluştururlar.

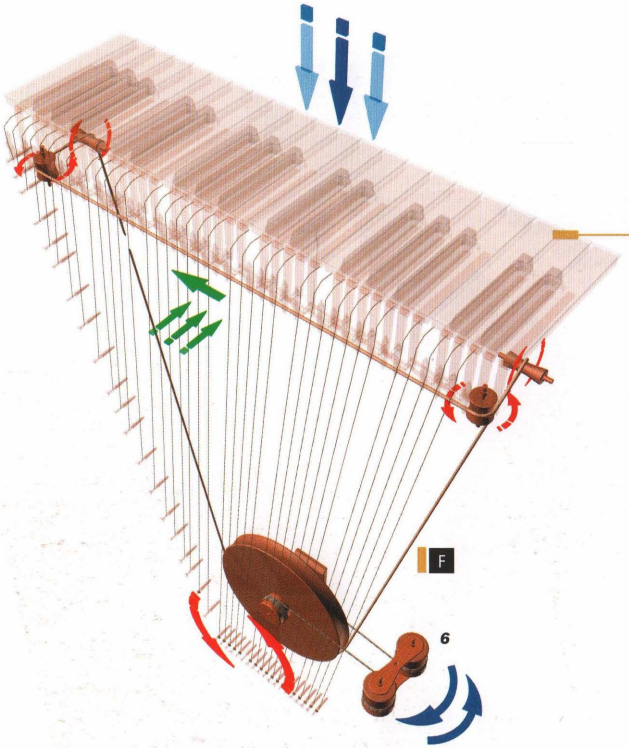
D Ses gövdesi ses üreten mekanizmaları, telleri ve komplike basınç parçalarını, ses üreten filamenti tutar. Bu filament modern viyolin yaylarında olduğu gibi at kılından yapılmıştır. Ayrıca kutunun içinde mekanik parçalar vardır volan ve dış çubuğun hareketini izlemek harekete koyar.



4



5



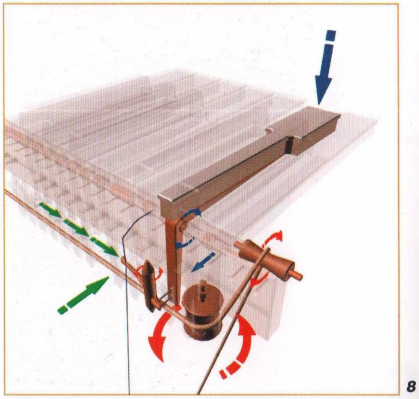
Şekil 6
Perküsyon mekanizmasının yaylarının ayrıntıları.

Şekil 7 ve 8
Mekanik parçaların çalışması.

Şekil 9
Zemine yerleştirilen çubuk kaldıraçlı daha makul bir konfigürasyon içinde viola organista. Ayrıca enstrümanı akort etmek için bir delik olmalı. Elyazmasının üst parçasına çizilmiş olan akort mandalları aslında ses gövdesi içinde yerleştirilir.

MEKANİK AYRINTILARI


7


8

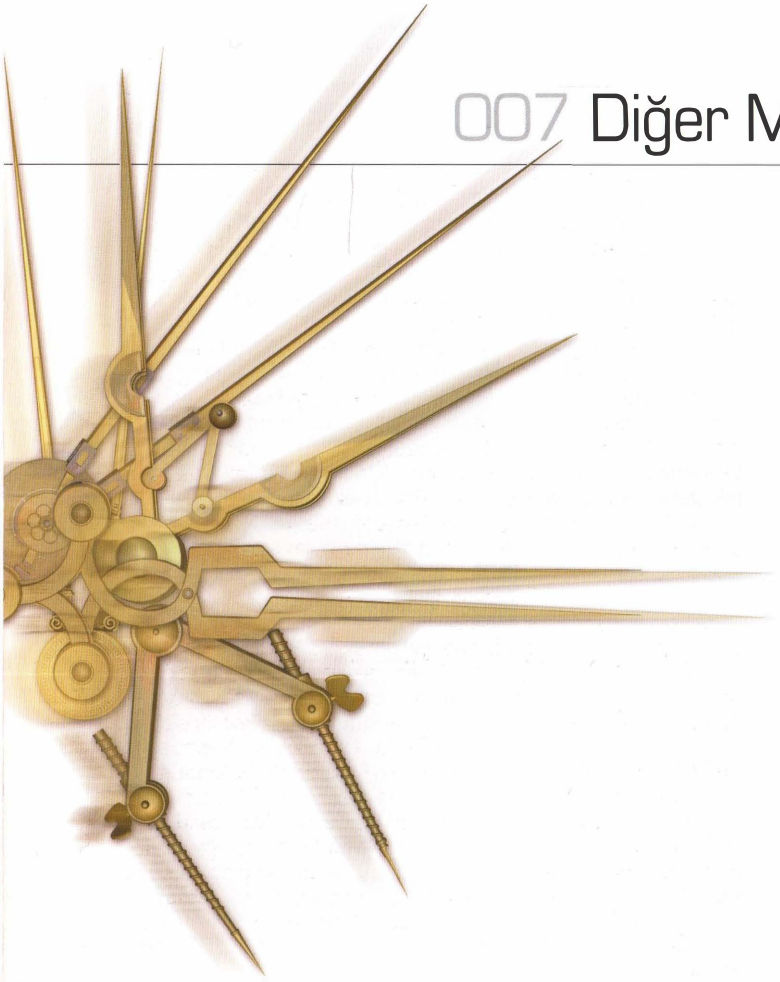
F Periyodik olarak müzisyenin bacaklarıyla vurulan çubuğun birbirini izleyen hareketiyle at kılı harekete konur. Böylelikle, at kılında sürekli, tek yönelimli doğrusal bir hareket vardır. Ayrıca, volanın oldukça büyük olduğu ve at kılına birkaç saniye hareket vermek üzere gerekli ataleti sağladığını varsayabiliriz. Anahtarlardaki basınç (şekil 9) bir mekanizmayı aktive eder. Mekanizmadaki küçük kol yaya geçirilir ve hareketli at kılının yanındadır; birbirine vuran iki parça (yay ve at kılı) dinamik bir ses üretir. Bu ses anahtarın üzerindeki basınçla yoğunluk açısından orantılıdır.

E Leonardo enstrümanlar için değişik konfigürasyonlar düşünmüş olmalı. Bu versiyonda, çubuk kaldıracı enstrümanın altına doğru yerleştirilir (ayrıca şekil 4). Bu konfigürasyon operatörün kaldıracı hareket ettirmesini sağlar böylelikle basitçe yürürken (ya da düzenli adımlarla) ona bağlı olan bütün mekanizmaları harekete geçirir. Geçit resmi sırasında, muhtemelen müzisyen her iki eliyle çalarak şehir caddelerinde düzenli adımlarla yürüyebiliyordu. Aslında viyolin gibi at kılı yaylara karşı vurarak ses üretir ve sürekli hareket halinde, tuş tarafından aktive edilen bir yay her sürtündüğünde ses üretir.



9

E



007 Diğer Makine Türleri

Baskı Makinesi
Yol Sayacı
Pergel

Codex Madrid I iki parçadan oluşur: makine projeleri ve dinamik ve statiğin yasaları ve meyilli uçaklardaki ağırlıkların davranışları ile ilgili daha soyut çalışmalar. 'On The Flight of Birds' (Kuşların Uçuşu) Elyazmaları Kitabı benzer bir şekilde yapılandırılmıştır: uçuş makinesine uygulanan doğal uçuş ile ilgili çalışmanın yanında, istatik ve dinamik ile ilgili daha teorik bir bölüm buluruz.

Yüzyıllarca mekanik teori (statistik, dinamik ve kinematik çalışması) ve mekanik tasarım arasında oldukça belirgin bir ayrım vardı. İlki soyut bir disiplin olarak geliştirilirken, sonuncusu doğada empiriktir. Leonardo tarafından tanıştırılan yeniliklerden biri mekanik teori ile uygulamalı mekaniği birleştirme çalışmasıdır. Codex 'On The Flight of Birds' (Kuşların Uçuşu) ve Codex Madrid I'deki daha teorik bölümler mekanik projeler için yapılan çalışmalar değildir fakat Leonardo'nun çoğu kez mekanik tasarımlara veya doğal uçuşu kavramaya doğrudan uyguladığı statik ve dinamik ile ilgili ekler veya önermeler gibidir.

Leonardo'nun yaptığı diğer temel yenilik spesifik işlev için tek bir makine çalışmalarına girişmektir. Bütün makineler için basit öğelerin sistematik bir çalışmasını yapmıştır: vida, çark, yay, makara, sicim vs. Leonardo bunları mekanik öğeler olarak adlandırmış ve yazılarında çoğu kez *Treatise on the Elements of Machines*'e gönderme yapmıştır. 1960'larda Leonardo'nun iki şifresi Madrid'de bulunduğunda, bazı uzmanlara göre onlardan biri, Madrid I, Leonardo'nun bahsettiği taslakla aynı olmaktadır. Aksi takdirde, tanımlanamayacaktı. Yine de, Leonardo'nun yaptığı açıklamalardan anlaşılıyor ki gerçekte bu taslak yapısal olarak Madrid I'den daha karmaşıktır. Geometri, statik, dinamik ve kinematikle ilgili açık bir teorik bölüm ve her makine ve makinenin basit öğelerine (çark ve vidalar gibi) dair daha pratik bir kısımdan meydana gelmektedir.

Her makine için genel olan temel öğeleri ile ilgili bu çalışması Leonardo'nun araştırmaya dönük tipik bir genel tutumudur. Örneğin, anatomide, insanlar ve hayvanlar arasında veya çeşitli hayvan türleri arasında onların temel ve ortak biyolojik işlerini tanımlamak üzere bir dizi karşılaştırmalı çalışmalar yapmıştır.

Mekanik öğeler üzerindeki düşünceleri kadar, teorik ve pratik mekaniği birleştirerek, Leonardo makine tasarımına zengin bir durum vermeye çalışmıştır. Böylelikle yüzyıllardır

devam eden mekanik ve liberal sanat ayrımını aşmaya çalışmıştır.

Tarihsel olarak, 'mekanik sanatlar' el kullanılan bütün insani aktiviteleri içerir; resimden altın işlemeciliğine, heykelden yapı mühendisliğine kadar el çalışmasına dayanan herşey kültürel ve sosyal olarak aşağı görülürdü. Örneğin, kendi alanlarında bir bilimin saygınlığını sağlamak için Ortaçağ boyunca mücadele etmiş doktor ve cerrahlar için bu sorun yaratıyordu. Çünkü sadece akıl değil aynı zamanda ele de dayanmaktaydı. *Quattrocento* boyunca, ressamlar, heykeltraşlar ve mühendisler işlerinin bilimsel öğesini haklı çıkarmaya çalışmışlardı. Geometrinin yasalarıyla ilgili bir çalışma, alanı doğru göstermek üzere perspektif için kullanılmıştır, vücutları doğal olarak tasvir etmek için anatomi çalışması ve uyumlu figürler yaratmak için oran çalışması kullanılmıştır. Ressamlar ve heykeltraşlar kendi sanatlarına bilimsel bir temel vermişlerdir. 1400'lerin ilk yarısında, mühendisler sanatçılardan taslak yazarlarına dönüştürülmüştür ve Leonardo yazılarıyla bu kültürel özgürlüğe son dokunuşu yapmıştır.

Makineleri ve onun öğelerini teorik bir boyutta geliştiren Leonardo çizimlerine zihinsel ve coşkulu bir değer vererek, çizimlerinin doğruluğunu kanıtlamıştır. Bu Leonardo'nun geleneksel bilimle daha uyumlu olan bir alana, mekanik öğelere kendini adadığı pasajlarda ortaya çıkar. Vidalarla ilgili pasajlarda şunu okuyoruz: 'Burada, vidanın doğası gösterilmektedir; itmede olduğu gibi çekmede nasıl kullanılması gerektiği; teklinin çiftliden nasıl daha güçlü olduğu; kalından çok ince olduğu; eşit güç ve eşit kaldıraç uzunluğunca hareket ettirilirken. Ve onun kullanılma yöntemlerinin sayısı ile ilgili bazı tartışmalar olacak ve kaç tane sayısız vidanın olduğu [...] ve ipliklerin doğası [...]' Leonardo basit bir vidayı açıklıyordu ve Aristotle'nin statik ve dinamik yasaları gibi teorik konular için yapısal ve tarz olarak yükseltilen bir tanımlama ayrılmıştır. Leonardo yaylardaki dinamik özelliklerle ilgili çalışmaya aynı tutumla yaklaşmıştır. Bu mekanik öğeleri bu zamana kadar sadece ışık ve su ve daha görsel dinamik güçlerle ilgili konularla ilişkilendirildiği zaman, hareket ve güç ilişkileri üzerindeki niceliksel hususları sunmuştur.



1490'larda, Leonardo mekanik tasarıma teorik bir yaklaşım getirmiştir. Sonraki özellikle *De'poli*

(On Poles) diye başlıklandırılan yazılı düşüncelerde ifade edildikten yıllar sonraya kadar devam etti.

Burada Leonardo yazmak istediğini söylediği *De confregazione* (Sürtünme Üzerine) başlıklı kitap ya da tam taslak olarak sürtünme ve kafasında canlandırdığı şeylerle uğraşıyordu.

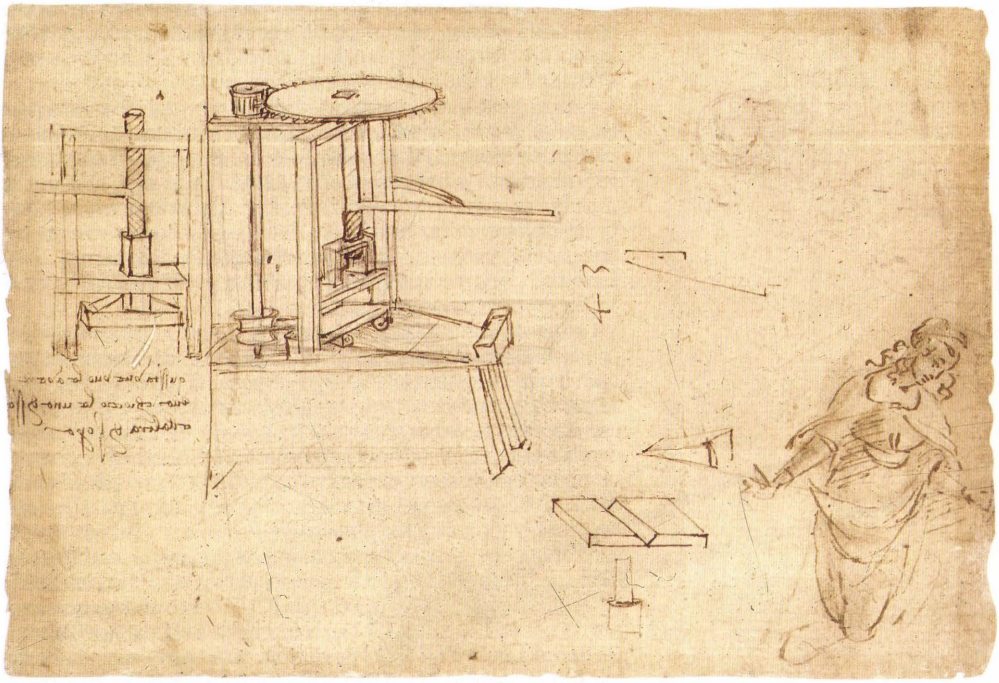
Leonardo'nun mekanik tasarımlarının karmaşık teorik boyutları her zaman açık değildir. Bu anlamda, onun adım sayacı (atılan adımları sayan alet) projesi (Codex Atlanticus, f. 1rb) iyi bir örnektir. Aynı sayfada yol sayacı da (arabayla kat edilen mesafeyi ölçüyor) vardır. Belki de bunun pratik bir anlamı vardı. Cesar Borgia için askeri bir mühendis olarak yaptığı büyük kalelerin etrafında gerekli olan ölçüleri sık sık tekrarlamıştır. Adım sayacının da benzeri bir pratik amacı olabilir. Yine de, yürüme gibi insan vücudunun eylemlerini inceleme ve ölçme fikri öyle ya da böyle gövde üzerinde çalışırken ve hareketin sistematik geometrik bir analizini yaparken aynı anda ortaya çıkmıştı. (16. yüzyıldaki Codex Huygens'te bulunan çizimlerde görüldüğü gibi fakat Leonardo tarafından yapılan kayıp metinlerden esinlenmiştir.)

Şurası açık ki, Leonardo en teorik çalışmalarında bile pratik kullanımı amaç edinmiştir. Örneğin, makine öğeleriyle ilgili Codex Madrid I'deki çalışmalarda, makara ve palangaların analizinde nihai amaç ağır yükleri kaldırmak için gerek duyulan gücün verimini arttırmaktır. Çarklar üzerine yaptığı analizlerin çoğu benzer maksatları içermektedir ve bir çarkı yanlış yönelimde dönmesini engelleyen sistemin icadının (dişli çark mandalı, Leonardo'nun isimlendirdiği şekliyle 'uşak') pratik kullanımı açıktır.

Leonardo'nun mekanik tasarımında üçüncü bir boyut vardır: pratik ve teorik bakışlar boyunca, çoğu kez estetik bir boyut vardır. Zekice ve kullanışlı olmasının yanında, onun makineleri aynı zamanda güzeldi de. Pergel tasarımları onun muhteşem örneklerinden biridir. Bu enstrümanların spesifik bir kullanımı vardır, özellikle Leonardo'nun kendi çalışmaları için önemlidir. Yine de, bu nesnelerin bazıları için, teknolojik araştırma estetik ile el ele gider. Örneğin, pergel tasarımında gerekli olan şeylerden biri de, açıldığında sabit bir pozisyonda kalmasıdır. Bunun olması için, iki bacağın arasındaki sürtünme yayın boyutuyla artmalıdır ve bu da desteklerin sayısı arttırılarak başarılabilir. Codex Atlanticus'daki çizimlerde görüldüğü gibi (f. 48 recto and verso), Leonardo sadece kendi ihtiyacını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda pergel başlarına orijinal ve zarif bir şekil vermek için bunu fırsat olarak kullanır. Onun mekanik çizimleriyle ilgili bu ilginç bakış içinde, Leonardo konuyu 'küçük sanatsal parçadan endüstriyel tasarıma' taşır.

Vinci, 1452 — 1460 — 1470 — *1478-1482* — 1480 — 1490 — 1500 — 1510 — Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 995r



1

Baskı Makinesi

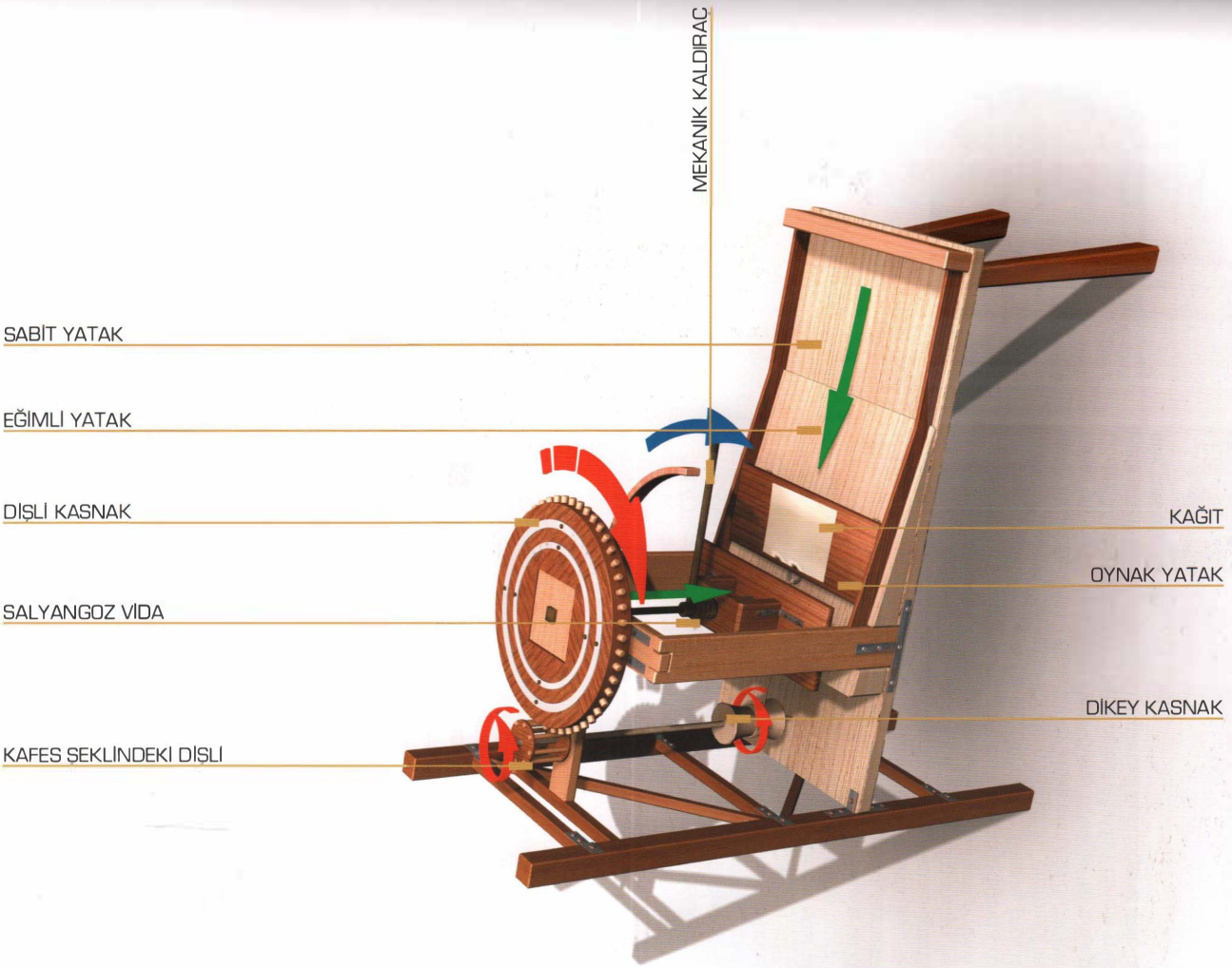


Bu folyo Vinci'nin *Quattrocento* döneminde hayat dolu Floransa şehrinde kendini bulduğu genç ve parlak bir sanatçının kültürel ortamına ait bir videodaki bir fotoğrafa benzetilebilir. Folyo parça parçadır: orijinal kağıt diğer not ve çizimleri de içeriyor olmalı. Meryem Ana çiziminin yanında bir baskı makinesi projesinin olması dikkate değerdir. İlk çizimin Leonardo'ya ait olduğu kesin değildir. Belirsizlik sağ üstten sol alta giden Meryem Ana'nın büstü üzerindeki çizgili satırların yönelimine dayanmaktadır; Leonardo solaktı ve onun çizgili satırları genelde tam ters yönde gidiyordu. Leonardo yönünde olumlu bir nitelemeyi çizgilerin uzunluğu sağlıyor; bu çizimler Virgin'in anlatımı ve duruşuyla birkaç hızlı satırda betimlenmektedir. Çizimlerin niteliği belirsiz olsa da, bir mühendislik çalışmasında sanatsal çalışmanın varlığı önemlidir. Heykel parçalarının yanında askeri zırhları ve çan maketlerini Verrocchio'nunki gibi atölyelerde bulmak normal olacaktır. Rönesans'taki bir kişi için, bilim teorik bilginin bütün biçimleriyle uğraşırken, sanat her iki bakışı da içermekteydi. Birçok sanatçıya ilham kaynağı olan bilimsel özgürlük sanatsal yaratımlarla birlikte mekanik yaratımların ortaklığını içermiyordu fakat temel teorik ve bilimsel araştırma bu aktiviteleri içermektedir.

1470'lerde Floransa'nın sanat atölyeleri ilk baskı makinesinin ortaya çıkmasıyla telaşa kapıldılar. Birkaç özel girişimciden başka, 1476'da ilk basımevini kuran, Santa Maria Novella'nın Dominikli keşişleriydi. Bu mantıklıydı çünkü zamanın din kurumları kıymetli el yazmaları içinde kültürü yayan en önemli yerlerdi. Taşınabilir baskı makinesinin ortaya çıkması ve parşömen yerine kağıdın kullanılması kitapların daha ucuz üretilmesini sağlamıştır. Bu üstün zanaatçı sınıfın bilgiye ve kültüre ulaşabilmesini kolaylaştırmıştır. Böylelikle kendi sanatları için bilimsel bir temel geliştirmek üzere güç kazanmışlardır. Bu anlamda Leonardo'nun matbaaya olan ilgisi anlaşılırdır. Diğer alanlarda olduğu gibi, basımda da, hem zamandan hem de emekten kazanarak otomasyonun seviyesini arttırmaya çalışmıştır. Her ne kadar kağıtlarını basıp basmadığında dair elimizde hiçbir bilgi olmasa da, Windsor Castle (no.19007 v)'dan anatomik bir sayfa içinde görürüz ki, çizimlerinin nasıl daha iyi basılacağını gösterirken, masraflı olsa da, kaba ağaç baskı yerine kusursuz bir bakır-oyma tekniğini tercih etmişti. Codex Madrid II'deki (f.119r) çalışmalardan birinin metin ve resim basmanın orijinal bir sistemini sunduğuna dair bir olasılık tartışılabilirdir.

Şekil 1
Leonardo'nun çözümlerinde iki farklı proje görülür. Sağ tarafta, tek bir kaldıraçla çalışan mekanik bir matbaa varken, sol tarafta Leonardo aynı makineyi çiftli salyangozlu vidasıyla denemiştir; uçma makinesi için geliştirdiği mekanizmalarla sonuncusunun benzerliği ilginçtir.

Şekil 2
Bir salyangoz vidasını ve baskı makinesini harekete geçiren kaldıraç mekanizması.


MEKANİK KALDIRAÇ
SABİT YATAK
EĞİMLİ YATAK
DİŞLİ KASNAK
SALYANGOZ VİDA
KAFES SEKLİNDEKİ DİŞLİ
KAĞIT
OYNAK YATAK
DİKEY KASNAK

A

Operatör mekanik kaldıracı hareket ettirdiğinde, dişliler harekete girer ve makine çeşitli hareketleri gerçekleştirir. Baskı salyangoz vidası tarafından yavaşça indirilir ve taşıyıcının altına yerleştirilen kağıt yaprağı basılır. Baskının üst tarafındaki büyük dişli çark dikey makaranın yanında diğer mekanizmaları da harekete geçirir. Bir halat etrafına sarılır ve taşıyıcıya eklenir. Mekanizma harekete geçtiğinde, makara halatı sarar ve taşıyıcı ve sayfanın baskıya doğru hareket etmesini sağlar. Bu işlem bittiğinde, taşıyıcı geri döner ve cendere kaldırılır.

B

Leonardo kaldıraca doğru bir eğri çizmiştir. Bu muhtemelen ahşaptan yapılmıştır ve kaldıracın hareketi için hem yatak hem de dayanak olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu operatörü de koruyabilir. Basma işlemi sürekli tekrarlanabilir ve bu zor da olabilir. Operatör tarafından sarfedilen güç oldukça yoğun olmalıdır. Bu tarz bir bölmenin nedeni baskı süresinde makineden vücudu uzak tutmaktır.

C

Makinedeki ilginç bir yön de oynak yataktır. Tipografik baskının birçok son versiyonunda olduğu gibi, sayfa el kullanılmadan cenderenin altına getirilir. Küçük tekerlekli bir taşıyıcı yatağın yapısı boyunca kayar ve bir halatla çekilir ve tek bir mekanik kaldıraçla makara aktive edilir. Cendere kaldırılır. Matbaa ile sayfa arasında yalnızca birkaç santimetre varken, taşıyıcı durur. Sayfa basıldığında, taşıyıcı tekrar başlangıçtaki pozisyonuna basılı kağıtla döner. Bütün hepsi tek bir operatörün hareketiyle yapılır.



Vinci, 1452

1460 1470 1480 1490 1500 yaklaşık 1504 1510

Amboise, 1519

Codex Atlanticus, f. 1br



1

Yol Sayacı (Odometre)



2

Bu folyo mekanik projeler içinde Leonardo'nun tamamladığı sunumlardan birini içermektedir. Çizimleri oldukça açık bir tarzdadır. Metin iki düzenli köşe içinde ayarlanmıştır, yazı (en azından sol köşede) geleneksel tarzı izlemektedir (soldan sağa), hepsi Leonardo'nun çalışması içinde alışılmışın dışında bir fenomen sağlamaktadır: el yazması ya da basılı formda yayıma hazır bir sayfa. Bu makul bir varsayım mı? Bu sorular Codex Madrid II'de bulunan mekanik öğelerle ilgili çalışmalarda da yükselir. Leonardo tipografikal sorunlarla uğraşmıştır ve 1510 yıllarında anatomik bir sayfanın boşlukları içinde, onun tasarımlarının karmaşık yapısını yeniden üretebilecek basım tekniğinden bahseder. Yine de kesin bir cevap yoktur. Leonardo bu çalışmalar için grafik öğeleri spesifik bir nedenle sunmuştur; yol sayaçlarından (otomobil ile kat edilen mesafeyi ölçer) ve adım sayaçlarından (atılan adımları sayar) hoşlanan birisine sergilemek gibi. Leonardo'nun ilk taslağını çizip, temizlediği bir çizimaltı vardır. Bu özel notlar olarak kullanılacak çizim sunumları için normal bir prosedürdür. Yine de, sayfanın sağındaki adım sayacının altındaki not Leonardo'nun genel sağdan sola el yazısı ile yazılmıştır. Elbette bu kolay bir okuma değildir. Leonardo zaman içinde bir noktada sağdaki çizim ve notu eklemiş olabilir. Adım sayacı çizimi daha kuru ve diğer tasarımlardan daha şematiktir. İki tasarımı sol tarafta sunduğu zaman, Leonardo'nun yeni bir çizim için yeterli boşluğu bulmaya karar vermesi mümkündür. Bu yeni çizim kendi çalışması ile daha uyumlu olacaktır ve böylelikle yayım üzerine endişelenmenin gereği olmayacaktır.

İki çizimin güzelliği dikkate değerdir. Çinili mürekkebin kullanımıyla çizgilerle süslemenin uygun kullanımını takdir etmek gerekir. Figürlerin hacmini beslemek ve biçimi tanımlamak üzere iki ana teknik kullanılmıştır. Burada her detayı doğru bir şekilde yorumlamak üzere birleştirilmiştir. Bir yol sayacının iki çizimi arabaya bağlı olan aracın mekanik çekirdeğiyle ilgilidir. Tarama tasarımların analitik doğasını gösterir ve onların parçaları bütünden ayrılmıştır ve monte edilmeyi beklemektedir. Leonardo teorik bir çekirdek tanımlamıştır, Codex Atlanticus'ta 833v folyo üzerinde çizili olan arabada olduğu gibi tek somut durumlara uygulanabilinecek temel bir araçtır (iki varyasyon).

Şekil 1
Bu folyodaki iki yol sayacı tasarımı; üçüncüsü bir adım sayacıdır.

Şekil 2
Leonardo için bu projenin en önemli öğesi yol sayacı üzerindeki büyük merkezi çarktır; disk üzerindeki bütün delikler çark dönüşünü tamamladığında, haznenin altına çakıl taşlarını düşer.

A

Yol sayacı uzaklıkları ölçen bir alettir. Topografik haritadaki çok küçük boyutları ölçenlerden daha büyük boyutlara kadar ölçen farklı tipleri vardır. Leonardo'nun projesinde, yol sayacı bir arabaya benzer. Operator arabayı ölçülecek uzaklığa çeker.
Dikey çark araba çarklarının hareketini diğer mekanizmalara geçirmektedir. Ana aks döndüğünde, salyangoz vidalı büyük çark aksın üzerine çıkar. Dişli çark ön kafes vitesini harekete geçirir ve iki küçük dişli çark yol sayacının tarafına monte edilir. Bu vitesin işlevi büyük, ana tekerleği harekete geçirmektir. Yine de arka mekanizmanın hareketi yoruma açıktır. Alt vites zincirindeki dişliler yapıya bağlı küçük metalik çubuklara çarpar. Aletin doğru işlediğini gösteren düzenli bir klik sesi üretir.

B

Arabanın en ilginç öğesi ana tekerlektir. Bir dizi delik sürekli olarak ahşap küre ya da basit taşlar gibi markalarla dolar. Çark bir dönüşü her tamamladığında, bir marka tek deliğe, haznenin altına düşer. Ölçü için, bütün uzaklık aşıldığında, operatör kat edilen mesafeyi ölçmek için kutudaki çakılları sayacaktır.

C

İskelet oldukça basittir, temel bir yapıdır. Yol sayacı kullanımdayken, aracı operatörün değil de bir hayvanın çektiği varsayılmaktadır. Buna göre operator sürekli ana tekerlekteki delikleri markalarla doldurmaktadır. Doğal olarak, her delik bir tane marka tutar.

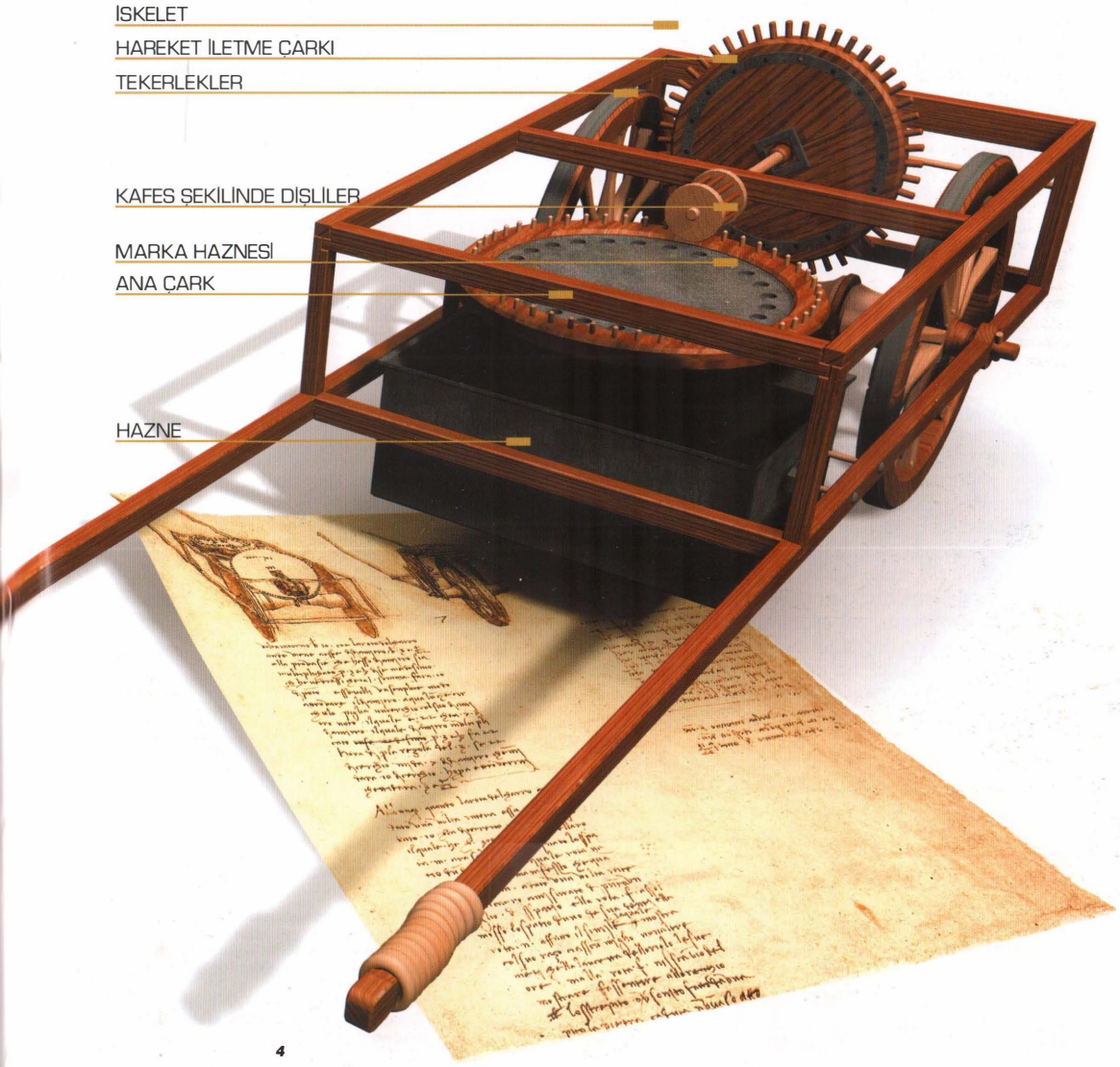
D

İskelete bağlı olan büyük bir hazne vardır. Bu hazneye ana tekerlek her bir dönüşünü tamamladığında markalar düşmektedir. Ne kadar uzağa gidilirse, kutu o kadar çok taşla dolacaktır.



Şekil 3
Sökülmüş yol sayacının görünümü.

Şekil 4
Birleştirilmiş yol sayacının ana parçaları.



4

Codex Atlanticus, f. 696r

1

Pergeller



2

Codex Atlanticus'taki bu folyo Leonardo'nun son yıllarındaki notların tipik bir derlemesidir. Geometrik çalışmalar mimari ve mühendislik projeleri birbirine geçmiştir. Örneğin, sol alt tarafta, çatı kirişiyle ilgili bir çalışma vardır. Bunlar onun Roma'da yaptıklarının benzeridir. O zaman onun Vatikan'daki stüdyosuna çok da uzak olmayan yeni St. Peter's Basilica inşaat halindeydi. Folyonun üst tarafında, pergellerle ilgili sayısız çalışma vardır. Ana çizim ve küçük çalışmaların çoğu basit, iki bacaklı pergellerle ilgilidir fakat aynı zamanda uzun, yatay bir sürgü üzerinde kayan iki noktalı sürgülü pergel de vardır.

Leonardo'nun icatlarının çoğu ile ilgili ilginç görünümlerden biri de estetik form ile işlevin bütünlüğüdür. Özellikle iş objeleri, toplar ve silahların tasarımında olduğu gibi. Mızrak başı veya toplar için yapılan birçok tasarım şekilsel ve biçimsel olarak iyi bir zenginliğe ve çeşitliliğe sahiptir. Aynı şey burada gösterilen pergeller gibi iş aletlerinin tasarımında da görülebilir. Leonardo'nun bunları yapıp, kendisinin kullanmış olması olasıdır. (Örneğin, *Homo Vitruvianus*'un çiziminde insan figürünü çemberle tanımlarken: pergel ile işaretleyip, bir kalem izinde gittiği hâlâ açıktır.)

Codex Atlanticus'daki folyoda gözüken iki başlı pergelin çizimi en güzellerden biridir. Bu tasarımın amacı bacaklar destek noktası ile temasa geçip açıldığında, aletin sabitliğini sağlamaktır. Sonraki sistem sayfadaki ikincil çizimlerin bazılarında gösterilmektedir fakat her iki durumda da, teknik alet garip ve ilginç şekil ve konfigürasyonlar ile destek ve bağlantılar yaratmak için bir ayrılma noktası olur. Aletin işlevsel etkililiği üzerine yapılan araştırma sanayi tasarımının doğası içinde, estetik detaylandırması için bir sıçrama tahtası olur.

Bu folyodaki iki başlı pergelin ana çizimi şimdi Venedik'teki Marciana Kütüphanesi'nde bir elyazmasında kopyalanmıştır. Bu elyazması, Lorenzo della Golpaia ve onun oğlu Benvenuto'nun çizimlerini içermektedir. Lorenzo Floransa'da çalışan iyi tanınan bir mühendisti ve kesinlikle Leonardo'yu tanıyordu çünkü Michalengelo'nun *Davud* heykelinin nereye yerleştirileceğine karar vermek üzere aynı komitede bulunmuşlardı. Bu ünlü mühendisin bizim şimdilerde Leonardo'nun çalışmalarının sadece küçük bir kısmı olarak değerlendirdiğimiz bu işe merak duyması ilginçtir; o hâlâ meşhur bir çağdaşı şaşırtabilmektedir.

Şekil 1
Pergel çizimlerinin mimari çizimlerle birbirine geçtiği bir sayfa. Pergel gibi bir iş aleti için tasarımda teknik-bilimsel bilgiyi estetik ilgi ile birleştirmek bu sayfayı özelde ilginç kılmaktadır.

Şekil 2 ve diğer sayfalar
Leonardo tarafından tasarlanmış bazi hipotetik pergeller





Kaynakça

T. Beck, *Beiträge zur geschichte des Machinenbaues*, Berlin, 1900 (1st edition 1899).

L. Beltrami, *Leonardo da Vinci e l'aviazione*, Milan, 1912.

F. M. Felhaus, *Leonardo der Techicher und Erfinder*, Jena, 1913.

I. B. Hart, *Leonardo da Vinci as a pioneer of aviation*, 'The Journal of the Royal Aeronautical Society', XXVII, London, 1923, pp. 244-269.

I. B. Hart, *The Mechanical Investigations of Leonardo da Vinci*, London, 1925, (re-edited in Idem, *The World of Leonardo da Vinci*, London, 1961).

R. Giacomelli, *Leonardo da Vinci e il volo meccanico*, 'L'Aerotecnica', VI, 1927, pp. 486-524.

R. Marcolongo, *Le invenzioni di Leonardo da Vinci. Parte prima, Opere idrauliche, aviazione*, 'Scientia', 41, 180, 1927, pp. 245-254.

R. Giacomelli, *Les machines volantes de Léonard de Vinci et le vol à voile, Extr. du tome 3 des Comptes rendus du 4.me Congrès de navigation aérienne tenu à Rome du 24 au 29 octobre 1927*, Rome, 1928.

R. Giacomelli, *I modelli delle macchine volanti di Leonardo da Vinci*, 'L'Ingegnere', V, 1931, pp. 74-83.

R. Giacomelli, *Progetti vinciani di macchine volanti all'Esposizione aeronautica di Milano*, 'L'aeronautica', 14, 1934, 8-9, pp. 1047-1065.

R. Giacomelli, *Gli scritti di Leonardo da Vinci sul volo*, Rome, 1936.

G. Canestrini, *Leonardo costruttore di machine e di veicoli*, Milan-Rome, 1939.

A. Uccelli, *Leonardo da Vinci. I libri di meccanica*, Milan, 1940.

R. Marcolongo, *Leonardo da Vinci artista e scienziato*, Milan 1950, pp. 205-216.

C. Zammattio, *Gli studi di Leonardo da Vinci sul volo*, 'Pirelli', IV, 1951, pp. 16-17.

A. Uccelli (with the collaboration of C. Zammattio), *I libri del volo di Leonardo da Vinci*, Milan, 1952.

I. Calvi, *L'ingegneria militare di Leonardo*, Milan, 1952.

L. Tursini, *Le armi di Leonardo da Vinci*, Milan, 1952.

M. R. Dugas, *Léonard de Vinci dans l'histoire de la mécanique*, in *Léonard de Vinci et l'expérience scientifique au xvie siècle*, Congress Proceedings, 1952, Paris, 1953, pp. 88-114.

C. Pedretti, *Macchine volanti inedite di Leonardo*, 'Ali', 3, 1953, 4, pp. 48-50.

C. Pedretti, *Spigolature aeronautiche vinciane*, 'Raccolta Vinciana', XVII, 1954, pp. 117-128.

C. Pedretti, *La machine idraulica costruita da Leonardo per conto Bernardo Rucellai e i primi contatori ad acqua*, 'Raccolta Vinciana', XVII, 1954, pp. 177-215.

C. Pedretti, *L'elicottero*, in *Studi Vinciani*, Geneva, 1957, pp. 125-129.

L. Reti, *Helicopters and whirligigs*, "Raccolta Vinciana", XX, 1964, pp. 331-338.

I. B. Hart, *The world of Leonardo da Vinci man of science, engineer and dreamer of flight*, London, 1961, pp. 307-339.

B. Gille, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, 1964.

M. Cooper, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, New York ,1965.

C. H. Gibbs-Smith, *Léonard de Vinci et l'aéronauthique*, 'Bulletin de l'Association Léonard de Vinci', 9, 1970, pp. 1-9.

Leonardo, edited by L. Reti, Milan, 1974.

Leonardo nella scienza e nella tecnica, Atti del simposio internazionale di storia della scienza (Florence-Vinci 1969), Florence, 1975, pp. 105-110.

C. Pedretti, *The Literary works of Leonardo da Vinci edited by J. P. Richter. Commentary*, 2 vols., Oxford, 1977.

G. Scaglia, *Alle origini degli studi tecnologici di Leonardo*, 'Lettura vinciana', XX, 1981.

Leonardo e l'Età della Ragione, edited by E. Bellone, P. Rossi, Milan 1982.

E. Winternitz, *Leonardo da Vinci as a musician*, New Haven-London, 1982.

Laboratorio su Leonardo da Vinci, exhibition catalogue, Milan, 1983.

Leonardo e gli spettacoli del suo tempo, exhibition catalogue edited by M. Mazzocchi Doglio, G. Tintori, M. Padovan, M. Tiella, Milan, 1983.

M. Tiella, *Gli strumenti musicali disegnati da Leonardo*, in *Leonardo e gli spettacoli del suo tempo*, exhibition catalogue edited by M. Mazzocchi Doglio, G. Tintori, M. Padovan, M. Tiella, Milan, 1983, pp. 87-100.

M. Tiella, *Strumenti musicali dell'epoca di Leonardo nell'Italia del Nord*, in *Leonardo e gli spettacoli del suo tempo*, exhibition catalogue edited by M. Mazzocchi Doglio, G. Tintori, M. Padovan, M. Tiella, Milan, 1983, pp. 101-116.

Leonardo e le vie d'acqua, exhibition catalogue, Milan, 1984.

P. C. Marani, *L'architettura fortificata negli studi di Leonardo da Vinci. Con il catalogo complete dei disegni*, Florence, 1984.

C. Hart, *The prehistory of flight*, Berkeley, 1985.

M. Carpiceci, *Leonardo. La misura e il segno*, Rome, 1986.

P. Galluzzi, *La carrière d'un technologue*, in *Léonard de Vinci ingénieur et architecte*, exhibition catalogue, Montréal, 1987, pp. 80-83.

M. Kemp, *Les inventions de la nature e la nature de l'invention*, in *Léonard de Vinci ingénieur et architecte*, exhibition catalogue, Montréal, 1987, pp. 138-144.

M. Cianchi, *Le macchine di Leonardo da Vinci*, Florence, 1988.

G. P. Galdi, *Leonardo's Helicopter and Archimedes' Screw: The Principle of Action and Reaction*, 'Achademia Leonardi Vinci', IV, 1991, pp. 193-201.

Prima di Leonardo. Cultura delle macchine a Siena nel Rinascimento, exhibition catalogue edited by P. Galluzzi, Siena, 1991.

M. Pidcock, *The Hang Glider*, 'Achademia Leonardi Vinci', VI, Florence 1993, pp. 222-225.

P. Galluzzi, *Leonardo da Vinci: dalle tecniche alla tecnologia*, in *Gli Ingegneri del Rinascimento da Brunelleschi a Leonardo da Vinci*, exhibition catalogue, Florence 1996, pp. 69-70.

D. Laurenza, *Gli studi leonardiani sul volo. Spunti per una riconsiderazione*, in *Tutte le opere non son per istancarmi. Raccolta di scritti per i settant'anni di Carlo Pedretti*, Rome 1998, pp. 189-202.

C. Pedretti, *Leonardo. Le macchine*, Florence, 1999.

D. Laurenza, *Leonardo: le macchine volanti*, in *Le macchine del Rinascimento*, Rome, 2000, pp. 145-187.

S. Sutera, *Leonardo. Le fantastiche macchine di Leonardo da Vinci al Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia di Milano. Disegni e modelli*, Milan, 2001.

Leonardo, l'acqua e il Rinascimento, edited by M. Taddei, E. Zanon, text by A. Bernardoni, Milan, 2004.

D. Laurenza, *Leonardo. Il volo*, Florence, 2004.

D. Laurenza, *Leonardo: il disegno tecnologico*, in E. Bellone, D. Laurenza, P. C. Marani, *Breve viaggio nell'universo di Leonardo*, Genoa, 2004, pp. 25-50 and 69-91.

Yüzyıllar boyunca bilim adamları Leonardo da Vinci'nin şifreleri ve defterleri üzerinde çalışmalar yapmışlar ve binlerce not ve çizimin arkasında saklı olan gerçekleri araştırmışlardır; kaçınılmaz olarak bu karmaşık çalışmalar sıklıkla yanlış anlaşılmış veya yanlış yorumlanmıştır. Ancak şimdi, ilk kez olarak, bu eşsiz yapıt onun az bilinen çalışmaları içindeki gerçek sırlarını ve buluşlarını ayrıcalıklı bir şekilde ortaya koymaktadır.
Kitap, da Vinci'nin betimleme ve çizimlerinden yola çıkarak –ve dijital imgeler kullanarak– zırhlı araçlar, vinçler ve savaşta kullanılmak üzere tasarlanan makinelerin 3 boyutlu görüntüleri sunmaktadır. Bilgisayar destekli bu sanat çalışmaları da Vinci'nin çalışma ve buluşlarına büyüleyici bir derinlik kazandırmıştır.
Yıllar boyunca sürdürülen araştırmaların sonucu olarak ortaya çıkan bu kitap, büyük ustanın hayal gücüne dayanan buluşlarını da gözler önüne sermektedir.

Domenico Lourenza, çalışma yaşantısını Rönesans tarihi, bilimsel ikonografi ve özelikle Leonardo da Vinci'ye adamıştır.

Mario Taddei, bir Leonardo da Vinci hayranıdır. Hayatını dijital araçlar aracılığıyla bilimsel araştırmalara ve eğitime adamıştır.
www.mariotaddei.net

Edoardo Zanon, son birkaç yılını teknik ve bilimsel eğitim alanındaki ürün gelişimine adamıştır.
www.edoardozanon.net

