VİDA İLE TORNAVİDA

Ayrılmaz İkilinin Kültürel Tarihi



WITOLD RYBCZYNSKI

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

2. Basım

Vida ile Tornavida

ayrılmaz ikilinin kültürel tarihi

Witold Rybczynski

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 264

Vida ile Tornavida - Ayrılmaz İkilinin Kültürel Tarihi
One Good Turn - A Natural History of the Screwdriver and the Screw
Witold Rybczynski

Çeviri: Hüseyin Özel
Redaksiyon: Ayşe Sarıoğlu

© Witold Rybczynski, 2000
© Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2007

Bu yapıtın bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler, izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz.

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayın Kurulu tarafından yapılmaktadır.

ISBN 978 - 975 - 403 - 456 - 1

1. Basım Aralık 2007 (7500 adet)
2. Basım Haziran 2008 (5000 adet)

Yayın Yönetmeni: Çiğdem Atakuman
Grafik Tasarım: Ödül (Evren) Töngür
Sayfa Düzeni: İnci Yaldız
Basım İzleme: Yılmaz Özben
Mali Koordinatör: Tuba Akoğlu

TÜBİTAK
Popüler Bilim Kitapları
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 467 72 11 Faks: (312) 427 09 84
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
İnternet: kitap.tubitak.gov.tr

Fersa Matbaacılık Pazarlama Sanayi Ticaret Ltd. Şti.
Ostim 36. Sokak No: 5/C-D Yenimahalle - Ankara
Tel: (312) 386 17 00 Faks: (312) 386 17 04

Vida ile Tornavida

ayrılmaz ikilinin kültürel tarihi

Witold Rybczynski

Çeviri
Hüseyin Özel

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Shirley'ye

İçindekiler

I. Bölüm 1
Marangozun Alet Çantası

II. Bölüm 17
Vida Çeviriciler

III. Bölüm 33
Göz, Gez, Arpacık

IV. Bölüm 57
Küçük Buluşların En Büyüğü

V. Bölüm 77
İnce Ayarlar

VI. Bölüm 99
Mekanik Eğilim

VII. Bölüm 119
Vidanın Babası

Alet Sözlüğü 137

Teşekkür 144

Notlar 145

Resimlerin Alındığı Kaynaklar 151

Dizin 153

Evreka! [Buldum!]
Arkhimedes

I. Bölüm

Marangozun Alet Çantası

Her şey, *New York Times* gazetesinin editörlerinden David Shipley'den gelen bir telefonla başladı. Pazar dergisinin özel binyıl sayısı için bir makale yazabilir miydim? Binyılın sonu pek çok dergi editörünün aklındaydı; ben de bu türden birkaç istekle karşılaşmıştım. Shipley, derginin temasının Binyılın En İyileri olduğunu söyledi. Kulağa ilginç geliyordu. "Ne hakkında yazmamı istiyorsun?" diye sordum.

"En iyi alet hakkında kısa bir yazı yazabileceğini düşünüyoruz" diye yanıtladı.

Bir parça düş kırıklığına uğramıştım. *En iyi alet*, gerçekten dişimi geçirebileceğim türden, *en iyi mi-*

mar ya da *en iyi kent* gibi konulara kıyasla hiç de ağırbaşlı bir konu değildi. Yine de, bir süredir üzerinde çalıştığım uzunca bir yaşamöyküsüne ara vermek iyi olurdu. Binyılın en iyi aleti hakkında bir yazı yazmak keyifli bile olabilirdi.

David Shipley konuşurken, yazıyı kafamda tasarlıyordum. Seçilebilecek çok şey vardı: Ataş, dolmakalem, gözlük. Geçenlerde, Pennsylvania Güzel Sanatlar Akademisi'nde Benjamin Franklin'in, çift odaklı gözlüğü bulan kişinin kendisi olduğunu anımsatan, yuvarlak gözlüklü bir portresini görmüştüm. Aslında gözlüğün tarihi on sekizinci yüzyıldan çok daha eskiye dayanır. Gözlükten ilk kez, 1306'da Dominiken bir keşişin Floransa'da verdiği bir vaazda söz ediliyor. Keşiş, gözlüğün yirmi yıl önce bulunduğundan ve her ne kadar adını vermeyi ihmal etse de, gözlüğü icat eden kişiyle konuştuğundan söz ediyor.[1] Ortaçağda yalnızca hipermetroplar için gözlük yapılıyor, bunlar da okuma yazma için kullanılıyordu. Bu gözlükler, teleskop ve mikroskop gibi, çok büyük etkileri olan buluşların yolunu açan yeni optik biliminin günlük yaşamdaki uygulamalarıydı. Okuryazarlık, gökbilim ve biyoloji üzerinde çok önemli bir etkisi olan gözlük, kesinlikle "binyılın en iyi aleti" olmayı hak ediyordu. Bu iş kolay olacaktı.

Ancak bu düşüncemi David'e açtığımda, onun aklındakinin başka olduğu ortaya çıktı. David, sözcük anlamıyla bir *alet* -örneğin testere ya da çe-

kiç- kastediyordu. Demek ki gözlük olmayacaktı. Sesimdeki düş kırıklığını fark etmiş olmalıydı ki, bir zamanlar kendi evimi inşa ettiğimi anlattığım bir kitap yazdığını anımsattı. Yardımcı olmak amacıyla, bunun iyi bir başlangıç noktası olabileceğini söyledi. Tamam, dedim; bu konuda düşüneceğim.

Benim "kendi evimi yapmam" evi fiilen inşa etmek anlamına geliyordu. Eşim ve ben, ara sıra arkadaşlarımızın da yardımıyla, harç kardık, tahta kestik, duvarları alçıladık ve su tesisatını döşedik. Elektrik tesisatı dışında her şeyi kendimiz yaptık. Çocukluğumun söz dinlemez oyuncak trenleriyle yaşadıklarımdan bu yana elektrikle aram iyi değildir. Elektrik mühendisi olan babamın sabırlı açıklamalarına ve üniversitede aldığım fizik dersine rağmen, voltaj, akım ve direnç arasındaki ilişkiyi hiçbir zaman kavrayamadım. Elektrik, inşaat projemiz için gerçekten de bir sorundu, çünkü yoktu. Evi anayoldan yaklaşık 250 metre uzakta, kırsal alanda inşa ediyorduk; elektrik çektirmeyi düşünüyorduk ama başlangıçta geçici bir hattın maliyetini karşılayacak durumda değildik. Benzinle çalışan bir jeneratör kiralamak da pahalıya geliyordu, ayrıca bu jeneratörler çok gürültülü çalışıyordu. Evin ahşap iskeletini ve dış duvarlarını kendim yapmaya karar vermiştim. Bir ya da iki yıl sürecek gibi görünen ana yapı bittiğinde, elektrik çektirebilir ve tesisatı bir elektrikçiye kurdurabilirdik.

Benim kullandığım marangoz aletlerinden biri binyılın en iyisi olabilir miydi? Elektrikli aletleri saymıyorum. Portatif bir daire testere, matkap ve doğramalar ile ince işler için zımpara makinesi kullanmıştım, ne ki bunlar esas olarak emekten tasarruf sağlayan araçlardı. Verimlilik elbette önemli. *The Owner-Built Home* (Kendi Evini Kendin Yap) adlı kitabın yazarı Ken Kern, küçük bir evin çerçevesi için gerekli ahşabın ikiye dört uzunluğundaki bütün tahtalarının, el testeresiyle yedi tam günde, elektrikli testereyle yalnızca yarım saatte kesilebileceğini söylüyor.[2] Elektrikli aletlerle tahta kesmenin kolaylığını anlıyorum; ancak sonuç, çok daha çabuk ulaşılsa bile, el testeresi kullandığımda ulaştığım sonuçtan farksız. Üstelik ben ellerimi kullanarak bir şeyler yapmayı seviyorum. Kendi kendine bir şey -ev ya da kitaplık- yapmanın ödüllerinden biri de, alet kullanmanın zevkidir. El aletleri insan vücudunun gerçek uzantılarıdır; çünkü yüzyıllar süren bir deneme-yanılma süreci sonunda evrimleşmişlerdir. Elektrikli aletler kuşkusuz daha rahat, ancak onlarda işte bu incelmişlik duygusu eksik kalıyor. Gerçi bütün ömrümü çivi çakarak geçiriyor olsaydım örneğin, o zaman çivi tabancasının erdemleri hakkında daha farklı düşünürdüm. Yine de marangozların verimliliğini artıran aletlerin ortaya çıkışı bana, yepyeni araçların, örneğin gözlüğün icadıyla aynı kategoride yer almıyormuş gibi gelir.

Geriye, alet kutum kalıyordu. Ahşap iskeletli küçük bir evin inşa edilmesi için gereken aletler kabaca dört grupta toplanabilir: Ölçme, kesme ve biçim verme, çakma, delme. Ölçüm aletlerim arasında bir lama gönye, bir ayarlı gönye, bir tebeşirli işaret ipi, bir çekül, bir su terazisi ve bir şerit metre var. Biraz kitap karıştırarak, bütün bu aletlerin bizim binyılımızdan önce de var olduğunu öğrendim; hatta çoğu İsa'dan sonraki *ilk* binyıldan da öncesine aitti. Romalı bir yapı ustası yani bir *mensor aedificorum* lama gönye, çekül ipi ve tebeşirli işaret ipine yabancı değildi -bu aletlerin hepsi Eski Mısırlılar tarafından geliştirilmişti.[3] Yine bir Mısır buluşu olan çeküllü gönye yani *libella*, A harfine benzeyen ahşap bir çerçevenin tepe noktasına asılmış bir çekül demirinden oluşuyordu. Düzlemek için ip, A'nın orta çizgisindeki bir işaretle hizalanıyordu. Bu alet belki benim kullandığım su terazisi kadar kullanışlı değildi, ama 1800'lerin ortalarına kadar kullanıldığına bakılırsa en az onun kadar iş görüyordu. İçinde alkolde yüzen bir hava kabarcığı olan kapalı bir tüpten oluşan su terazisi, 1600'lerin ortalarında icat edildi. İlk başta yalnızca bir ölçüm aleti olan su terazisinin marangozun alet kutusuna girmesi için iki yüzyıl daha geçmiştir. Romalı *mensor,* uzunluk ölçmek için bir *regula* yani ayak, karış, on ikilik ya da *unciae,* (inç'in atası) ve *digiti* yani parmak genişliği olarak bölünmüş tahta bir çıta kullanırdı. Benim de bir ölçü çubuğum var kuşkusuz, ama ölçüm işleri-

nin büyük bölümünü çelik bir şerit metreyle yapıyorum. En azından bu, tek sabit ölçü aleti yaklaşık 30 santimetre uzunluğunda, bronz bir katlanabilir cetvel olan Romalı meslektaşımı etkilerdi. Ortaçağda meşeden yapılan ölçü çubukları kullanılmıştı; on sekizinci yüzyılda yeniden fildişi, pirinç ve şimşirden yapılmış katlanan cetveller kullanılmaya başlandı. Şerit metrenin kökenini bulamadım, ama 1800'lerin sonları gibi geliştirildiğini sanıyorum. Yaklaşık 1,5 metre uzunluğundaki şerit metrem olmasa elim ayağım durur ama yine de bu alet bana hiç de binyılın en iyisi gibi gelmiyordu.

Birkaç tane testerem var. El testeresi de antikçağdan kalma bir alet: Arkeologlar MÖ 1500'e tarihlenen metal dişli Mısır testereleri buldular. Bu testerelerin, kimi zaman 50 santimetre eninde olabilen geniş bıçakları, tahtadan eğri sapları ve düzensiz dişleri var. Yumuşak bir metal olan bakırdan yapılmış olan Mısır testeresi, bıçağın bükülmesini engellemek için itilmek yerine çekiliyordu. Marangoz kestiği tahtanın üzerine abanamayacağı için, çekme itmeye göre daha az etkilidir; o dönemde ağaç kesmek yavaş ve çok emek gerektiren bir süreçti mutlaka.* Romalılar testerelere önemli iki yenilik getirdi. Bıçakları, onları daha sağlam hale getiren demirden yaptılar ve testerenin dişlerine, sı-

* Aynı şekilde geleneksel Japon testereleri de itilmek yerine çekilir. Kâğıt inceliğinde bıçakları olan bu testereler, esas olarak ince marangozluk işlerinde kullanılır.

rayla biri sağa biri sola doğru çıkıntılı olacak şekilde biçim verdiler. Böylece kesik yani testere oyuğu bıçağın ağzından daha geniş oluyor, bu da daha rahat hareket olanağı veriyordu.

Romalılar ayrıca, ağızları üstten tutturulmuş olan zıvana testeresini de buldular. Bu testere, düzgün kesiklerin yapılmasını engellemekteydi; ne ki aletin kendisi, özellikle bir gönyeburun düzeneği ile birlikte kullanıldığında, ince işler için elverişliydi. Kesici aletlere Romalıların yaptığı en yaratıcı katkı kol testeresidir. Oldukça ucuz olan dar bir bıçak, ağaç bir çerçevenin içine yerleştiriliyor ve bağlandığı ip gerildikçe testere de bükülmeden duruyordu. Ağaç çerçeveli kol testeresi öylesine kullanışlıydı ki, on dokuzuncu yüzyılın sonuna kadar en çok kullanılan testere türü oldu. (Kol testeresinin dayandığı ilke, günümüzde kullanılan demir testeresinde varlığını sürdürmektedir.) On yedinci yüzyılın ortalarında, Hollanda'da ve İngiltere'de yeni bir tür testere kullanılmaya başlandı. Bu testerenin, desteği olmayan geniş bir ağzı ve tahtadan, tabanca kabzasına benzer bir sapı vardı. Başlangıçta çelik şeritlerin yuvarlatılmasıyla imal edilen sert bıçağıyla, kol testeresine göre daha düzgün kesim yapılabiliyordu; bu aletin derin kesikler yapılmasını zorlaştıracak bir çerçevesi de yoktu. Bu kullanışlı alet zamanla, günümüzde kullanılan temel el testeresine dönüştü. Benim en çok kullandığım alet, ilk kez 1874'te Philedelphia'lı testere yapımcısı Henry Disston tarafın-

dan imal edilmiş, eğri ağızlı, yaklaşık altmış altı santimetrelik bir Disston eğri sırtlı el testeresidir. El testeresi binyılın en iyi aleti için çok uygun bir adaydı, ancak her ne kadar eski bir soruna zarif bir çözüm getirmiş olsa da, sanırım David benden daha etkileyici bir şey bekliyordu.

Marangozun kullandığı başlıca biçimlendirici alet, rendedir. Kutulu rende, bir keskiyi tutan bir kutudan başka bir şey olmasa da, el aletlerinin evriminde önemli bir dönüm noktasını gösterir. Kullananın becerisine bağlı olan keser ya da keskinin tersine, rendenin etkinliği kendindedir. Yani marangozun bıçağı idare etmesi gerekmez; o yalnızca itici gücü sağlar. Bir tarihçi rendeyi "ağaç işlerinde kullanılan aletlerin tarihindeki en önemli gelişme" olarak tanımlamıştır.[4] Bu, rendeyi binyılın en iyi aleti olmaya aday yapıyor gibiydi. Ne yazık ki, rendenin de bir Romalı icadı olduğunu fark ettim.

Keskinin kökeni daha da eskilere dayanıyor. Bronz Çağı marangozları ev ve eşya yapımında hem kendinden saplı hem de yuvaya takılan tahta saplı keskiler kullanmışlar. Bowling oyunundaki kukalara benzeyen tahta tokmaklar, ağacın damarının tersine darbe aldıkları için ömürleri kısaydı. Giderek, ucundaki damarlar daha sert olduğundan daha dayanıklı olan ayrı bir kafa, bir sapın ucuna geçirildi. Ağır, uzun saplı tokmaklara topuz denmektedir. On sekizinci yüzyıl marangozları, ev ve ahırların ahşap iskeletlerinde ek yerlerini birleştirmek için Komu-

tan denen devasa bir topuz kullanırlardı. Komutanın kafasının çapı 15 santimetre, uzunluğu 30 santimetreye yakındı. Bu kadar büyük olmasa da, inatçı kirişleri ve çivileri yerine oturtmak için benim de çelik bir balyoz kullandığım oldu.

Sahip olduğum en tuhaf çekiç, Mexico City'deki bir hırdavat pazarından gelme. Çin'de yapılmış olan bu alet, bir "kombine kutu açacağı", yani bir ambalaj sandığı açacağı. Çatı ustalarının kullandığı, hem çekiç hem de balta biçimindeki çekiç gibi, bu sandık açacağı da, birkaç aleti birleştirmiş: Bir çekiç, bir çivi sökücü, bir balta ve bir demir manivela. Benimki Mao'nun derme çatma fırınlarından birinde yapılmış olmalı, çünkü aldığımdan kısa bir süre sonra, çivi sökerken tırnaklardan biri kırıldı. Yine de onu hâlâ saklıyorum. Eşyalarımın çoğuna karşı duygusal olmasam da, şimdiye dek hiçbir aletimi atmadım.

Her zaman, kombine aletlerin özellikle çağdaş oyuncaklar olduğunu düşünmüşümdür -bir keresinde babama Noel hediyesi olarak fenerli bir tornavida verdiğimi utançla anımsıyorum. Gerçekte, kombine aletlerin tarihi eski çağlara kadar gider. Ağaç işlerinde kullanılan en eski iki alet, ağacı kesmek için kullanılan balta ve keresteyi biçimlendirmek için kullanılan -ağzı doksan derece dönebilen- keserdir. Bir kombine balta-keser, çift ağızlı baltayı da bulan, Girit'teki Minos uygarlığında kullanılmıştır. Balta-keser Romalı marangozların da göz-

desiydi. Dövme demirden yapılmış çiviyi bulan Romalılar, çift amaçlı bir başka alet daha kullanırlardı: Çatal çekiç. Çivi sökmek, sapa yüksek baskı uygulanmasını gerektirir; bu da sapın yuvasından ya da gözünden çıkması tehlikesini doğurur. Ortaçağda kullanılan İngiliz çatal çekiçlerinde aletin kafasıyla sapın birleştiği yer bazen iki metal şeritle sağlamlaştırılırdı. Çatal çekicin bugünkü biçimini almasından bir Amerikalı sorumludur. 1840'ta, Connecticut'tan bir demirci, keserden esinlenerek, çekiçin sapına doğru uzanan ucu sivri bir boyun ekleyerek, keser gözlü çekiç de denen ve bugün hâlâ kullanılan aleti yarattı.

Eski Mısır'daki marangozlar, demir çivi yerine ağaç kama kullanıyordu. Delikler yaylı matkapla açılıyordu. Büyük bir olasılıkla bir çevirme şişinden uyarlanmış olan yaylı matkapta, matkabın etrafına sarılmış ve bir yay tarafından gergin tutulan bir ip vardı. Marangoz, matkabı dik tutuyor ve yayı, her iki seferde bir bastırarak, bir viyolonselci gibi ileri geri hareket ettiriyordu. Marangoz aşağı doğru yalnızca tek elle bastırabildiğinden -tel de kolaylıkla kayabildiğinden- yaylı matkap derin delme işlemlerinde pek işe yaramıyordu. (Yaylı matkaplar on dokuzuncu yüzyıla kadar küçük ve ince delik işleri için kullanıldı). Dahası, her delme darbesinin ardından boş bir dönüş geldiğinden, yaylı matkap enerji israfına da yol açıyordu. Bunun çözümünü de yine Romalılar buldu: Ağaç matkabı.

Ağaç matkabının, kaşık biçimli bir ucu olan çelik bir sapa takılı kısa bir yatay tutacağı vardı. Bu tutacağı her iki eliyle kavrayan marangoz, hem büyük bir döndürme gücü, hem de aşağı doğru büyük bir basınç uygulayabiliyordu. Ağaç matkabının, ortaçağda gemi tahtalarında derin delikler açmak için geliştirilmiş olan özel bir biçimi, göğüs matkabı olarak bilinir. Bunun üzerinde, marangozun bedeninin bütün ağırlığını verebileceği geniş bir yastık bulunur.

Ağaç matkabı önemli bir ilerleme olsa da, bir kusuru vardır: Dönüşler arasında uç ahşabın içinde donar, yani tıkanır. Delme aletlerindeki büyük gelişme, ortaçağda dirsekli kolun bulunmasıyla geldi. Dirsekli kolun, aynı el matkabındaki gibi kaşık biçimli bir ucu vardı, ancak sapı -tarihte ilk kezdeliği, sürekli bir dönüşle delmeyi sağlayacak biçimde yapılmıştı. Dirsekli kolun üzerindeki yuvarlatılmış bir yastık, marangoza, düzenli olarak ileri geri hareket ederken ucu aşağı doğru bastırma olanağı vermekteydi.

Dirsekli kolu gösteren en eski resimlerden birisi, yaklaşık 1425'te Flaman sanatçı Robert Campin tarafından yapılan ve şimdi New York Metropolitan Sanat Müzesinde sergilenen üç kanatlı bir mihrabın sağ panelinde yer almaktadır. Konu, işliğindeki Hz. Yusuf'tur. Yusuf, fare kapanı yapmaktadır (bu, mecazi bir resimdir) ve etrafında aletleri görülmektedir: Çekiç ve çiviler, bir keski, kerpe-



Bir dirsekli kolun da içlerinde olduğu aletleriyle birlikte, bir ortaçağ ustası. Meister Franke tarafından 1424'te yapılan *Bearing the Cross* [Çarmıhı Taşımak] adlı bir bir mihrap resminden ayrıntı.

ten, bir düz testere ve bir ağaç matkabı. Yusuf elinde bir dirsekli kol tutmakta ve sandalyesinin kolunda dengelemeye çalıştığı bir tahta parçasına bir delik açmaktadır.

Yusuf'un kullandığı aletin çarpıcı yanı, Amerikan aletleri koleksiyonlarında gördüğüm on sekizinci yüzyıl ahşap dirsekli kollarla tıpatıp aynı olması; benim kendi alet kutumda bulunan dirsekli koldan da pek farklı olmaması (gerçi benimki çelikten). Çekiç ve testere gibi kimi aletler, yüzyıllar boyunca yavaş bir evrim geçirirler; rende gibi bazıları ise sanki dünyaya tam biçimleriyle gelmişlerdir.

Dirsekli kol da bunlara benzer -ağaç matkabına ya da yaylı matkaba hiç benzerlik göstermez. Dirsekli kolun bir atası yoktur, çünkü o bütünüyle yeni bir bilimsel ilkeye dayanmaktadır: Krank ya da kol. Krank, benzersiz bir özelliği olan mekanik bir araçtır: Karşılıklı hareketi -marangozun ileri geri hareket eden kolu- matkap ucunun dairesel hareketine dönüştürür. Tarihçi Lynn White Jr., krankın keşfini "önem bakımından tekerleğin hemen ardından gelir"[5] diye tanımlamıştır. Krank yalnızca dirsekli kolun ortaya çıkmasını değil, el değirmenlerinin ve öteki öğütücülerin, ayrıca maden cevheri kırma makineleri ve pompalar gibi su gücüyle ve elle çevrilerek işleyen makineler ve giderek buhar makinesinin yapımının da yolunu açmıştır.

Krankın ilk çağda da var olduğuna ilişkin maddi ya da yazılı bir kanıt bulunmamaktadır -bilebildiğimiz kadarıyla bu, ortaçağ Avrupasının bir buluşudur.[6] Krankı gösteren en eski resim, günümüzde sayfiyelerdeki göllerle kent parklarında çokça bulunan ve ayakla çalıştırılan pedallı kayıklara benzer, elle çalışan krank düzenekli kayık çizimlerini gösteren bir on dördüncü yüzyıl ortaçağ elyazmasında bulunmaktadır.[7] Bavyera'da 1405'te basılan, askeri mühendislik üzerine bir kitap, el krankıyla döndürülen bir öğütme makinesini gösterir.[8] Aşağı yukarı aynı dönemlerde (günümüzde dişçilerin ayarlanabilir tablalarına benzeyen) kranklı rahleler, bilginler tarafından kitapların uygun okuma

mesafesinde tutulması amacıyla kullanılıyordu.[9] Demek ki, 1400 dolaylarında, kranklar yaygındı. Dirsekli kol ister önce ortaya çıksın isterse bu öteki araçlardan esinlenmiş olsun, bu basit alet genel olarak krank fikrinin günlük yaşamda yaygın olarak kullanılma biçimiydi. Bu arada *dirsekli kol* (brace) sözcüğünün kökeninin de belirsiz olduğunu söyleyelim. Alet önceleri, daha sonra bir ağaç matkabıyla genişletilecek olan delikleri açmak için kullanıldığından delici diye anılıyordu. Bir tarihçi, *brace* sözcüğünün krank biçimini güçlendirmek için kimi zaman kullanılan metal köşebentlerden (brace) geldiği yorumunu yapmaktadır.[10]

Dirsekli kol iyi bir alettir ve kesinlikle bizim binyılımıza aittir. Ancak benim yazım açısından ortada bir sorun var: Dirsekli kol, delici olduğu kadar da sıkıcı. Krankın önemine rağmen, dirsekli kolun kendisi hiçbir zaman daha fazla gelişmedi. Aletin ahşap işleri dışındaki tek kullanımı, on altıncı yüzyılda, delik testeresi adı verilen cerrahi matkapların insanların kafataslarından yuvarlak kemik parçası çıkarmak için kullanılması oldu. Bunun dışında, dirsekli kolun tekdüze bir tarihi var gibi görünüyor. Bu alet delik açmanın iyi bir yoluydu, o kadar.

Bir haftayı, fazla ilerleme kaydetmeden, düşünerek ve okuyarak geçirdim. David Shipley'e bir konu bulamadığımı itiraf etmeye utandığımdan, hiç de heyecan uyandırmayan dirsekli kol üzerine yazmak zorunda kalacakmışım gibi geliyordu. Anlaşı-

lan kolay bir iş olmayacaktı; başta eğlenceli gibi görünen şey giderek bir angaryaya dönüşüyordu. Sıkıntıyla, içine düştüğüm açmazdan karım Shirley'e söz ettim. Biraz düşündü ve şu yanıtı verdi: "Evde benim her zaman bir tornavidam olur". Kuşkuyla yüzüne baktım. "Evet, tornavida." dedi. "Oturduğum bütün evlerde, her zaman mutfak çekmecesinde bir tornavidam oldu. Tercihan birkaç değiştirilebilir başı, ya da o parçalara her ne deniyorsa, olan türden". Kesin bir tavırla ekledi: "Her zaman bir şeyler için tornavida gerekir."

Tornavidayı unutmuşum. El aletleri konusundaki standart başvuru kitabıma, William Louis Goodman'ın 1961 basımı *History of Woodworking Tools* (Ahşap İşleri Aletleri Tarihi) adlı kitabına tekrar baktım. Goodman, bir İngiliz erkek okulunda otuz yıl marangozluk öğretmişti. Aynı zamanda da bir alet koleksiyoncusuydu. Benim izlenimim, Goodman'ın yalnızca Saxon keserinin kökenleri hakkında pek çok şey bilen değil, aynı zamanda bu aletin en doğru kullanımını beceriyle gösterebilecek biri olduğuydu.

Goodman'ın kitabındaki dizinde *tornavida* sözcüğünü aradım; yoktu. Tuhaf. Kitabı karıştırırken, marangoz tezgâhı üzerine yazılmış koca bir bölüme, tutkal kavanozunun kökeniyle ilgili yorumlara rastladım, ama tornavida hakkında hiçbir şey yoktu. Derken gözüme bir tablo çarptı: "Ahşap İşçilerinin Değişik Dönemlerde Kullandığı Aletler".[11] Tablo

çeşitli marangozluk aletlerinin icat edildikleri çağları gösteriyor ve benim zaten bildiğim bir şeyi doğruluyordu: El aletlerinin çoğu Roma döneminde ortaya çıkmıştı. Bu aletlere ortaçağda dirsekli kol, Rönesans döneminde de belirli işlerde kullanılan rendeler eklenmişti. Bir sonraki dönem yani "1600'den 1800'e", tekerlek parmaklarının ve sandalye sırt çubuklarının yapımında kullanılan bir çeşit çekme bıçağı olan parmaklık rendesinin icadına tanıklık etmişti. Nihayet, "1800'den 1962'ye" olan dönemde karşıma tornavida çıktı. Tornavida, marangoz kutusuna en son eklenen aletlerden biriydi.

Genellikle, bendeki 1949 basımı *Encyclopaedia Britannica* yeterince bilgilendiricidir, ama "Tornavida" maddesinde yalnızca bir tanım vardı; geçmişine ilişkin bilgi yoktu. "Aletler" maddesindeyse tornavidanın adı bile geçmiyordu. Sanal *Britannica*'ya bakınca daha yararlı birkaç şey daha öğrendim: "Saplı tornavida 1800'den sonra marangoz tezgâhlarında görülür ve o tarihten beri de alet kutularında yer alır".[12] En azından, tornavida bir başka Roma icadı değildi. Tornavidanın dirsekli koldan daha önemli olduğuna ikna olmamıştım; ciddiye alınamayacak kadar basit bir aletti. Yine de, geç bir tarihte ortaya çıkması beni şaşırtmıştı. Kesinlikle incelemeye değerdi.

II. Bölüm

Vida Çeviriciler

Tornavidanın kökeni konusundaki araştırmama, elimdeki *Oxford English Dictionary* sözlüğüne başvurarak başladım. Sözlüğe göre, *tornavida* sözcüğü ilk kez, 1812'de, *Mechanical Exercises* (Mekanik Alıştırmalar) adlı bir kitapta kullanılmış. Çalıştığım üniversitenin kütüphanesinde kitabın özgün baskısı var. Glasgow'lu Peter Nicholson tarafından, acemi zanaatkârlara yardımcı olmak için yazılmış bir kitap. Kitabın sonundaki tanımlar listesinde şu alıntıyı gördüm: "Tornavida: Vidaları döndürerek yerlerine yerleştirmek için kullanılan bir alet"[1] Çok açık. Ne yazık ki, yazar ne bir çizime yer vermiş, ne de kitabın

başka bir yerinde tornavidadan söz etmiş. Ya bu aletin pek az kullanıldığını düşünmüş, ya da nasılsa bilinir diye düşünmüş.

Nicholson, kitabın girişinde, yüz yıldan daha uzun bir zaman önce yayımlanmış, ustaların kullandığı aletleri ve yöntemleri sistematik bir biçimde anlatan İngilizcedeki ilk kitabın yazarı Joseph Moxon'a teşekkür ediyor. Günce yazarı Samuel Pepys'in arkadaşı olan Moxon bir matbaacıydı. Londra'da, "Warwick Lane'deki Atlas" adlı atölyesinde yalnız kitap değil, haritalar, deniz haritaları, yerküre modelleri ve matematik araçları da satılıyordu. Moxon, işlerini büyütmek için 1678'de marangozlar, duvarcılar ve doğramacılar için "nasıl yapılır" türünden kitapçıklar yayımlamaya başladı. Altı peniye satılan bu kitapçıklar aylık olarak yayımlanıyordu. Moxon 1693'te, bu seriyi bir kitapta topladı. 238 sayfadan oluşan ve içinde on sekiz bakır klişe gravür yer alan bu kitabın adı *Mechanick Exercises*'dı.

Moxon'un kitabının sevimli alt başlığı, "Becerinin Öğretisi" idi. Yazar önsözde, "Şunu rahatça söyleyebilirim ki" diyordu, "bunlar, uygulama yapacak olan herkesin izlemesi gereken *Kurallardır;* bunlara uymak da kişinin, sahip olduğu *Hüner* ve *Çalışkanlık* ölçüsünde, er ya da geç elini bir *Usta* gibi çalıştıracak *Yatkınlığa* ya da *Beceriye* alıştırabilir".[2] Moxon kitabına, demir işçiliğiyle şöyle başlar: "Demir işçiliği yalnızca *Demircilik* işini değil, *Çıpa yapımcılığından Saat yapımcılığına* kadar,

Ocak ya da *Eğe* kullanan bütün işleri kapsar; bunların hepsi, aynı incelikte olmasa da, aynı Kuralları ve aynı *Aletleri* kullanırlar". Moxon, bir vida-iğnesi ile vida başından, ahşap kapılara uzun kanatlı menteşeler takmakta kullanılan cıvata ve somunların yapımında kullanılan basit kılavuzlardan ve kalıplardan söz eder. Başları dört köşe olan cıvatalar bir ingiliz anahtarıyla sıkıştırılıyorlardı; bu da Moxon'un neden kitabının hiçbir yerinde tornavidadan söz etmediğini açıklayabilir.

Araştırmayı sürdürdüm. Yanlış ipuçları karşıma çıkıyordu. Bir keresinde, bir marangozun aletlerini betimleyen ve bir rendeyle çekicin yanı sıra "dört tornavida"dan da söz eden bir Eski Yunan adak şiirine yapılan bir göndermeyle karşılaştım.[3] Yazar MÖ üçüncü yüzyılda yaşadığından, bu tornavidayı tartışmasız ilkçağa ait kılıyordu. Üniversitedeki bir klasik çağ araştırmacısına danıştım. Bana, "tornavidalar" olarak çevrilen Yunanca sözcüğün gerçekte, aynı dizede sözü geçen "zıvana deliği"nden hareketle, "delik açmakta kullanılan aletler" anlamına geldiğini söyledi. Anlaşılan, tornavidadan değil, yaylı matkaptan söz ediliyordu.

Ahşap işlerinde kullanılan aletlerin tarihine ilişkin bir ek metindeki bir ifade, beni *Encyclopaedia Britannica*'nın üçüncü basımında bulunan "Denizcilik" maddesine götürdü. Sekstant ve değiştirilebilir mercekler, büyüteç, merkezi aynanının ayarlanmasında kullanılan bir anahtar gibi aksesuarlarının gösteril-

diği bir çizimde, adı açıkça verilen tahta saplı bir tornavida görülmekteydi.[4] Üçüncü basım, Nicholson'un *Mechanical Exercises* kitabından on beş yıl daha önce, 1797'de yapılmış. *Merriam-Webster's Collegiate Dictionary*'nin onuncu basımında daha da eski bir göndermeyle karşılaştım. Sözlükte, Virginia eyaletinde York County'deki, bir vasiyetnameden alıntı yapılmış: "1 düzine çekme halkası, tornavida ve burgu".[5] Bu kez bir çizim yok, ne ki tarih, 28 Nisan 1779, Nicholson'dan otuz yıl öncesi. Demek ki Oxford English Dictionary yanılmaz değil.

Raphael A. Salaman'ın 1975 tarihli *Dictionary of Tools* adlı sözlüğü, belki de türündeki en eksiksiz çağdaş yapıttır. Kitabın İngiltere basımı bir kaç tane özel tornavidaya yer veriyor: Elektrikçilerin ince tornavidası, mücevher ustasının küçük tornavidası, silah yapımcısının kısa-kalın tornavidası ve cenaze levazımatçısının, tabut kapaklarını sıkıştırmakta kullandığı kısa, ağır tornavida. Salaman tornavidanın tarihini, *Encyclopaedia Britannica*'nınkinden biraz daha erkene alıyor: "Ağaç vidalar marangozlar tarafından on sekizinci yüzyıl ortalarına kadar yaygın biçimde kullanılmamıştır; dolayısıyla da tornavidanın yaygın kullanımı bu tarihten sonraya rastlar".[6] Madem vidalar 1750'lerde de kullanımdaydı, o halde, tornavidaya 1779'dan önce yapılan bir gönderme bulmam gerekiyordu.

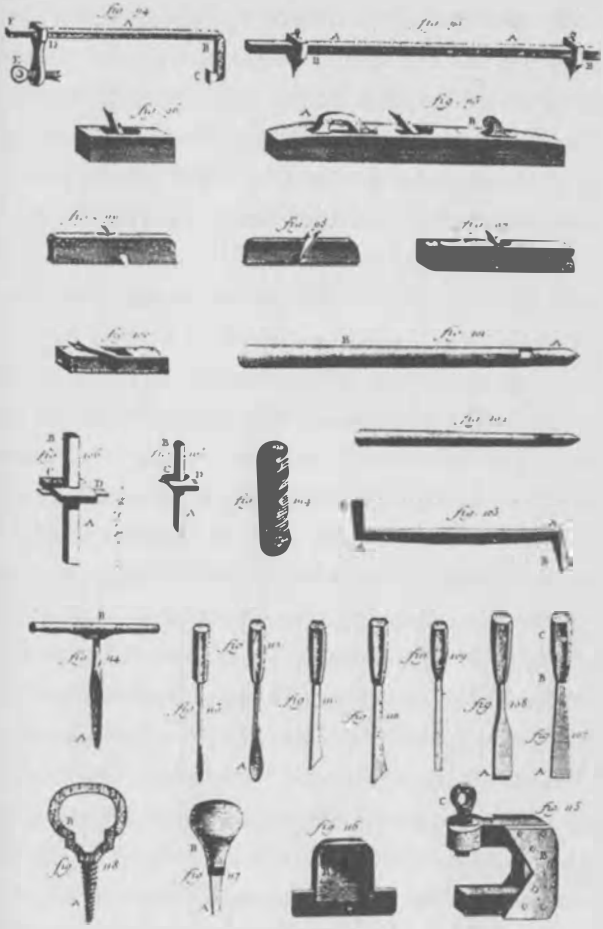
Gözüme başka bir şey çarptı. Salaman şöyle yazıyor: "Bugünlerde genel kabul gören ad tornavida ol-

sa da, ticari kataloglarla öteki belgelerden, en azından Orta ve Kuzey İngiltere'de, genel olarak kullanılan adın Vida Çevirici olduğu görülüyor".[7] Bu benim için yeni bir haberdi. Elimdeki sözlüklerden hiçbirinde, *vida çevirici* diye bir madde görmedim. Ama Salaman kuşkuya yer bırakmıyordu. Bu, ilginç bir soruyu ortaya çıkarıyor. *Vida çevirici*, eğer böyle bir sözcük gerçekten varsa, "tornavida"nın Fransızca karşılığı olan *tournevis'in* birebir çevirisi olmalıydı. Belki de tornavida Fransa'da icat edilmişti!

Paris'te 1772'de basılan bir el sanatları ansiklopedisinde bulduğum bir maddenin yazarı olan mobilya ustası, A. J. Roubo, hazır satılan vidaların pirinçten levhalarla mobilyalara nasıl raptedildiğini ayrıntısıyla anlatıyor. Roubo, "Vidanın başı, bir tornavidayla çevrilir." diye yazıyor.[8] Sayfadaki gravürde gösterilen *tournevis* bildiğimiz tornavida değil; düz uçlu bir dirsekli kol. Gerçekte dirsekli kol kusursuz bir tornavidadır çünkü tutacak yerindeki krank dönüş gücünü artırır; sürekli dönme devinimi de vidanın tahtanın içinde "donmasını" engeller. Dolayısıyla, ilk tornavida belki de yalnızca değişime uğramış bir delici uç olabilir. Belki de yazım hem dirsekli kol *hem de* tornavida hakkında olmalıydı.

Fransız teknolojisi için bakılacak ilk yer Diderot ve d'Alembert'in büyük *Encyclopédie*'si. Benim üniversitemin kütüphanesinde bunun da, on yedi cildin tamamıyla, on bir ciltlik gravürler ve yedi ek ciltten oluşan tam bir takımı vardı. Kütüphaneci, Ender Ki-

taplar Salonundaki cam koruyucunun kilidini açtı; ağır cildi yüklenerek okuma masasına koydum. Eski kitabı dikkatle açtım. Kâğıdı kaba duruyordu. *Encyclopédie*'nin yazarları *Tourne-vis* başlığı altında tam üç madde yazmışlar. İlkin, şu gözlemle biten genel bir tanımlama: "Tornavida çok yararlı bir alettir".[9] Sonra askerlerin arkebüz denilen çakmaklı tüfekleri ayarlamak için kullandıkları özel tornavidadan söz ediliyor. Son olarak da, marangoz tornavidası hakkında uzun bir paragraf. Bu sonuncunun anlatımı, tipik bir biçimde ayrıntılı: Tornavidanın çeliği güçlü olması için tavlanmış olmalı; ucu, vidanın başındaki yarığın dışına kaymasını önleyecek kadar keskin olmalı; tahta sapın tabanını takviye etmek için metal bir bilezik, ya da şerit kullanılmalı; sapın kendisi de, vidayı sıkıştırırken sıkı kavranabilmesi için hafifçe yassı olmalı. Metin, bir çizime göndermede bulunarak bitiyor. Heyecanla, adı geçen cildi buldum ve mobilyacılarla kakmacılık işinde çalışanların kullandığı aletlere ayrılmış bölümü açtım. İşte orada, sayfanın altındaydı. Yassı ve oval bir tahta sapı, kısa bir ucu olan bir aleti gösteren bir gravürdü bu; tıpkı metinde tanımlandığı gibi. Bu kitap 1765'te, Virginia'daki vasiyetnameden on dört yıl öncesine aitti; bu da onu tornavida hakkındaki bulabildiğim en eski kanıt yapıyordu. Ne beklediğimi bilmiyordum, ancak aletin günümüzde kullanılan tornavidaya benzemesinden düş kırıklığına uğramıştım. Bu gerçekten de ilk tornavida olabilir miydi?



Diderot'yla d'Alembert'in *Encyclopédie* adlı eserinden Tourne-vis, 1765.

Encyclopédie'deki tornavida gravürünün yanında, bir halkaya tutturulmuş bir vidadan oluşan tuhaf bir çizim vardı. Bunun adı, *tire-fond* diye verilmekteydi ve yazarın anlattığına göre kakmacılarla marangozlar tarafından, küçük ahşap parçaları yerine oturtmak için kullanılmaktaydı. Aynı sayfada, bir *tire-bouchon* (birebir çevirisi, mantar çekeceği) anlatılıyor: "Bir halkaya tutturulmuş demir ya da çelikten bir çeşit vida". Yüzyıllar boyunca, şarap şişelerinin ağızları tahta tıkaçlarla kapatılırdı. 1600'lerin ortalarında, ağırlıklı olarak İspanya'yla Portekiz'de yetişen mantar meşesinin esnek dış kabuğunun daha etkili bir tıkaç olduğu keşfedildi. Ancak bu yeni ve sıkı "mantarların" dışarı çekilmesi zor oluyordu. Birisi -belki de susamış bir marangoz ustası- *tire-fond*'un uygun bir tirbuşon olduğunu buldu. Benim eski *Dictionnaire Général de la Langue Française* adlı Fransızca sözlüğüm, *tire-bouchon*'un ilk kullanımının 1718'de, İngilizcede aynı anlamdaki *corkscrew* sözcüğünün ortaya çıkışından iki yıl öncesine gittiğini söylüyor. Bir süre, tirbuşonu binyılın en iyi aleti olmaya -ve kesinlikle en keyiflisi- aday göstersem mi diye düşündüm ama araştırmamı sürdürmeye karar verdim.

Benim *Dictionnaire*'im, *tournevis* sözcüğünün 1740'ta Académie Française tarafından resmen kabul edildiğini ve 1723 gibi, İngilizcedeki ilk göndermeden elli yıl erken bir tarihte ilk kez basılı ola-

rak kullanıldığını söylüyor.[10] Bu akla yakın. Moxon'un kendi çizimlerinden çoğunu daha önceki Fransız yayınlarından kopya ettiğini okumuştum. Tornavida, sanki bir Fransız buluşuymuş gibi görünmeye başlamıştı.

İlk tornavidalar olasılıkla yerel demirciler tarafından elde yapılıyordu. Ne var ki, *Encyclopédie*'deki gravürün de gösterdiği gibi, bu ilk aletler hiç de ilkel değildi. Tornavida karmaşık olduğundan değil. Tornavidanın kolaylıkla türetilebileceği pek çok geleneksel alet vardır. Örneğin, *Encyclopédie*, *tournevis*'nin çoğu kez başka aletleri döndürmek için bir anahtar olarak kullanılan tahta saplı çelik bir falçata olan *tourne à gauche*'la karıştırıldığından söz ediyor. Kunduracıların kullandığı bizler, eğeler ve keskiler de kolayca tornavida için model olabilirdi. Ya da en eski tornavida belki sadece kırık ya da kullanılmayan bir aletin değiştirilmiş biçimiydi. Colonial Williamsburg Foundation'da bu türden iki tornavida var: Bunlardan birisi bir meçin ya da küçük bir kılıcın kırık bıçağından yapılmış; ötekiyse eski bir eğeden bozma ve kısa tahta sapı, bir ağaç matkabının sapı gibi yanlamasına takılmış.[11] 1929'da Amerikan aletlerinin tarihini ilk kez yazan Henry C. Mercer'a göre, ağaç matkabı biçiminde saplı tornavidalar on sekizinci yüzyılda, karyola ayaklarını yan tahtalara bağlayan ağır demir cıvata biçimindeki vidaları gevşetmek için yaygın olarak kullanılıyordu.

Mercer'in *Ancient Carpenters' Tools* (Eski Marangozların Aletleri) kitabına sık sık başvururum. Bu kitap, Goodman'ın *History of Woodworking Tools* (Ahşap İşleri Aletlerinin Tarihi) kitabıyla birlikte el aletlerinin tarihi üzerine yazılmış temel kitaplardan biridir. Mercer'in kitabında, kendisinin ilk Amerikan alet ve eşyaları koleksiyonunda bulunan on dokuzuncu yüzyıl tornavidalarına ait birkaç fotoğraf yer alıyor. Ne yazık ki, tornavidanın kökeni hakkında Mercer'in söyleyebileceği yeni bir şey yok. Mercer, eski Roma tornavidalarını hiç duymamış; ortaçağdan kalma tornavida resmi de görmemiş. Kendisi de on dokuzuncu yüzyıldan önce marangozların yaygın olarak tornavida kullanmadığını yazıyor. Buna rağmen tornavidaların 1700'den önce de kullanılmış olması gerektiğini ileri sürüyor ve Moxon'un bu aleti dikkatinden kaçırmış olabileceğini düşünüyor. Ben de Mercer'e katılıyorum: Vidaların olduğu çağda tornavidalar da olmalı.

Henry Chapman Mercer, ilginç bir insan. 1856'da, Pennsylvania'daki Bucks County'nin merkezi Doylestown'da doğmuş. Charles Eliot Norton'dan Harvard Üniversitesi'nde sanat tarihi okumuş, daha sonra da hukuk fakültesine gitmiş. Baroya kabul edildiği halde, kendisine kalan küçük bir miras sayesinde, sonraki on yılı Avrupa'da gezerek geçirmiş. Bu aylak döneminden geriye, sanat kültürü, eskiçağa duyduğu ilgi ve evlenmesini engelleyen bir zührevi hastalık kalmış. ABD'ye dönü-

şünün ardından, Pennsylvania Üniversitesi Müzesi'nde Amerikan arkeolojisi küratörlüğü yapmış. Bu dönemde pek de dikkat çekmeyen biriymiş anlaşılan: Beyefendi bir amatör. Fotoğraflarda, kıvrık bıyıklı şık bir genç adam görülüyor. Bir tanıdığı onu şöyle betimliyor: "İyi bir arkadaş. Rittenhouse Kulübü üyesi. Bir koleksiyoncu ve gezgin, varlıklı bir adam".[12] Derken Mercer kendine özgü bir çıkış yapmış. Geçmişin en iyi, tarihöncesi dönemlerin incelenmesi yoluyla değil, bugünden başlayıp geriye doğru gidilerek anlaşılabileceğini ileri süren özgün bir arkeoloji kuramı geliştirmiş. Üniversiteyi bırakarak Doylestown'a geri dönmüş ve eski Amerikan el aletleri biriktirmeye başlamış.

Mercer'in eski el sanatlarına duyduğu ilgi, onu geleneksel seramiğe yöneltmiş. İngiltere'yi ziyaret ettiğinde William Morris için çalışmış bir fayans yapımcısıyla tanışmış; dönüşünde de Moravian Pottery and Tile Works adını verdiği bir seramik işliği kurmuş. Mercer, İngiliz Sanat ve Zanaat hareketinin etkisi altında kalmış. Bu dönemde ABD'de, seri üretim ve sanayileşmenin kaba ürünlerine duyulan tepkinin sonucu olarak, seramiğin yanı sıra mobilya, metal işçiliği ve dokumacılıkta zanaatkârlığa dayanan pek çok girişim ortaya çıkmıştı. El sanatları ticaretini büyüten Morris gibi Mercer de, hem sanatsal hem de ticari başarı kazanmış. Mercer Fayansları da denen fayanslar Philedelphia'daki ve Kuzeydoğu'daki önemli yapılar-

da kullanılmış. İsabella Stewart Gardner'ın Boston'daki saray yavrusu malikânesi Fenway Court (şimdi Gardner Müzesi), çekiciliğinin büyük bölümünü bol bol kullanılmış olan Mercer fayanslarına borçludur.

1907'de, ikinci bir mirasla zenginleşen Mercer kendisine bir ev yaptırmış. Fonthill adlı bu ev, anlayış olarak geleneksel olsa da, geleneksel malzemeyle inşa edilmemiştir. Mercer, çimentoyla deneyler yapan bir heykeltıraş olan kardeşi William'ın teşvikiyle, ana yapı malzemesi olarak betonarmeyi seçmiş. Bir sonraki yıl Frank Lloyd Wright da, Oak Park'ta betondan yaptığı Unity Temple'ı bitirecekti; ancak evinin tasarımını kendisi yapan Mercer, bu yeni malzemeyi farklı bir biçimde Barcelona'lı mimar Antonio Gaudí'yi anımsatır bir biçimde serbestçe ve heykelsi bir tarzda kullanmış. İnşaatın başında bizzat duran Mercer, evini dört yılda bitirmiş; bunu eve bitişik olan bir seramik işliği izlemiş; daha sonra da devasa alet ve eşya koleksiyonunu barındıracak bir müzenin inşaatına girişmiş.

Doylestown, yaşadığım yere pek uzak değildi; ben de Mercer Müzesi'ni ziyaret etmeye karar verdim. Müze, kasabanın merkezinde yer alıyor. Yedi kat yüksekliğinde gri betondan oluşan yapı, seramikle döşenmiş kuleler, üçgen çatılar ve siperliklerle donatılmış. Bir soylunun Transilvanya Alplerinden buraya taşınmış şatosuna benziyor. Çok değişik iç mekâna, çatıya kadar yükselen ve

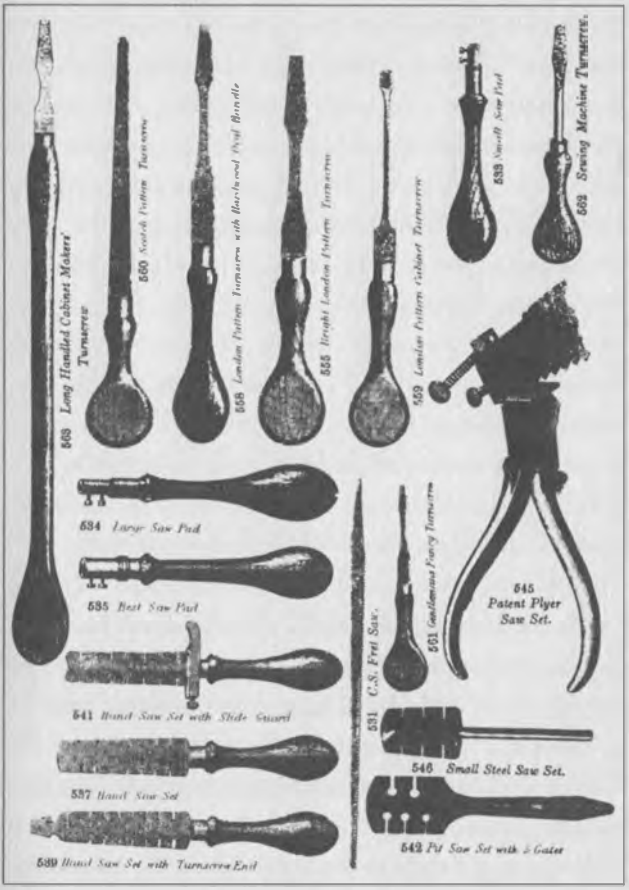
etrafı her yandan merdivenler ve galerilerle çevrili olan uzun bir salon egemen. Bu merkezi mekân, şaşırtıcı bir eşya kalabalığıyla tıka basa dolu: Tavandan sarkan yüksek arkalıklı koltuklar; duvarlara asılı tırmıklar, çapalar ve araba tekerlekleri; havada sallanan tahta bir kızağın hemen yanında New Bedford limanındaki balina avcılarının kullandığı bir sandal. Giriş katında yolcu ve yük taşıyan at arabaları ve bir elma presinin yanında, tütüncü dükkânlarının önüne konan tahta kızılderili heykeli yer alıyor.

Rehber kitap, müzede elli bin obje olduğunu söylüyor. Tornavidalarla dolu bir kutu bulmayı umuyordum; ancak Mercer koleksiyonunu basit kategorilere göre düzenlememiş. Bunun yerine, her biri farklı bir zanaata ya da mesleğe yönelik işlikleri temsil eden bir dizi odacık yapmış. Küçük vitrinlerden içeri bir göz attım; çerçevelerin dikey bölmeleri de, öteki her şey gibi betondandı. Tekerlek yapımcısının işliğinde, dingil deliklerini yuvarlatmakta kullanılan çok büyük bir keser dikkatimi çekti; başka bir yerde, dev bir Komutan topuzu gözüme çarptı. Saatçi işliğinde, Mısırlıların matkapları çevirmek için kullandığıyla aynı türden yaylarla çalıştırılan birkaç minik torna tezgâhı vardı. Ahşap işliğinde, bir dizi tahta dirsekli kolun yanında, taban tahtalarını düzeltmekte kullanılan bir buçuk metreye yakın uzunlukta dev bir rende gördüm. Odada öylesine çok alet vardı ki, başım döndü. Sanki deva-

sa bir on dokuzuncu yüzyıl işportasıydı. Nihayet, bir silah işliğinde bir tornavida buldum. Neredeyse öteki her şey gibi, o da etiketlenmemişti.

Aylardan Aralıktı ve mağaramsı, soğuk yapıdaki tek ziyaretçi benim. Ayrılmadan önce, Mercer'in müzeyi tamamladıktan sonra devrettiği Bucks County Historical Society tarafından işletilen müze kütüphanesine uğradım. Uzun masalarda birkaç kişi çalışıyordu. Burası, binanın ısıtılan tek bölümüydü; sonunda biraz ısınacak ve belki de işe yarar bir şey bulabilecektim. Kitap kataloğunda tornavida hakkında, her ikisini de önceden okuduğum yalnızca iki kitap görünüyordu. Mercer'in kendi kitabının birkaç kopyasının yanı sıra, Moxon'un sonraki baskıları ve benim zaten bildiğim standart metinler vardı.

Raflara göz gezdirirken, Sheffield'deki on dokuzuncu yüzyıl İngiliz alet imalatçıları hakkında bir kitapla karşılaştım. Daktiloyla yazılmış sayfaları kalın bir deri cilt içine alınmış bu kitap, özel olarak ve 750 adet basılmış. Basım tarihi yeni olmasına rağmen, az sayıda olduğu için başka bir yerde rastlamam olasılığı pek yoktu.[13] Kitapta, İngiliz el aletleri imalatçılarının hazırladığı kataloglardan sayfaların tıpkıbasımları bulunuyordu. O dönemde İngiliz çelik sanayisinin merkezi olan Sheffield, belki de dünyanın en iyi aletlerinin üretildiği yerdi. Kitabın yazarı Kenneth Roberts'a göre, bir Sheffield fiyat listesinin elde kalan en eski örneği olan, 1828 tarihli bir katalogda, parmaklık rendeleriyle gönyelerin arasında,



Sheffield'deki William Marples & Sons firmasının alet kataloğundan bir sayfa, 1870.

bir tane değil, eksiksiz bir tornavida ailesi buldum: Yaklaşık 7,5 santimetreden 35,5 santimetre uzunluğuna kadar olanlar, siyah ya da parlak cilalılar; iki farklı tarzda İskoç (düz, sivri uçlu) ve Londra (daha özenli, yassı uçlu olanlar) tarzı tornavidalar. Fiyatlar, düzinesi dört şilin altı peniden yirmi iki şiline kadar değişiyor. Belli ki, liste, toptan alıcılar için düzenlenmiş. Daha sonraki kataloglarda, tıpkı *Encyclopédie*'deki gravürde olduğu gibi, yassı, oval saplı tornavidaların çizimleri yer alıyor. Bununla birlikte, beni asıl şaşırtan, kullanılan terimler oldu: Dikiş makinesi *vida çeviricisi*, mobilya *vida çeviricisi* ve küçük bir cep modeli olan, Beyefendilerin şık *Vida Çeviricisi*. Hatta, bir dirsekli kol yardımıyla vidaları sıkıştırmakta kullanılacak bir *vida çeviricisi* ucu bile vardı. Bu konuda hiç kuşku yok. Salaman haklıydı. Benim sözlüklerimde yer almasa da, *vida çeviricisi* gerçek bir sözcük; belki de *tornavida*dan daha eski.

Roberts'ın kitabındaki Sheffield katalogları, 1800'lerin başlarında tornavidaya olan talebin, fabrika üretimini destekleyecek kadar büyük olduğunu gösteriyor. Bulduğum bir başka kanıt da, tornavidanın geçmiş yüzyıl içinde, belki de Fransa'da ortaya çıktığını düşündürüyor. *Vida çevirici* terimi, Fransızca sözcüğün birebir çevirisi; sürdüğüm iz de, bendeki *Dictionnaire Général*'in *tournevis* maddesinde sona eriyor. Artık *New York Times* için kısa bir yazı yazmama yetecek kadar malzemem var; ne ki tornavidanın bilmecesini çözmekten daha çok uzağım.[14]

III. Bölüm

Göz, Gez, Arpacık

El testeresi gibi, yavaş yavaş gelişmiş ve yüzyıllar içinde incelmiş aletler vardır. Örneğin dirsekli kol gibi bazıları da, yeni bir bilimsel ilkenin uyarlanmasıyla ortaya çıkmışlardır. Birdenbire sanki hiç yoktan ortaya çıkmış aletler de vardır. Örneğin, soğuk havalara karşı giysileri tutturan kullanışlı alet düğme, insanlık tarihinin büyük bir bölümünde bilinmiyordu. Eski Mısırlılar, Yunanlılar ve Romalılar bol tünikler, pelerinler ve harmaniler giyerlerdi. Aynı biçimde, Ortadoğu, Afrika ve Güney Asya'daki geleneksel giysilerde de düğme bulunmuyordu. Gerçi bu bölgelerdeki iklim genellikle yumuşaktı, ama kuzeyin giysileri

de aynı biçimde düğmesizdi. Eskimolar ve Vikingler giysilerini başlarından geçirirler, onları kemerler ve askılarla tuttururlardı; Keltler kilt denilen eteklere sarınırlardı; Japonlar giysilerini bağlamak için kuşak kullanırdı. Romalılar, düğmeyi giysilerinde süs olarak kullanmışlardı, ancak düğme iliği akıllarına gelmemişti. Eski Çinliler kopça ile geçme halkasını buldular ama hiçbir zaman, hem yapması daha kolay olan, hem de daha kullanışlı olan düğme ve iliğe geçemediler. Derken, birdenbire, on üçüncü yüzyılda Kuzey Avrupa'da düğme ortaya çıktı.[1] Ya da, daha doğrusu, düğmeyle ilik. Hem çok basit hem de çok zekice olan bu ikilinin icadı bir sır. Bilimsel ya da teknolojik herhangi bir sıçrama da getirmiyordu -düğmeler tahtadan, boynuzdan ya da kemikten kolayca yapılabilir; ilikse kumaştaki bir yırtıktan başka bir şey değildir. Yine de bu aldatıcı derecede kolay alet için gereken düş gücü sıçraması etkileyici ölçüde büyüktür. Düğmeyi iliklerken ve çözerken yapılan tuhaf çevirme devinimlerini sözcüklerle anlatmaya çalıştığınızda, ne kadar karmaşık olduğunu fark edersiniz. Düğmenin diğer bir gizi, bulunma biçimidir. Düğmenin evrim geçirdiğini pek düşünemeyiz -ya vardır ya da yoktur. Düğme ve iliği kimin bulduğunu bilmiyoruz ama o adam -aslında kadın olması daha olası- bir dâhiydi.

Belki tornavida da, tıpkı düğme gibi, bir ortaçağ buluşuydu. On altıncı yüzyıl ressamı Albrecht Dü-

rer'in gravür ve tahta baskılarını içeren bir kitap inceledim. Dürer zaman zaman aletlerin resmini yapmıştır. Mısır'da Kutsal Aileyi gösteren bir tahta oyması, ağır bir kalasta oyuk açmak için bir keser kullanan Yusuf'u resmeder. Bir çarmıha germe sahnesinde, bir adam çivilerin çakılacağı delikleri açmak için büyük bir ağaç matkabı kullanırken yanındaki adam ağır bir çekiç kullanmaktadır. En kapsamlı alet resimleri, ünlü *Melancolia I* gravüründe yer almaktadır. Burada, kanatlı bir kadın figürü türlü ağaç işleme aletleriyle çevrelenmiştir: Metal pergel, açık bir el testeresi, demir kerpeten, cetvel, bir şablon, bir çatal çekiç ve dört tane dövme demirden çivi. Ama tornavida yok. *Melancolia I*, simyacı potası, değirmen taşı ve kum saati gibi birkaç sihirli ve mecazi anlam taşıyan obje de içermektedir; sanat tarihçileri de *Melancolia I*'deki aletlerin de aynı biçimde simgesel anlamları için seçildiğini düşünürler. Örneğin, çekiç ve dört çivi olasılıkla çarmıha gerilmeye göndermede bulunmaktadır. Belki de yalnızca tornavida metaforik bir ağırlıktan yoksundu.

On altıncı yüzyılın en ünlü teknoloji incelemesi, Agostino Ramelli'nin 1588'de Paris'te basılmış olan *Le diverse et artificiose machine* (Değişik ve akıllıca makineler) adlı yazısı idi. Ramelli, Marigano Markisi'nin yanında çıraklık yapmış, sonra da Katolik Birliğine, Huguenot denilen Fransız Protestanlara karşı verdikleri savaşta yardımcı olmak için

Fransa'ya gitmiş bir İtalyan askeri mühendisti. Renkli bir kariyeri olmuştu. La Rochelle kuşatması sırasında, yaralanmış ve esir düşmüştü; ama kaçtıktan -ya da bir başka esirle değiş tokuş edildikten -birkaç ay sonra bir burcun altından başarılı bir biçimde lağım kazarak tahkimatta gedik açtı. La Rochelle'deki komutanı, daha sonra Fransa kralı III. Henri olacak olan Henri d'Anjou'ydu. Ramelli kitabını bu krala ithaf etmişti. Kendine verdiği adla Capitano Ramelli, tanınmış yurttaşı Leonardo da Vinci'nin izinden gidiyordu; ondan daha az ünlü de değildi. Çağdaşı bir Fransız tarafından, "bir mimar olarak gerçek bir Daedalus;* çağımızın Arkhimedes'i diye anlatılıyordu.[2] Ramelli'nin kitabının ilk sayfası, bir eliyle bir kale maketinin üzerinde bir pergel tutarken bakımlı öteki elini çelik bir zırh miğferi üzerine koymuş olan dinç, sakallı bir adamı gösteriyor. Yazarın portresi iki uğraşı olan, savaşı ve matematiği simgeleyen mecazi figürlerle çevrelenmiş.

Ramelli'nin çok güzel resimlenmiş makineler ve teknolojik araçlar derlemesi, kendi türündeki en etkili kitaptı. (Leonardo'nun bugün çok ünlenen not defterleri, yazarının ölümünden birkaç yüzyıl sonrasına kadar basılmamışlardı). Bekleneceği gibi, Capitano, birkaç kuşatma makinesi, akordiyonlar gibi açılan ustaca yapılmış dubalı köprüler, tırmanma makineleri ve devasa mancınıklara yer ve-

* Yunan mitolojisinde Girit labirentini yapan usta. (ç.n.)

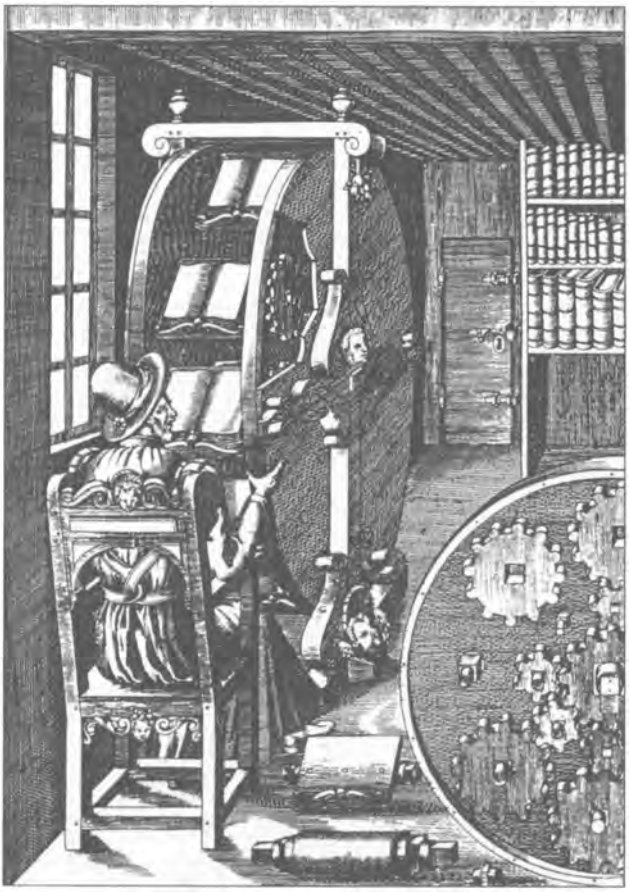
riyor. Ayrıca, kalelere gizlice girmek için kullanılacak araçlar da sunuyor: Gevşek kapı cıvatalarını sökmek için kullanılan İngiliz anahtarları, demir parmaklıkları, parmaklıklı kapıları kanırtmak için kullanılan dev mengeneler ve kapıları menteşelerinden "kolayca ve sessizce" sökmek için kullanılan manivela. Bu sonuncu sav, en azından kuşkulu çünkü devasa kapıyı menteşelerinden söktükten sonra, kapının yere düşmesini engelleyecek bir önlem düşünülmemiş.

Ramelli'nin kitabındaki iki yüz makinenin büyük çoğunluğu, barışçıl aletler. Ramelli, su çekme sorunuyla yakından ilgilenmiş ve bir dizi su değirmeni, tulumba ve kovalı taşıma bandı çizmiş. Bunun yanında, otomatik çeşmeler ve un öğütmek için elle çalıştırılan makineler gibi ev aletleri de var. Bu sonuncusu, değirmen taşı yerine silindirin bilinen ilk kullanımını gösterdiğinden, çok önemli. Ramelli'nin döner kitap rafı özellikle hayranlık uyandırıyor. Döner kitaplıklar onun zamanında bilinmiyor değildi; araştırmacıların birden fazla ağır cildi istedikleri zaman kullanmalarını sağlıyordu. Geleneksel döner raf yatay olarak çevrilir ve dört kitap alabilirken Ramelli'nin 170 santimetre çapındaki kitap çarkı, günümüzün dönme dolapları gibi dikey olarak dönüyordu ve en az sekiz kitap alabiliyordu. Ramelli, "Bu, güzel ve akıllıca bir makine ve okumaktan zevk alan herkes, özellikle de gut hastalığı çekenler ve yerinden kalkamayanlar için son

derece kullanışlı" diye yazıyordu hiç alçakgönüllülük gösterisine girmeden.[3] Kitap çarkı mekanik bir ustalık ürünüydü. Ramelli, çark dönerken açık kitapların sabit bir açıda durabilmesini sağlamak için, daha önceleri yalnızca astronomik saatlerde kullanılan bir araç olan karmaşık ilmekli bir dişli düzeneği kullandı. Kuşkusuz, yerçekimi de bu işi görürdü (dönme dolapta olduğu gibi), ancak dişli sistemi Ramelli'ye, bir matematikçi olarak sahip olduğu büyük beceriyi sergileme olanağı veriyordu.[4]

Bu muhteşem çılgınlık yüzünden konumdan uzaklaşıyorum; tornavidaları araştırmam gerekiyordu. Görebildiğim kadarıyla, ağır tahta kitap çarkı, ağaç kamalarla tutturulmuş. Bununla birlikte, Ramelli'nin kitabının başka yerlerinde, vidalara rastladım. Elle çalışan un öğütücünün demir ayakları, tahta bir kaideye yarıklı vidalarla tutturulmuş; bu vidalardan biri de, dişlerinin görünebilmesi için yarı sıkıştırılmış durumda resmedilmiş. Bu, vidaların -ve varsayım olarak tornavidaların- benim daha önceki kaynaklarımın söylediğinden en az yüz yıl kadar eski olduğunun kanıtı oluyor.

Ortaçağa ait bir başka teknik kitap, *De Re Metallica*. Madencilik ve metalurji hakkındaki bu kitap, Latince takma adı Georgius Agricola olan Sakson bilgin Georg Bauer tarafından yazılmış. Almanya'nın ilk madenbilimcisi olan Agricola, jeoloji ve madencilik konusundaki ilk sistematik ve bilimsel çalışmaların temelini atmıştır. Ölümünden kısa

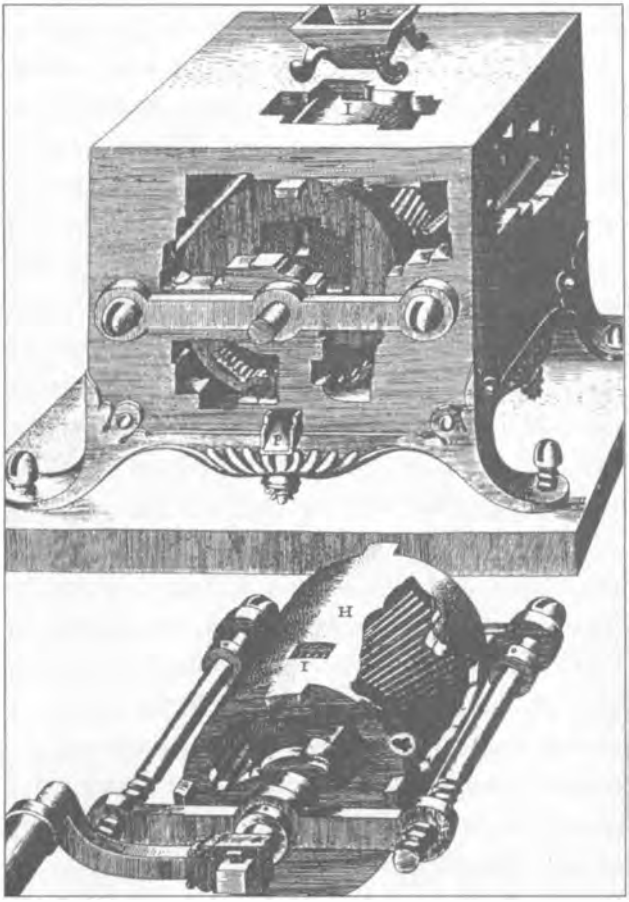


Agostino Ramelli'nin *Le diverse et artificiose machine* yapıtından kitap çarkı, 1588.

bir süre sonra, 1556'da çıkan *De Re Metallica*, madencilik ve ergitme makinelerinin pek çok tahta baskı resimlerini içeriyor: Tulumbalar, madencilik vinçleri ve ocaklar. Makinelerin pek çoğu tahtadan yapıldığından, Agricola bazı ahşap işleme aletleri de sergiliyor. Ağır kalas payandaları hazırlamak için balta ve keserler; çekiçler ve çiviler; tokmaklar ve keskiler; ağaç kütüklerinden boru yapmak için gereken uzun saplı ağaç matkapları.

Agricola, demir ergitmekte kullanılacak büyük körüklerin nasıl yapılacağını anlatıyor. Tahta baskı resim, değişik parçaları gösteriyor: Demir ağızlık, tahta levhalar ve deri körük. Öküz derisinin at derisinden daha iyi olduğunu düşünen yazara göre "Kimileri deriyi körük tahtasına demir çiviler yerine, derinin üzerine konan şeritlere tutturdukları demir vidalarla rapteder."[5] Bu pasajı iki kez okudum. Evet, kesinlikle demir vida diyordu; orada, gravürün sol alt köşesine yerleşmiş olan da, bir vidanın açık bir çizimi. Sivri uçlu, yivli vidanın tepesinde yassı, yarık bir baş var. Vidayı sıkıştırmak için kullanılacak araç gösterilmese de, Agricola, on altıncı yüzyıl ortaları gibi erken bir tarihte bile vidaların kullanıldığına ilişkin açık bir kanıt sunuyor.

Hem Agricola, hem de Ramelli'den de eskiye giden teknik bir çalışma, *Medieval Housebook* denilen bir kitap. Yazarı ve kaynağı bilinmeyen bu el yazmasının, Almanya'nın güneyinden geldiği düşünülüyor. Döneminde yaygın olan, bir şövalyenin şa-



Agostino Ramelli'nin *Le diverse et artificiose machine* yapıtından, taşınabilir un öğütücüsü, 1588.

tosundaki ev halkı için yazılmış bir el kitabı diye tanımlanmış.[6] Günümüze kalan haliyle kitap, altmış üç parşömen yapraktan oluşuyor; güzel çizimleri var ve at üstünde mızrak dövüşü, avlanma, savaş ve kur yapma gibi değişik konuları kapsıyor. Astrolojik yıldız falları farklı gezegenlerin altında doğan insanların özelliklerini betimliyor: Hükmedici Güneş, aşk dolu Venüs, savaşçı Mars, çalışkan Merkür, bir dizi zanaatkârla eşleştirilmiş: Bir org yapımcısı, bir kadehe çekiçle biçim veren gözlüklü bir kuyumcu ve bir saat yapımcısı. *Housebook*'un seçilmiş sayfalarının gezici sergiyle geldiği New York City'deki Frick Koleksiyonunun sağladığı çizimlerden birini bir büyüteçle inceliyorum. Saat yapımcısının çalışma masasında bir tornavida bulmayı umuyorum ama hiç şansım yok. Ergitme hakkındaki bölümde, körükleri çalıştırmak için su gücüyle işleyen bir araç var, ancak vidaların kullanıldığına ilişkin bir gösterge yok. Daha ileride, birkaç sayfa savaş teknolojisine ayrılmış. Kuşkusu giderek artan bir müze güvenlik görevlisinin bakışları altında, her çizimi bir bir, dikkatle inceliyorum.

Bu ayrıntılı toplar, savaş arabaları ve kuşatma merdivenleri çizimleri arasında, değişik aletlerden oluşan bir gruba rastladım: Bir ağaç matkabı, değişik boyda kelepçeler ve çizimde demir parmaklıkları kanırtmak için kullanılır diye betimlenen anlaşılmaz biçimli bir manivela -Ramelli'nin kapı parmaklıklarını açmaya yarayan aletlerinin atası. *Ho-*

usebook'taki çizimde bir İngiliz anahtarı bulunmasına karşın hiç tornavida yok. Bununla birlikte, en azından onun kadar iyi bir şey var: Aletlerden ikisi -bir pranga ile bir çift kelepçe- yarıklı vidalarla tutturulmuşlardı.

Housebook'un tam tarihi bilinmemektedir. Pek çok araştırmacı kitabın 1475'le 1490 arasında, Agricola'yla Ramelli'nin kitaplarından neredeyse bir yüzyıl, *Encyclopédie*'den de üç yüzyıl önce yazıldığını düşünür. *Housebook* kitabının yazarı ayrı bir vida çizimine yer verdiğinden, vidaların bir yenilik olduğunu tahmin edebiliriz. İlginçtir ki *Housebook*'taki vidalar, tahtayı değil, metali birleştirmek için kullanılmış. Bu türden vidalar, yivli deliklere uymalıdır; demek ki bu on dördüncü yüzyıl vidaları oldukça yüksek bir hassaslık derecesiyle yapılmışlardı.

Bir tornavida bulamadım, ama çok eski bir vida buldum. Mutlaka yarıklı vidalar pranga ve kelepçeleri birleştirmekten daha basit şeyler için de kullanılmış olmalıydı. Dürer'e geri döndüm. Dürer'in dinsel ve mecazi gravürleri ender olarak mekanik araçlara yer veriyorsa da 1518'de yaptığı son gravür bir istisna oluşturur. Konu, bir top. Top, kırlık bir alandan çekilip götürülürken aşağıdaki vadide de, huzurlu bir köyün çatıları gözüküyor. Savaş aletiyle sakin manzara arasındaki karşıtlık çarpıcı. Bu resim aynı zamanda, savaşın makineleşmesine ilişkin bir yorum; çünkü sahne, umutsuz görünen,

ellerinde kılıçlar ve mızraklar tutan Doğulu savaşçıları da içeriyor. Dürer topu, ahşap kundağı ve iki tekerlekli arabasıyla birlikte çok ayrıntılı olarak resimliyor. Ancak topun, karmaşık bir yükseltme düzeneği de dahil olmak üzere, demir aksamı, tahta kundağa vidalarla değil büyük çivilerle tutturulmuş.

Dürer'in gravürü bana bir fikir verdi. Silahlar çok kez teknolojik buluşların kaynağı olmuştur. Her ikisi de II. Dünya Savaşı'nda ortaya çıkan radar ve jet motoru, iki modern örnektir. Rönesans'ın en çarpıcı askeri yeniliği, toptu. İlk toplar, taş gülleler fırlatan kısa, ağır havan biçiminde humbaralar idi. Humbaralar tahta sahanlıkların üstüne raptedilmişlerdi ve bir yerden başka bir yere taşınmaları çok zor oluyordu. Ancak, on beşinci yüzyılın sonuna doğru çan dökümhanelerinde bronzdan, yaklaşık iki metre uzunluğunda, tekerlekli bir arabaya monte edilen ve kolaylıkla taşınabilen namlular dökülmeye başlandı. Dürer'in gravürünün konusu, bu yeni silahlardan biriydi.

Dökümcüler, büyük boy topları dökmeden önce küçük, taşınabilir silahları denediler. Böyle bir "el topunun" bugüne kalan en eski örneği, 1300'lerin ortalarında İsveç'te yapılan, 30 santimetre uzunluğundaki bronz top namlusudur.[7] Namlu, topçunun ya dirseğiyle bedenine bastırarak tutabileceği ya da günümüzde kullanılan tanksavar silahları gibi omuzuna yerleştireceği düz bir tahta parçasına tut-

turulmuştur. İtalyanlar bu yeni silaha içi oyuk yay anlamına gelen *arcobugio* diyorlardı. Top yapımında lider olan İspanyolların *arcabuz* dedikleri bu silah Fransızca ve İngilizceye *arquebus* (arkebüz) olarak girdi.

Arkebüzü ateşlemek zordu. Topu ağzından doldurduktan sonra, atıcı bir eliyle bu ağır silahı dengelerken öbür elindeki kavlı kibritle topun falyasını ya da ateşleme haznesini ateşliyordu. Çatallı bir dayanak ya da üçayakla kullanıldığında bile, doğru nişan almak güçtü. Dahası, atıcının elini ateşleyici baruta yaklaştırması da tehlikeliydi, çünkü zamanından önce patlama riski her zaman vardı. Bir elleriyle barut haznesine barut koyarken öteki elleriyle yanan kibriti sallayan arkebüzcüler topluluğunun, en az düşmana olduğu kadar kendilerine de zarar vermeleri güçlü bir olasılıktı.

Ateşleme sorununa çözüm, 1400'lerin başında getirildi. Kibriti tutan kıvrık bir metal kol, kabzaya tutturuldu. İlk biçimlerinde, atıcı kolu elle çevirerek kibriti yavaşça falyaya yaklaştırıyordu. Giderek, bu devinim, çakmak denilen, yayla çalışan bir mekanizmayla başarıldı. Kavı tutan kol geriye çekiliyor, bir düğmeye basıldığında yay kavı hazneye doğru itiyordu. Daha da gelişmiş biçiminde, kaldıraç biçimindeki bir tetiğe uygulanan baskı ki bu, Tatar yayından uyarlanmış bir özellikti; kavı yavaşça hazneye doğru indiriyordu. Artık atıcının, silahı düzeltmek ve nişan almak için her iki eli de

serbestti. Günümüzün ateşli silahı bulunmuştu: Göz, gez, arpacık.

Arkebüz hemen yaygınlaştı. 1471'de, Burgundy dükünün ordusunda, 1250 zırhlı şövalye, 1250 mızrakçı, 5000 okçu ve 1250 arkebüzcü bulunuyordu.[8] 1527'ye gelindiğinde, bir Fransız keşif gücündeki 800 askerin yarıdan fazlası arkebüzcüydü.[9] Bunları kullanan atıcılar sıradan askerlerdi. Teknolojik yenilikler çokluk zenginden yoksula doğru yayılır; ateşli silahlar ise ters yönde gelişti. İlk arkebüzler, kullanışsız oldukları ve avlanmak için çok yetersiz oldukları gerekçesiyle soylular tarafından hor görülüyordu. Tüfek, ancak 1500'lerin sonlarında beyefendilerin silahı oldu.

Bu ilk ateşli silahları da görmek için, New York City'deki Metropolitan Sanat Müzesi'nin silahlar ve zırhlar bölümüne gittim. Cam bir muhafazada, 1570'lerde İtalya'da yapılmış bir çakmaklı tüfek buldum. Tuhaf biçimli, çim hokeyi sopasına benzeyen kıvrık bir kabzası olan tüfek, yaklaşık bir metre uzunluğundaydı. Petronel diye bilinen bu tip tüfek, göğüse (poitrine) dayanacak biçimdeki kabzası yüzünden *poitrinal* adını veren Fransızlar tarafından geliştirilmişti. Petronellerin ömrü kısa oldu. Kuşkucu bir İngiliz askerinin "geri tepmesine dayanabilen pek az kişi vardır; ya da hiç yoktur" dediği bu silahlar yerlerini İspanyol kabzası da denilen, omuza dayanan kabzalı tüfeklere bıraktılar.[10]

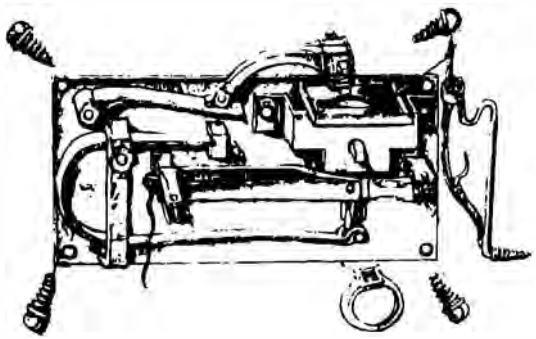
Metropolitan Müzesi'ndeki petronelin ince işlemeleri vardı ve av için kullanıldığı belliydi. Çelik namlu ve emniyet düzeneği kabartmalarla bezeliydi; kabza da oyma kemik kakmalıydı. Süslemelere yakından bakarken, gözüm emniyete takıldı. İki vidanın yarık başları açıkça görülüyordu. Emniyet, kuşku götürmeyecek biçimde kabzaya vidalanmıştı.

Çiviler yerine vidaların kullanılması herhalde, emniyetin art arda ateşlemelerin yarattığı titreşimler sonucu gevşemesini önlemek içindi. Bu kulla-



Çakmaklı tüfeğini ateşleyen bir silahşor, 1607.

nım daha eskiden, kesinlikle 1570'ten önce gerçekleşmiş olmalı. Metropolitan'da daha eski çakmaklı tüfek olmadığından, iyi bilinen bir başvuru kaynağına, *Pollard's History of Firearms* (Pollard'ın Ateşli Silahlar Tarihi) kitabına baktım. Kitapta, Nürnberg'de 1505'te yapılmış ayrıntılı bir çakmaklı tüfek çizimi buldum.[11] Devingen parçalar perçinle sabitlenmiş, ancak mekanizmanın kendisi kabzaya, tıpkı petronel gibi, dört vidayla tutturulmuştu. Bu ayrıntılandırılmış iç çizimde vidalar olduğu gibi görünüyor. Yuvarlak, yarıklı başları, yivli gövdeleri ve sivri uçları var. *Pollard's*'da bulunan en eski çakmaklı tüfeğin çizimi, bir on beşinci yüzyıl Alman elyazmasından geliyor. Bu çizimdeki kısa silah, bugünün kesik namlulu tüfeklerine benziyor. Kısa namlu, geri tepmenin yarattığı şokun bir bölümünün düşey devinime dönüştürülmesi ilkesinin anlaşılmaya başlandığını düşündürecek biçimde,



Çakmaklı tüfeğin görünüşü, 1505.

hafifçe dirsekli bir kabzası olan tahta bir kundağa oturtulmuş. Çizimin bütünü, silahın sağ yanını gösteriyor. Tüfeğin emniyeti, aynı biçimde kundağa yarıklı iki vidayla tutturulmuştu. Elyazmasının tarihi 1475'e, *Medieval Housebook*'la yaklaşık aynı zamana gitmekteydi.[12] İşte, sonunda, ilk vidaların yaygın kullanımının olduğu bir alan.

1500'lerde, çakmak yerini yeni bir biçime, çarklı emniyet de denen emniyet biçimine bıraktı. Bir yayın üzerindeki çark, kurulmuş ya da "çevirilmiş" durumdaydı. Çarkı döndürmekte kullanılan (İngilizlerin hâlâ bükücü dedikleri) anahtara çevirici deniyordu. Tetik çekildiğinde, çark hızla bir demir pirit parçasına çarpacak biçimde dönüyor ve bir kıvılcım yaratıyordu (günümüzün sigara çakmaklardaki ilkenin aynısı). Kıvılcım barutu ateşliyor ve silah patlıyordu. Pirit parçası küçük vidalarla bir dizi dişe sıkıştırılıyordu; aşınmış piritlerin düzenli olarak değiştirilmesi gerektiğinden, tüfeği kullananın yanında her zaman bir tornavida taşıması gerekiyordu. Çözüm, bir kombine aletle bulundu: Çeviricinin sapının ucu, bir tornavida olarak iş görecek biçimde yassılaştırıldı. Bu, Diderot'nun *Encyclopédie*'sinde sözü edilen "arkebüzcü tornavidası" olmalıydı.

Metropolitan Müzesi'ndeki çakmaklı tüfekler, silah ve zırhlara ayrılan geniş bir bölümün içindeki küçük bir odada sergileniyordu. Tüfekleri inceledikten sonra, zırhlara göz atmaya karar verdim.

Bu araştırmama dahil değildi, yalnızca çocukken okuduğum Ivanhoe ve filmlerde gördüğüm Yuvarlak Masa Şövalyeleri'nin anılarına kendimi kaptırmıştım. Ana galerinin ortasında, zırh giydirilmiş atlara binmiş bir grup şövalye yer alıyordu. Paslanmayı önlemek için kalaylanmış olan zırhlar pırıl pırıldı. Sergideki renk renk flamalar ve bayraklar canlı, gösterişli bir hava veriyorlardı; bunların büyük bölümünün öldürmek için kullanılan giysiler olduğunu unutmak çok kolaydı. Ben gittiğimde, müze gürültücü, heyecanlı okul çocuklarıyla doluydu. Kara Şövalye'ye ait olduğu için değil de, kullanışlılık açısından paslanmayı önlemek için ucuz bir yöntemle tümüyle siyaha boyanmış bir zırhı inceledim. Gaga biçimli miğferin yalnızca gözleri açıkta bırakacak kadar ince bir aralığı vardı. "Şuna bak!" dedi yanımdaki çocuk arkadaşına dönerek, "Tıpkı Darth Vader gibi".

Sergideki bu zırh, Dresden'de yapılmış 1580'le 1590 arasına tarihlenen bir Alman zırhıydı. Bu tarih, genel olarak zırhın altın çağı diye görülen, yaklaşık 1450'yle 1550 arasını kapsayan dönemden biraz daha geç. Çocukluğumdaki filmlerin tersine, altıncı yüzyılda yaşamış olan Kral Arthur'un şövalyeleri çelik zırhlar değil, örgü zırhlar giyiyor olmalıydılar. Koruyucu çelik levhalar ancak on üçüncü yüzyıl sonlarında ilk kez kullanıldı. Önce dizler ve aşağısı, sonra da kollar kapatıldı; bütün bedenin kaplanmasıysa yaklaşık 1400 yılında gerçekleşmiş-

ti. Çelik levhaları birbirine bağlamanın en yaygın yolu, demir, pirinç ya da bakır perçinlerdi. İki levha arasında küçük bir devinim gerektiğinde, perçin, bir delik yerine bir yarığa yerleştiriliyordu. Zırhın devingen bölümleri, başsız çiviler, döner mandallar ve milli kancalarla tutturuluyordu; göğüslük ve sırtlık gibi büyük parçalarsa birbirlerine tokalı deri şeritlerle bağlanıyordu.

Dresden zırhının atlı mızrak dövüşünde kullanıldığı belirtilmişti. Atlı mızrak dövüşünün başlangıcı, atlı şövalyelerin gruplar halinde mızrak, kılıç ve gürz kullanarak dövüştükleri savaş turnuvalarına dayanır. On altıncı yüzyıla gelindiğinde, bu kaba ve kuralsız etkinlik, kuralları sıkıca belirlenmiş bir spora dönüşmüştü. Her ikisi de üç metreye yakın uzunlukta tahta mızraklar taşıyan iki şövalye, tilt denilen tahta bir engelin iki yanından birbirlerine doğru at sürerler. Hedef, rakibi attan düşürmek, mızrağının parçalanmasına yol açmak ya da mızrakla bedenin farklı bölgelerine vurarak puan almaktı. Mızrak dövüşünde kullanılan zırh, giyeni koruma amacıyla güçlendirilmişti; ağırlığı da 50 kilogramdan fazlaydı. (Savaş zırhı daha hafif, 20-30 kilogram arası olurdu.)

Siyah Dresden zırhı, ucu sivri mızraklarla yapılan ve gençlerin pek tuttuğu özellikle ölümcül bir Alman atlı mızrak dövüşü olan *scharfrennen* için kullanılıyordu. Bu tür dövüşler daha fazla korunma gerektiriyordu. *Rennhut* denen miğfer, yalnızca başı ve yüzün üst bölümünü örtüyordu. Yüzün alt bölümü ve

boyunsa, *renntartsche* ile, yani aşağı doğru sol omuzu örtecek kadar inen ve göğüslüğe tutturulan büyük, döküm bir levhayla korunuyordu. Mızrak kalkanı denilen küçük bir kalkan, göğüslüğün üzerine takılırdı. Bu tür "hedef" parçaları, çarpma olduğunda düşecek biçimde tasarlanıyordu; kimi zaman bunların, seyircileri çoşturacak biçimde havaya fırlaması için yaylarla zırha tutturulduğu da oluyordu.

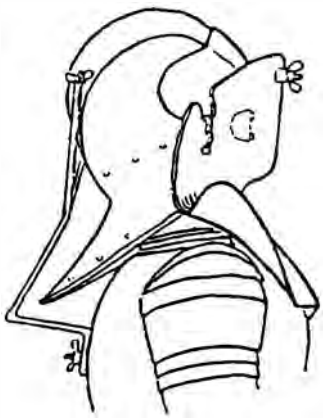
Galerideki zırhların büyük bölümünde olduğu gibi, Dresden zırhındaki çelik levhalar da, perçinler ve tokalı kayışlarla tutuluyordu. Derken bir şey fark ettim: *Renntartsche*, göğüs levhasına vidalanmıştı; yaklaşık 1 santimetre çapındaki yarıklı vida başları açıkça görülüyordu. Zırh yapanlar da demek tornavida kullanıyordu! Zırh levhası görece ince olduğundan, bu vidalara, zırhın içinde kaldıklarından göremesem bile, büyük olasılıkla somunlar takılmıştı. Londra yakınındaki Greenwich Armory, bir düzine ya da daha fazla zırh yapımcısının yanı sıra göğüslük yapanlar, dökümcüler, miğferciler, örgü zırh yapımcıları ve çilingirler gibi çeşitli ustalar da çalıştırıyordu. Ortaçağ kilitlerinde kimi zaman dişli dönme mekanizmaları kullanıldığı için, herhalde vidaları bu çilingirler imal ediyordu.

Bu vida ve somunların nasıl yapıldığı konusunda yeterince bilgi var. Moxon, *Mechanick Exercises* adlı kitabında "Vida ve Somun Yapımı" başlıklı bir bölüme yer vermişti; buradaki işlem, ortaçağdan bu yana pek değişmemiş olmalı. Moxon, baş ve gövde-

nin demiri döverek yapılmasından sonra "vida iğnesinin" yani vida dişinin, vida dişi kılavuzu denen bir kalıpla nasıl açıldığını anlatıyor. Sertleştirilmiş çelikten yapılan vida dişi kılavuzunda, farklı çaplarda dişli delikler bulunur. Düz vida bir mengeneye yerleştirilir ve vida dişi kılavuzu, dişleri açmak için kuvvetlice bastırılarak döndürülür. (Buna uyacak olan somun da, saplı ve ucu sivri bir vida olan kılavuzla açılır). "*Mengene*deki *Somun*u, *delik* dikey olacak biçimde, düz olarak çevir; *kılavuzu deliğe* dikey olarak yerleştir; eğer *kılavuzun* bir *tutacağı* varsa, *tutacak*tan tutarak kuvvetlice *Deliğin* içinde döndür; öyle ki, *kılavuz* kendi kendine *Deliğe* girsin; *vida iğnesinin Dişleri*ne uyacak *Yivler* açsın".[13] Moxon'un karmaşık talimatları, bu biçimde vida yapmak için gereken hassaslık ve kaba gücün birleşiminin altını çiziyor.

Dresden zırhına daha yakından baktığımda, miğferin sırtlığa büyük kelebek somunlarla tutturulduğunu gördüm. Atlı mızrak dövüşünde en yüksek puanlar miğfere vurmakla elde edildiğinden, başı korumak için özel önlemler almak gerekliydi. Savaş miğferleri başa sıkıca oturmakta ve örgü zırhtan bir takkenin üzerine giyilmekteydi; öte yandan ağır mızrak dövüşü miğferi başa oturmuyordu. Miğfer, bugünkü derin deniz dalgıçlarının başlıkları gibi omuzların üzerinden desteklenmekteydi ve çarpmayla fırlamasını önlemek için göğüslüğe ve sırtlığa deri kayışlarla tutturuluyordu. "Atlı mızrak dövüşü

ya da turnuvalarda kullanılan zırhlardaki bu ayarlanabilir bağlar, her zaman güvenilir değildi." gözlemini yapıyordu Charles Ffoulkes, 1912'de basılan zırhlar hakkındaki bir kitabında, "ve büyük miğfer (.....) çoğu kez zırha vidalanıyor[du]" diyordu.[14] Dresden zırhındaki gibi kelebek somunlar miğferin doğru açıda, daha iyi ayarlanmasına olanak veren daha sonraki bir gelişmeydi. Bu önemliydi. Kurbağa ağzı denilen miğferde dar, gaga biçiminde, şövalyenin eyer üzerinde öne eğilip hasmına doğru at sürerken de görebilmesini sağlayacak biçimde tasarlanmış bir göz yarığı vardı. Son dakikada, tam çarpma anından önce, şövalye doğrulur, miğferin alt parçası da gözlerini fırlayan tahta kıymıklardan korurdu. Bu iş sağlam sinir gerektiriyordu: İki atlı



Atlı mızrak dövüşü için miğfer desteği ve koruyucu *renntartsche, Dresden*, on altıncı yüzyıl.

arasında uzanan tahta bariyer boyunca dörtnala gitmek, ağır mızrağı miğferin sarsılan, dar yarığından belli belirsiz görünen rakibe doğru nişanlamak, sonra birdenbire, tahtanın hızla çeliğe çarpmasını izleyen karanlık.

Kayışların yerini ne zaman vidalara bıraktığı kesin olarak belli değil. Ffoulkes, mızrak dövüşünde kullanılan zırhın ayrıntılı bir tanımını veren, 1446 tarihli bir Fransız askeri talimnamesine göndermede bulunuyor. Bu metinde bağlantıların çoğuna, *cloué* (perçinler kol çivileri olarak bilindiğinden, birebir çevirisi "çivilenmiş") deniyor; ancak, bir yerde bir parçanın vida ve somunu akla getirecek biçimde, *rivez en dedens*, yani içeriden tutturulmuş olduğundan söz ediliyor. 1480 gibi erken bir tarihte bile göğüs levhalarına vidalanmış miğferlerden söz eden göndermelere rastladım.[15] Metropolitan Müzesi'ndeki en eski vida, Alman ya da Avusturya zırhı olarak tanımlanan ve 1480-1490 tarihlerine giden çelik bir göğüs levhasının üzerinde. 1480'lerde vidalar kullanıldıysa, bu *Pollard's History of Firearms*'daki çakmaklı tüfeklerde bulunan vidalarla, *Housebook*'taki metal vidaların aynı yaşta olduğunu gösteriyor. Ffoulkes vida başlarının dört ya da çok köşeli olduğunu söylüyor. Bununla birlikte, Metropolitan'da gördüğüm bütün vidalar yarıklıydı.

Ffoulkes'in "Aletler, Aygıtlar vb." başlıklı bölümünü inceledim. Yazara göre, zırh yapımcılarının aletlerinden pek azı günümüze gelebilmiş. Ffoul-



Çok amaçlı zırh yapımcısı aleti, on altıncı yüzyıl.

kes, British Museum'da sergilenen bir aletten söz ediyor: "Aynı vitrinde, bir zırh yapımcısı kerpeteni var; bu bugünün *multum in parvo** aletlerine benziyor çünkü bir çekiç, tel kesici, çivi sökücü ve tornavida içeriyor".[16] Ayrıca bir fotoğrafa gönderme var. Heyecanla, Resim V'e baktım.[17] Meğer gözden kaçırmışım. Daha yakından bakınca, kerpetenin bir ucunda sivri bir şey ve öteki ucunda yassı bir tornavida ucu seçebiliyorum. Fotoğrafın altındaki açıklama, on altıncı yüzyıl tarihini veriyor.

Bir başka kombine alet daha. En eski tornavidanın, Hammacher Schlemmer mağazalarında satılan cafcaflı ev aletlerine benzemesi beni düş kırıklığına uğratıyor. Ffoulkes buna bir vida çeviricisi diyorsa da, büyük olasılıkla, tıpkı arkebüzcü çeviricisinin bir parçası olan tornavida ucunda olduğu gibi, özel bir adı yoktu. Vida bu kadar az kullanıldığına göre, arada bir kullanılacak bir alet de yeterliydi herhalde.

* Latince "azlık içinde çokluk", az yere çok şey sığdırmak. (ç.n.)

IV. Bölüm

Küçük Buluşların En Büyüğü

İlk tornavidayı araştırırken vidalarla da ilgilenmeye başlamıştım. Agricola, körük yapımında çiviyle vidayı karşılaştırırken, "Kusursuzlukta, vidanın üstün olduğuna kuşku yoktur." diyordu.[1] Aslında, dövme demirden yapılan çiviler, olağanüstü bir tutuş sağlar. Bu çiviler, günümüzde kullanılan çelik çivilere pek benzemez. Günümüzün çivileri, yuvarlak ve sivri uçludur; ahşap liflerin arasına zorlayarak saplanır. Bu tür çiviler yumuşak ağaçlarda (ladin, çam, köknar) kullanıldıklarında etkilidirler; ancak akçaağaç, kayın, meşe gibi sert ağaçları genellikle parçalarlar. Dahası, yuvarlak bir çivinin tutuş gücü yumuşak ağaçta

bile zayıftır; çünkü ancak iki yandaki liflerin basıncıyla sabit durur. Halbuki dövme demirden çivilerin enlemesine kesitleri kare ya da dikdörtgendir; uçları da, eğeyle keski biçiminde sivriltilmiştir. Tahtanın damarına ters yönde çakılan bu keski gibi uç, kendine yol açmak yerine, tıpkı günümüzün demiryolu çivisi gibi, ağaç liflerini keser. Bu tür çiviler, en sert ağaca bile ağacı parçalamadan girer ve deney olsun diye dövme demirden bir gemi çivisini tahtaya çaktığımda gördüğüm gibi, bunları yerinden sökmek de neredeyse olanaksızdır.*

Bununla birlikte, dövme demir çivilerin de eksikleri vardır. Eğer örneğin bir kapı gibi ince ahşaplara çakılırlarsa, tutma güçleri büyük ölçüde azalır; tutmalarını sağlamak için de, dışarıda kalan uçlarının ezilmesi yani geriye doğru bükülmesi gerekir. Dövme demirden çivilerin en etkilileri ve yapımı kolay olanları, görece büyük, en az 2,5 - 5 santimetre boyunda olanlarıdır. İşte bu yüzden ilk vidalar, derilerin körük tahtasına, ya da bir çakmağın tüfek kabzasına tutturulmasında olduğu gibi küçük ölçekli uygulamalarda çivilerin yerini almıştır. Kısa bir vidanın bile büyük bir tutma gücü vardır. Bir çivi ya da mıhın tersine vida, sürtünme yoluyla değil, keskin sarmal dişlerle ağaç liflerinin birbirinin içine geçmesi biçimindeki bir mekanik bağla sabit-

* On dokuzuncu yüzyıl başlarında, el yapımı çivilerin yerine, dövme demir (daha sonra da çelik) levhalardan kalıpla kesilen, yine dörtköşe kesitli çiviler geçmeye başladı. Bu tür çivilerin uçları bir eğeyle sivriltilmekteydi.

lenir. Bu bağ öylesine güçlüdür ki, iyi sıkıştırılmış bir vida ancak etrafındaki tahta parçalanarak yerinden çıkarılabilir.

On altıncı yüzyıl vidalarının sorunu, çivilere kıyasla pahalı olmalarıydı. Bir demirci kısa sürede çivi yapabilirdi. Dövme demirden kor haldeki çubukları alır, dörtköşe hale getirir, çeker, ucunu sivriltir, yeniden ısıttıktan sonra bir aletle çivinin ucunu sivriltir ve en son olarak da ağır bir çekiçle başı biçimlendirirdi. Romalıların geliştirdiği ve 1800'lerde hâlâ uygulanan (Thomas Jefferson'un köleleri Monticello'da bu yöntemle çivi yapıyordu) bütün bu süreç, özellikle deneyimli bir "çivi ustası" için, bir dakikadan daha az vakit alıyordu. Vida yapmak ise daha karmaşık bir işti. Bir demir parçası, tıpkı çivi yapılırken olduğu gibi, dövülür, ucu sivriltilir, ve başı yapılırdı; ama bu kez dörtköşe değil yuvarlak olarak. Daha sonra bir demir testeresiyle vidanın başı yarıklı hale getirilirdi. Son olarak da, vidanın dişleri elle, uzun uzun uğraşarak açılırdı.

Silah yapımcıları kendi vidalarını kendileri yapardı; tıpkı zırh yapımcılarının kendi cıvata ve kelebek somunlarını yapması gibi. Peki ya saat yapımcıları? Kule saatleri, on dördüncü yüzyıl gibi erken bir tarihte Avrupa'da görülmeye başladı. Hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olduğumuz ilk saat, İtalyan Giovanni De'Dondi tarafından yapılmıştı. Olağanüstü karmaşıklıkta bir gökbilim saatiydi. Saatin yedi yüzü, ilkçağda bilinen gezegenlerinin

konumlarını gösteriyordu: Güneş, Ay, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn. Ayrıca, döner kadranlardan biri dinsel günleri gösterirken bir başkası da bir gün içindeki aydınlık saatlerin sayısını gösteriyordu. De'Dondi saatin bronz, pirinç ve bakır kısımlarını elle biçimlendirmişti. 1362'de bitirdiği saatin yapımı, on altı yıl sürmüştü. Saatin aslı on altıncı yüzyılda bir yangında yok oldu, ama yapımcı ayrıntılı bilgiler bırakmıştı; 1962'de Londra'da saatin çalışan iki kopyası yapıldı. Bunlardan biri şimdi Amerikan Tarihi Ulusal Müzesi'ne ait. Bu saati, geçici bir sergiyle geldiği Montreal'de görme fırsatı buldum. Bu muhteşem yedi yüzlü makine yaklaşık 122 santimetre boyundaydı; saatin çarkları asılı ağırlıklar tarafından döndürülüyordu. Mekanizmayı inceledim. Görebildiğim kadarıyla, bütün bağlantılar, marangozluktan uyarlanan bir teknik kullanılarak, zıvanayla erkek geçme parçasının birleştirilmesiyle yapılmıştı. Çıkıntılı geçmelerin, bir kamanın yerleştirildiği geçme delikleri vardı. Bu kamalar, topluiğne kadar ince olanlardan 2,5 santimetre uzunluğa kadar değişen büyüklüklerdeydi. Saatte bu türden birkaç yüz geçme olmalıydı; ancak tek bir vida bile görememiştim.

İlk olarak 1899'da basılan, saatçilik tarihi üzerine temel bir çalışma olan *Britten's Old Clocks and Watches and Their Makers*'a göre, "1550'den önce saatlerde vida kullanımı bilinmiyordu."[2] Evlerde kullanılacak daha küçük ve hafif duvar saatlerine,

özellikle de cep saatlerine olan talebin bir sonucu olarak saatlerde vida kullanılmaya başlandı. *Britten's*'a göre: "En eski cep saatlerinde bile, genellikle en azından bir tane vida vardır. Bu vidaların, başları kubbe biçimlidir, yarıkları da V harfi biçimindedir. Dişleriyse kaba ve düzensizdir."[3]

On altıncı yüzyıl ortalarına gelindiğinde, vida kullanımı artmıştı. Cep satlerinde küçük boy vidalar ve cıvatalar, toplarda daha büyük vidalar, zırhlarda ise ağır cıvatalar kullanılıyordu. Yine de, bir vida sanayisinin gelişimini sağlayacak düzeyde bir talebin oluşması için iki yüz yıl daha geçmesi gerekti. *Encyclopédie*, Lyon yakınlarındaki Forez bölgesinin, çeşitli uzunluklarda -1,5 santimetreden yaklaşık 10-12 santimetreye kadar- vidalarda uzmanlaştığından söz eder. Bu vidalar hâlâ öylesine pahalıydılar ki, taneyle satılıyorlardı. *Encyclopédie*'ye göre, vidaların başları ya yarıklı ya da dört köşeydi.

İngiltere'de, vida yapımcılığı Midlands bölgesinde yoğunlaşmış ve bir ev sanayisi biçiminde örgütlenmişti. Yerel demirciler büyük miktarlarda, başları biçimlendirilmiş ama açılmamış dövme çelik parçalar yapar ve bunları evinde ailesiyle veya bir ya da iki yardımcısıyla birlikte çalışan "kuşakçı" denen kişiye gönderirlerdi. İlk aşama, bir demir testeresiyle başta yarık yani "kertik" açmaktı. Bu işin kolay bölümüydü. Daha sonra, "solucan" da denilen dişlerin elle açılması gerekiyordu. Kimi kuşakçılar, basit bir tornaya benzer bir mil kulla-

nırlardı; bir elleriyle bir kolu çevirirken öteki elleriyle ağır bir kesiciyi ileri geri hareket ettirirlerdi. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın yapılan iş uzun süren ve zahmetli bir işti; solucan da göz kararıyla kesildiğinden, sonuçta kusurlu ve dişlileri yeterince derin olmayan bir vida ortaya çıkardı. Kuşakçıları işbaşında gören bir gözlemci "İşin pahalı ve sıkıcı niteliği, vidanın çiviyle rekabet edebilmesini olanaksız kılıyordu; dolayısıyla da satışı çok azdı. Eldeki araçlarla iyi kesilmiş dişli yapmak olanaksız olduğundan, vidaların kalitesi de son derece kötüydü" demişti.[4]

Hem Moxon, hem de *Encyclopédie*, çilingirlerin kilitleri kapılara takmak için vida kullandığından söz ediyor. Ben de, on sekizinci yüzyıl doğramacılarının menteşeleri, özellikle de o dönemde yeni olan T-biçimli menteşeleri tutturmak için vida kullandıklarından söz eden göndermelerle karşılaştım. T-biçimli menteşe, yan yatırılmış bir "T" harfine benzer. Dikey parça kapı pervazına, yatay parça da kapıya takılır. Hafif dolap kapılarında ve panjurlarda kullanılan T-biçimli menteşeler, çerçeveye çakılmaz, vidalanırdı. Öte yandan ağır kapılar, kapının bütün eni boyunca uzanan, geleneksel uzun kanatlı menteşelerle asılıyordu; bu menteşeler kapıya çivileniyor, çivilerin dışta kalan uçları eziliyordu.

Uzun kanatlı menteşeler ve T-biçimli menteşeler hâlâ kullanılıyorsa da, günümüzde en çok kullanılan menteşe türü, kapının yüzeyine değil en geniş

kenarına takılan ayna menteşelerdir. Kapı kapandığında neredeyse tamamen görünmez olan ayna menteşeler estetik açıdan tercih edilmektedir. Ayna menteşeler on altıncı yüzyıl gibi erken bir tarihte Fransa'da kullanılıyorlardı (Ramelli'nin çizimlerinde ayna menteşeler yer alır); ancak pirinç ya da çelikten elle yapılan pahalı parçalardı. 1775'te iki İngiliz, dökme demirden ayna menteşelerin seri üretimini sağlayacak bir tasarımın patentini aldılar.[5] Uzun kanatlı menteşelerden daha ucuz olan dökme demirden ayna menteşelerin bir kusuru vardı: Çivi tutmuyorlardı. Kapı sürekli açılıp kapandıkça çiviler gevşiyordu. Kapının kenarına çakıldıklarından, uçlarını ezmek de olanaksızdı. Ayna menteşelerin vidalanması gerekiyordu.

Rastlantıyla, tam da ayna menteşelerin yaygınlaştığı sırada, iyi kalitede ve ucuz vida üretimi için bir teknik geliştiriliyordu. Yıllar önce, İngiltere'nin Midlands bölgesindeki Staffordshire'dan iki kardeş, Job ve William Wyatt, vida yapımını geliştirmek için çalışmaya başlamışlardı. 1760'ta, "genellikle ahşap vidası denilen demir vidaları kesmenin, daha önce kullanılandan daha iyi bir yöntemi"nin[6] patentini aldılar. Yöntemleri, üç ayrı işlemden oluşuyordu. İlk olarak, dövme demirden başı açılmamış vidalar dönen bir mil tarafından tutulurken vidanın gömme başı bir eğeyle biçimlendiriliyordu. Daha sonra, mil durdurularak, dönen bir testere ağzı, baş üzerinde yarık açıyordu. Son olarak da,

parça ikinci bir iğe yerleştirilerek dişliler açılıyordu. Bu, sürecin en özgün yanıydı. Kesici, elle yönetilmek yerine, bir kılavuz vidanın yol gösterdiği bir pime bağlanmıştı. Başka deyişle, işlem bütünüyle otomatikti. Artık, birkaç dakika yerine, bir kuşakçı çok daha iyi bir vidayı altı ya da yedi *saniyede* yapabiliyordu.

Birmingham'ın kuzeyindeki, kullanılmayan bir su değirmenini dünyanın ilk vida fabrikasına dönüştürmek için gereken sermayeyi toparlamak Wyatt kardeşlerin on altı yılını aldı. Sonra, açıklanamayan nedenlerle, girişimleri başarısızlığa uğradı. Belki bu iki kardeş iyi iş adamı değillerdi, ya da belki yaşadıkları çağın önündeydiler. Birkaç yıl sonra, fabrikanın yeni sahipleri, ayna menteşelerin popülerliğinin yarattığı yeni vida talebinden yararlanarak vida üretimini eşi görülmedik bir başarıya çevirdiler. Otuz işçi, bir günde on altı bin vida yapabiliyordu.[7]

Makineyle yapılan vidalar yalnızca çabucak üretilmekle kalmıyorlardı; aynı zamanda çok daha iyiydiler. Hem daha iyi, hem daha ucuz. 1800'de, İngiliz vidalarının düzinesinin fiyatı iki peninin altındaydı. Giderek, vida fabrikalarında su gücünün yerini buhar gücü aldıkça, bir dizi ilerleme üretim sürecini daha da inceltilmiş hale getirdi. Sonraki elli yıl boyunca, fiyat neredeyse yarısına, bunun ardından gelen yirmi yılda da yeniden yarıya düştü. Ucuz vidalar için hazır bir piyasa vardı. Bu vidalar yalnızca ayna menteşelerin tutturulmasında

değil, gemi yapımı, mobilya yapımı, marangozluk ve atlı araba yapımı gibi ince ahşap parçaların sıkıca tutturulmasının gerekli olduğu her uygulama için kullanışlı olduklarını kanıtlamışlardı. Talep arttı, üretim fırladı. 1800'de yıllık olarak kabaca yüz binden daha az miktarda vida üreten İngiliz vida fabrikaları, altmış yıl sonra, toptan 7 milyon adet üretir oldular.[8]

Günümüzdeki vidaya daha yakından bir bakalım. Bu, olağanüstü bir küçük nesne. Vida dişlisi, iğne gibi sivri bir burgu ucundan başlar. Bu uç yumuşak bir biçimde, vidanın, silindir gövdesine kesintisiz bir biçimde dolanır. En tepede, gövde düzgün başı oluşturur, dişli de giderek sona erer. Bu zayıflayarak sonlanma önemlidir; çünkü dişlinin birdenbire sona ermesi, vidayı zayıflatır.

Fabrika yapımı ilk vidalar, hiç de böyle değildi. Bir kere, el yapımı vidalar sivri uçlu olsalar da, fabrika yapımı olanlar küttü ve dişlileri kendiliğinden başlamıyorlardı -her zaman, ilk olarak bir başlangıç deliği gerekiyordu. Sorun, üretim sürecinden kaynaklanıyordu. Küt uçlu vidalara eğeyle uç yapılması yeterli değildi; dişlinin kendisi de bir uca doğru incelmeliydi. Ne ki, kullanılan tornalar konik biçimli diş açamıyordu. Vida üreticileri diş açıcılara eğim vermeye çalıştılar ancak bu, bütün gövdesi boyunca incelen vidaları ortaya çıkardı. Bu vidaların tutuş güçleri azdı ve marangozlar bunları kullanmıyordu. Vidanın gövdesi (silindir) boyunca

sürekli bir diş ve ayrıca bir burgu ucu (koni) açabilen bir makine gerekiyordu.

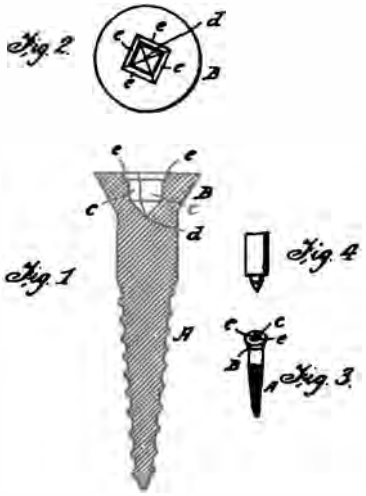
Çözümü, yaratıcı bir Amerikalı makine ustası buldu. İngiliz makinelerini uyarlayarak kullanan ilk Amerikan vida fabrikaları 1810'da Rhode Island'da kurulmuştu. 1830'ların ortalarında, ürünlerine olan talepte bir patlama ortaya çıkan Providence kasabası, Amerikan vida sanayisinin merkezi haline geldi. 1837'den başlayarak, burgu uçlu vida üretimi için bir dizi patent alındı ancak doğruyu bulmak için on yıldan fazla bir deneme-yanılma süresi geçmişti. 1842'de, Providence'da New England Vida Şirketi'nde çalışan bir usta olan Cullen Whipple, bütünüyle otomatik olan bir makineyle vida üretmenin yöntemini buldu. Yedi yıl sonra, önemli bir gelişmeyle, sivri uçlu vidaları üretmek için kullanılacak bir yöntemin patentini almayı başardı. Pek az farklı bir başka teknik Thomas J. Sloan tarafından geliştirilmişti. Sloan'ın patenti dev Amerikan Vida Şirketi'nin temelini oluşturdu. Bir başka New England'lı, Charles D. Rogers, dişli gövdenin gittikçe incelerek düzgün göbekle birleşmesi sorununu çözdü. Bu ilerlemeler Amerikan vida sanayisinin öncü konuma geçmesini sağladı; yüzyılın başında vidalar son biçimini aldığında, Amerikan üretim yöntemleri dünya üzerinde egemen olmuştu.

On beşinci yüzyıldan bu yana, vidaların başları ya kare veya altıgen, ya da yarıklı olmuştu. İlk

gruptakiler bir İngiliz anahtarıyla, ikinciler de tornavidayla sıkıştırılıyorlardı. Yarığın kökenine ilişkin bilinmeyen bir şey yok. Kare baş, anahtarın uyması için düzgün olmalıdır; yarıksa, kabaca eğeyle ya da keserek yapılabilir. Yarık başlı vidalar gömme olarak, yüzeyde çıkıntı yapmayacak biçimde de sıkıştırılabilir ki bu ayna menteşeleri tutturmak için gerekli olan bir özelliktir. Gömme vidalar, 1800'lerin başlarında yaygın biçimde kullanılır hale geldiklerinde, yarık başlı vidalar ve yassı uçlu tornavidalar standart oldu. Dolayısıyla, artık vidalar bütünüyle makineler tarafından yapılıyor olsalar da, geleneksel yarık varlığını sürdürüyordu. Yine de, yarık başlı vidaların bazı kusurları vardır. Bunları "kaydırmak" yani, tornavidanın yarığın dışına kayması kolaydır; sonucu da genellikle vidalanan malzemenin hasar görmesi ya da insanın parmağını yaralaması, ya da her ikisidir. Yarık, vidanın yeterince güçlü tutulmasına yetmez; yeni bir vidayı sıkıştırır ya da eskisini gevşetirken yarığın bozulması da ender rastlanan bir durum değildir. Bir de, vidanın tek elle sıkıştırılmaya çalışıldığı, örneğin, dar yerlerde çalışırken merdiven basamakları üzerinde dengeyi sağlamak gibi tuhaf durumlar vardır. Bunu, yarıklı bir vidayla yapmak neredeyse olanaksız bir iştir. Vida sallanır; tornavida kayar; vida yere düşüp yuvarlanır; işi yapan bu çıldırtıcı aletin mucidine bir kez daha lanet okur.

Amerikan vida üreticileri bu kusurların farkındaydılar. 1860'la 1890 arasında, mıknatıslı tornavidalar, vidayı tutan aletler, başın bütününe yayılmayan yarıkları olan vidalar, çift yarıklı başlar ve bir dizi kare, üçgen ve altıgen yuvalar ya da çentikler için bir sürü patent alındı. Bu sonuncular en fazla umut verenlerdi. Yarığın yerine yuva koymak tornavidanın rahat tutulmasını sağlıyor ve kaymayı engelliyordu. Sorun yine, bunların üretiminde yatıyordu. Vida başları, soğuk çelik bir çubuk ucunun mekanik olarak basılmasıyla yapılıyordu; tornavidayı tutacak kadar derin bir yuva delmek ya vidayı zayıflatıyor, ya da başın bozulmasına yol açıyordu.

Çözüm, yirmi yedi yaşındaki Kanadalı Peter L. Robertson'dan geldi. Robertson, Philadelphia'daki bir alet şirketi için çalışan, Doğu Kanada'daki sokak köşelerinde ve kasaba panayırlarında bu aletleri satan, ikna gücü yüksek bir satış elemanıydı. Robertson, boş zamanlarını işliğinde geçirir, mekanik buluşlar peşinde koşardı. Bir dirsekli kol, İngiliz anahtarı, tornavida, tezgâh mengenesi ve perçin yapıcısı olarak kullanılabilen kombine bir alet olan "Robertson'un 20. Yüzyıl İngiliz Anahtarı - Dirsekli Kolu"nu geliştirmiş ve satmaya çalışmıştı. Geliştirilmiş bir tirbuşon, yeni biçim kol düğmesi, hatta yeni bir fare kapanının da patentini almış ama başarılı olamadığı için bunlar boşa çıkmıştı. Derken, 1907'de, yuva başlı vida için patent aldı.



Peter L. Robertson'un yuva başlı vida için 1907'de aldığı patent.

Robertson daha sonra, yuvalı baş fikirinin Montreal'de bir kaldırımda başına toplananlara yaylı tornavidayı tanıtırken, tornavidanın ucunun yarıktan kayarak elini yaralamasıyla aklına geldiğini söylemişti. Buluşunun püf noktası, yuvanın biçimindeydi: Kenarları oluklu, hafifçe incelen yan duvarları olan ve dibi piramit biçimli bir kare. Robertson, gururla şu açıklamayı yapmıştı: "Gösterilen açıların titizlikle uygulanmasıyla yapılan bu delik biçiminin kullanılmasıyla, soğuk madenin yanlara akacağı ve aletten öne kaymayacağı, dolayısıyla bunun atomları daha büyük güçle birbirine bağlamak gibi olumlu bir sonuç doğuracağı ve aynı za-

manda yanlamasına genişlemeye de yardımcı olarak, bu işlem uygulanmış olan madende, bildiğimiz yarık başlı vidanın imalatında olduğu gibi herhangi bir bozulma ya da ziyan ortaya çıkarmayacağı daha başlarda görülmüştür."[9]

Hevesli bir tanıtımcı olan Robertson, küçük bir Ontario kasabası olan Milton'da kendisine vergisiz krediyle başka yardımlar sağlayacak mali destekçiler buldu ve kendi vida fabrikasını kurdu. İkna etmeye çalıştığı yatırımcılarına, "Büyük servetler, küçük buluşlarda yatar" diyordu. "Pek çok kişi bunu, 20. yüzyılda bugüne dek yapılmış küçük buluşların en büyüğü olarak görüyor".[10] Gerçekten de, kare biçimli yuva önemli bir ilerlemeydi. Uygun özel kare uçlu tornavida Robertson'un dediğine göre, bir inçin binde biri kadar bir duyarlılıkla rahatça yuvaya yerleşiyor ve hiçbir zaman kaymıyordu. Ustalar, özellikle mobilyacılar ve gemi yapımcıları, kendi merkezi olan ve tek elle sıkıştırılabilen vidaların rahatlığını kabul ediyorlardı. Sanayi de kare yuvalı vidaları sevmişti; çünkü bunlar üründeki hasarı azaltıyor ve üretimi hızlandırıyordu. Kanada'da, Ford otomobilleri için ahşap karoserler üreten Fisher Karoseri Şirketi, büyük bir Robertson müşterisi haline geldi; kısa zamanda Robertson'un toplam üretiminin üçte birini alacak duruma gelen, Windsor, Ontario'daki Ford'un Model T fabrikası da öyle. Beş yıl içinde, Robertson kendi tel çekme fabrikasıyla elektrik santralını kurmuş ve yetmiş beş işçi çalıştırır olmuştu.

1913'te, Robertson işini Kanada dışına da genişletmeye karar verdi. Babası, bir İskoç göçmeniydi; bu yüzden de gözünü İngiltere'ye dikti. Almanya ve Rusya'ya ihracat için bir üs niteliğinde olacak bağımsız bir İngiliz şirketi kurdu. Girişim başarıya ulaşamadı. Başarısızlık, sermaye yetersizliği, 1. Dünya Savaşı, Almanya'nın yenilmesi ve Rus Devrimi gibi bir dizi nedenden kaynaklanmıştı. Dahası, iki kıta üzerinde iş yapmanın zor olduğu da ortaya çıkmıştı. Yedi yıl sonra hoşnutsuz İngiliz yatırımcılar Robertson'un yerine bir başka yöneticiyi geçirdiler. İngiliz şirketi 1926'da dağıtılana kadar çabalamayı sürdürdü. Bu arada, Robertson ABD'ye dönmüştü. Buffalo'daki büyük bir vida fabrikasıyla yapılan görüşmeler, Robertson'un üretim süreci hakkındaki kararlar üzerindeki denetimini paylaşmaya gönüllü olmadığının ortaya çıkmasının ardından kesildi. Henry Ford, Robertson vidaları kullanımının kendisine otomobil başına 2,60 dolara kadar tasarruf sağladığı söylendiğinden, konuyla ilgilendi. Ne var ki Ford da, inatçı Robertson'un vermeyi reddettiği bir denetim hakkı istemişti. Bir araya geldiler, ancak anlaşamadılar. Robertson'un son çabası, ürünlerini ihraç etme yönünde oldu. Yaşamı boyunca bekar olan Robertson, yaşamının geri kalanını Milton'da geçirdi; yani kesinlikle küçük suların büyük balığı olarak.

Bu arada, Amerikan otomobil üreticileri Ford'un yolundan giderek yarıklı vidalarda karar

kıldılar. Yine de, yeni Robertson vidasının başarısı gözlerden uzak kalmadı. Yalnızca 1936'da, daha gelişmiş vida ve tornavidalar için yirmiden fazla patent alınmıştı. Bunlardan birkaçı, Portland, Oregon'dan kırk altı yaşında bir işadamı olan Henry F. Phillips'e verilmişti. Robertson gibi Phillips de, gezici bir satış elemanıydı. Yeni buluşların tanıtımını da yapıyordu ve Portland'lı bir mucit olan John P. Thompson'dan, bir yuvalı vidanın patentlerini almıştı. Thompson'un yaptığı yuva işe yaramayacak kadar derindi, ancak Phillips onun belirgin artı biçimini, kendisine ait olan geliştirilmiş bir tasarıma uyguladı. Robertson gibi Phillips de, yuvanın "buna uygun bir alet ya da tornavidaya sıkıca oturmasını ve aletin vida başından kayma eğiliminin hiçbir biçimde ortaya çıkmamasını sağlamak için özellikle tasarlandı"ğını ileri sürüyordu.[11] Ne ki Robertson'un tersine, Phillips kendi şirketini kurmak yerine sahibi olduğu, patentinin lisansını vida üreticilerine satmayı planlıyordu.

Bütün büyük vida üreticileri onu geri çevirdi. "Bu malzemelerin üretim ve pazarlanması yeterli ticari başarı umudu vermemektedir" gibi tipik bir yanıtla.[12] Phillips vazgeçmedi. Birkaç yıl sonra, Sloan'ın ucu sivri vida üretme yöntemi patentiyle güçlenen dev Amerikan Vida Şirketi'nin başına yeni geçen bir başkan, bu yeni yuvalı vidanın sanayi ölçeğinde üretimine geçmeyi kabul etti. Phillips, patentlerinde vidanın elektriğin kullanıldığı işlem-

ler için özellikle uygun olduğunu vurgulamıştı; o dönemde bu, esas olarak otomobil montaj hatlarındaki işlemler anlamına gelmekteydi. Amerikan Vida Şirketi, yeni vidayı denemesi için General Motors'u ikna etti; vida ilk kez, 1936 model Cadillac üretiminde kullanıldı. Deneme öylesine etkili sonuç verdi ki, iki yıl içinde, bir tanesi dışındaki bütün otomobil şirketleri yeni yuvalı vidaların kullanımına geçmişlerdi; 1939'a gelindiğinde, vida üreticilerinin büyük bölümü, artık Phillips vidası adı verilen bu vidayı üretiyorlardı.

Phillips vidası, Robertson vidasının sahip olduğu bütün avantajlara sahipti (fazladan bir avantajı, gerektiğinde geleneksel bir tornavidayla da sıkıştırılabiliyor olmasıydı). Kullanımdan memnun kalmış bir tekne ve kayak yapımcısı, "İşçilerimizin Phillips vidaları kullanarak yüzde 30'la yüzde 60 oranında zaman kazandıklarını tahmin ediyoruz" diyordu.[13] "Adamlarımız, eski modele göre en az yüzde 75 daha fazla iş çıkarabildiklerini ileri sürüyorlar" diye yazıyordu bir bahçe mobilyaları üreticisi.[14] Phillips vidaları -ve bildik yıldız tornavidalar- artık her yerde kullanılıyordu. I. Dünya Savaşı Robertson'u zora sokmuştu; II. Dünya Savaşı ise, savaş dönemi üreticileri tarafından yaygın olarak benimsenen Phillips vidasının sanayide bir standart olmasını sağladı. Phillips'in patentlerinin süresinin dolduğu 1960'ların ortalarında, ABD'de 160'tan fazla, ülke dışında da 80'den fazla lisans sahibi vardı.[15]

Phillips vidası, uluslararası yuvalı vida haline geldi; Robertson vidasıysa, yalnızca Kanada'da ve az sayıdaki Amerikan ahşap işleri firmaları tarafından kullanılıyor.* Birkaç yıl önce *Consumer Reports*, Robertson ve Phillips tornavidalarını sınamadan geçirdi. "Yüzlerce vidayı elle ve Robertson uçlu portatif bir matkapla sıkıştırdıktan sonra, ikna olduk. Yarıklı ve Phillips uçlu tornavidalara kıyasla, Robertson daha hızlıydı ve daha az kaymayla çalıştı".[16] Bunun açıklaması basittir. Phillips kendi vidasını tornavidanın "sıkıca oturacağı" biçimde tasarlamış olsa da, artı biçimli bir oyuk, bir kare yuvaya göre daha kusurludur. Tuhaftır ki bu aynı özellik, otomobil firmalarının Phillips'i yeğlemelerindeki temel olmuştur. Elektrikli tornavidanın giderek artan bir güçle vidayı çeviren ucu, vida yerine iyice yerleştikten sonra çentikten fırlar; bu da vidanın gereğinden fazla sıkıştırılmasını engellemiş olur. Bu yüzden, en başından vidada belirli bir kayma derecesi hesaplanmıştır. Bununla birlikte, montaj hattında işe yarayan bu özellik, o günden beri elle çalışanları her zaman çileden çıkarmıştır. Phillips vidalarının kayma, fırlama, ve başlarının bozulması (özellikle vida ya da tornavida kötü yapılmışsa) konusundaki ünleri kötüdür. Burada kendi-

* 1950'lerden başlayarak, Robertson vidaları bir bölüm Amerikan mobilya üreticisi, taşınabilir ev sanayisi ve giderek artan sayıdaki zanaatkârlar ve hobi sahipleri tarafından kullanılır oldular. Robertson şirketiyse 1968'de büyük bir Amerikan şirketler grubu tarafından satın alındı.

min, sadık bir Robertson kullanıcısı olduğumu itiraf etmem gerekiyor. Kare başlı tornavida, rahatça yuvaya yerleşir; bir Robertson tornavidasını sallasanız bile, ucundaki vida düşmez; bir elektrikli tornavidayla sıkılan bir vida, yerine sıkıca yerleştiğinde tornavidayı kendiliğinden durdurur; ne kadar eski, paslı ya da üzeri boyanmış olsa da, bir Robertson vidasını her zaman yerinden çıkarabilirsiniz. "Yirminci yüzyılın küçük buluşlarının en büyüğü" bu muydu acaba? Neden olmasın?

V. Bölüm

İnce Ayarlar

Wyatt kardeşlerin Staffordshire'daki fabrikaları hakkında yazılanları okurken, onların vida yapımında kullandıkları makinelerin çocuklar tarafından çalıştırıldığı ifadesi dikkatimi çekti. On sekizinci yüzyılda çocukların kömür madenlerinde, işliklerde ve fabrikalarda çalıştırılmaları çok yaygındı; ancak onlara genellikle basit işler verilirdi. Vida kuşakçısının kullandığı iğ gibi basit bir makine bile deneyimli ve elbette gücü yerinde bir kullanıcı gerektiriyordu. Belli ki Wyatt makineleri farklıydı. Rastlantıyla, sanayileşmedeki bir dönüm noktasını bulmuştum.[1] Dikkat çekecek kadar erken bir tarihte -sanayi

devrimi, bir yüzyıl daha etkisini tam anlamıyla göstermeyecekti- Wyatt kardeşler yalnızca çok amaçlı makinelerin kullanımında öncülük yapmakla kalmamışlar, sanayileşmenin yönlendirici ilkesini de ilk kez uygulamaya sokmuşlardı. Wyatt'ların fabrikası, üretilen şeyin kalitesi üzerindeki denetimin, beceri sahibi zanaatkârdan, makinenin kendisine aktarılması için özellikle tasarlanmış bir sanayi sürecinin ilk örneğiydi.

Vida kuşakçısının mili ile Wyatt kardeşlerin vida yapma makineleri de, döner tornanın basit örnekleriydi. Bir tornada, kesilmemiş parça ya da işlenecek parça çömlekçi çarkı gibi, bir eksen etrafında döner. Ne var ki, çömlekçi çamuru besleyerek biçim verirken, tornacı malzemeyi yontar. İşlenecek parça döndükçe, sivri bir kesici, yüzeye bastırır ve çıkarılması istenen biçime bağlı olarak, her bölümün eksene aynı uzaklıkta olmasını sağlamak için fazlalıkları yontarak çıkarır. Torna, Avrupa'da icat edildiği sanılan eski bir alettir; çünkü tornayla yapılmış bugüne kalan en eski parçalar, MÖ sekizinci yüzyıldan kalan bir Etrüsk kâsesiyle Yukarı Bavyera'da bulunmuş olan, MÖ altıncı yüzyıla ait bir kâsedir.[2] Bu tahta nesnelerin tornadan geçtiği kesinse de, tornaların kendileri hakkında hiçbir şey bilinmemektedir. Torna teknolojisi giderek Akdeniz dünyasına, örneğin, tornanın MÖ üçüncü yüzyıla giden en eski çiziminin bir mezar duvarındaki kabartmalarda bulunduğu Mısır'a yayıldı.

Burada, bir mobilya ayağına benzeyen tornalanan parça, dikey olarak tutuluyor. Tornacının kesme aleti bir keskiye benziyor; çırak, bu parçayı dönen bir dingile, ya da mandrel* denilen bir torna miline sarılmış bir ipi çekerek döndürüyor. İşlenilen parça bir ileri bir geri döndüğünden, tornacı yalnızca tek yöne dönüşlerde yontma işlemini yapmaktadır.

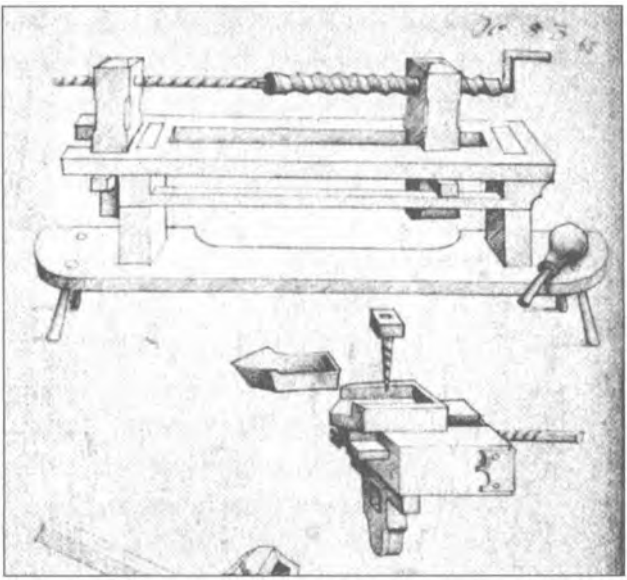
Mısır'daki duvar kabartmasında, tornacıyla çırağı yere çömelmiş olarak görülüyor. Bu bana Hindistan'a gittiğimde gördüğüm, yere çömelmiş olarak çalışan bir marangozu anımsattı. Dünya, tıpkı giysilerini sarınanlarla düğmeyle ilikleyenler ya da elleriyle yiyenlerle çatal kaşık kullananlar arasında bölündüğü gibi, çömelerek, bağdaş kurarak ya da yere oturarak çalışan zanaatkârlarla, bir tezgâhın yanında ayakta durarak ya da oturarak çalışan zanaatkârlar diye de ayrılır. Eski Mısırlılar, ilk kategoriye girmektedirler; Romalılarsa ikinciye. Romalılar rendeyi bulduklarından, işlenilen parçanın sabit tutulabileceği bir yüzeye gereksinim duymuşlardı; sonuç da ilk marangoz tezgâhı oldu.

Ortaçağdaki Avrupalılar çokluk Doğulular gibi yere serili minderler üzerinde dinlenirler, ama ayakta çalışırlardı. On üçüncü yüzyılda Avrupa'da sırıklı torna da denilen tornanın buluşunu uyaran

* Takım tezgâhı üzerinde işlenecek parçaları tutmaya ve bağlamaya yarayan makine elemanlarının genel adı. (ç.n.)

da olasılıkla bu alışkanlık. Tornacı, sırıklı tornayı, ayakta çalıştırır. Bu tornada dönen parça dikey konumda değil, yatay konumda durur. Mandrelin çevresine sarılan kordunun bir ucu bir pedala, öteki ucu da, bükülmüş bir balık oltası kamışına benzeyen ve ipi gergin tutan bir oynak dirseğe bağlıdır. Ayağıyla pedala bir basıp bir çeken tornacının artık her iki eli de, sabit durması için koltuğunun altına sıkıştırdığı ya da omuzuyla desteklediği uzun bir saplı kesiciyi kullanmak için serbesttir. Mısırlıların tornası gibi, sırıklı torna da bir ileri bir geri döner.

Basit sırıklı torna, uzun zaman ahşap tornalamakta kullanıldı -İngiltere'de 1900'lerin başına kadar hâlâ çalışan örnekleri vardı. Ancak, metal tornalamak için daha etkili bir makine gerekliydi. Burada da vida çok önemli bir rol oynamaktadır, çünkü modern tornanın atası aslında, vida kesmek için kullanılan bir makinedir. Bu makine, Wyatt kardeşlerin vida yapımında kullanılan tornalarından neredeyse üç yüz yıl önce icat edilmiştir ve danıştığım, Frick Koleksiyonunda bulup incelediğim, on beşinci yüzyıl elyazması *Medieval Housebook* kitabında çizimi verilmektedir. Kitaptaki güzel çizim kusursuz bir doğrulukta. Sırıklı tornayı tümüyle geride bırakan torna tezgâhı, sert bir tezgâha raptedilen ağır bir çerçeveden oluşmaktadır. İşlenecek parça iki ayarlanabilir destek arasında yatay konumdadır ve bir el krankıyla döndürülür. Bir ucu,



Vida kesici torna; *The Medieval Housebook of Wolfegg Castle*, 1475-90 dolayları.

bir kılavuz vidaya tutturulmuştur. Parça döndükçe, kılavuz vida desteklerden birinde bulunan yivli bir delikten ilerler ve parçayı vida dişini açan sivri bir kesicinin olduğu kutuya doğru iter. Tornacıya yalnızca işlenecek parçanın şablondaki ayarını yapmak, vida dişli desteği ve kesici kutusunu yerine sıkıştırmak, kesicinin derinliğini ayarlamak ve krankı çevirmek kalır.

Housebook'taki torna tahtadan yapılmış olsa da, gerçek bir makine-alettir; yani, kesiciyi denetleyenin usta değil, makinenin kendisi olduğu bir alet.[3] Bu alet, günümüzdeki torna tezgâhının pek çok özelliği-

ne sahiptir: Bugün baş desteği ve ayak desteği denen iki destek, kesici kutusu ile desteklerin konumunda esneklik sağlayan ve bugünün torna kızağının atası olan bir çerçeve, bir kayış sürücü ile su çarkı gibi dışsal bir enerji kaynağına bağlanabilecek sürekli bir sürücü, işlenecek parçayı küçük küçük devinimlerle ilerleten döner bir kılavuz vida, tornayı tezgâhla bütünleştiren bir tasarım, sağlamlık ve görece yüksek bir duyarlılık sağlayan ağır bir yapı.

Medieval Housebook'taki tornanın çizimi, mengeneler, sıkıştırma aletleri ve yarıklı vidalarla aynı sayfada yer almaktadır. Uca doğru sivrilen yarıklı vidaların elle eğelenmiş oldukları bellidir; torna, sıkıştırma aletlerinin bir parçası olan, uzun dövme demirden vidaları tornalamak için kullanılıyordu. Frick Koleksiyonu'nu görmemin üzerinden birkaç hafta geçmişti, ancak serginin resimli bir kataloğu hâlâ elimdeydi; nasıl çalıştığını anlayabilmek için, tornanın katalogtaki çizimini daha yakından inceledim.[4] Sertleştirilmiş çelikten yapılmış olması gereken ucu sivri kesicide, tornacının kesiğin derinliğini ayarlamasına olanak verecek biçimde vida dişi açılmıştı. Sert dövme demir çubuk üzerinde bir diş açmak, birkaç kez tekrarlanan bir işlem gerektiriyordu herhalde. Her bir işlemden sonra, işlenen parça geri çekilir; kesici daha derin bir diş açması için ayarlanır ve işlem yinelenirdi. Uzun bir süreç; ama muhtemelen kabul edilebilir duyarlılıkta vidalar üretilmesini sağlamıştır.

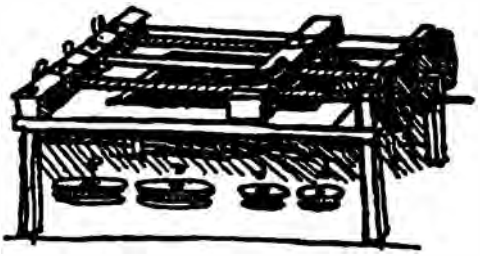
Tornanın resminde, tezgâhın üzerinde duran kısa saplı bir alet de yer almaktaydı. Önceleri, bunun bir çeşit keski ya da taş kalemi olduğunu düşündüm. Ama makinenin tam işleyiş biçimi açıklığa kavuştukça, bir keskinin süreç içinde hiçbir rolü olmadığı ortaya çıkıyordu. *Medieval Housebook* kitabının yazarı dikkatli ve özenliydi; çizimleri de genellikle gereksiz bilgi içermiyordu. Bunlar hem çok güzel çizilmişlerdi hem de değişik makinelerin nasıl çalıştıkları ve bunları çalıştırmak için tam olarak hangi aletlerin gerektiğini çok dikkatli bir biçimde betimleyen teknik belgelerdi. Örneğin, bir çıkrık çiziminde çıkrığın yanında iki boş makara duruyordu. Öyleyse bu gizemli aletin işlevi neydi? Bir gün, kafam karışmış bir halde çizime bakarken aletin kesik ucunun, kesicinin başındaki yarıkla tam olarak aynı boyda olduğunu fark ettim. Tabii ya. Bu bir keski değildi; kesiciyi ayarlamak için kullanılıyordu. Bu bir tornavidaydı.

Evreka! Bulmuştum. İşte ilk tornavida. Rasgele geliştirilen uyduruk bir alet değil, armut biçimli tahta sapının sıkı bir kavrayış verdiği ve metal ucun sapla birleştiği yerdeki metal bir bilezik gibi görünen parçasıyla birlikte son derece gelişmiş bir alet. *Housebook* on beşinci yüzyılın son çeyreğinde yazılmış olduğundan, bütün özellikleriyle gelişmiş bir tornavidanın, *Encyclopédie*'de sergilenen aletten üç yüz yıl *önce* var olduğundan kuşku yoktu. Bu, kuşkularımı haklı çıkarıyor: Vidayla torna-

vida aşağı yukarı aynı zamanlarda bulunmuştu. On beşinci yüzyıl zırh ve silah yapımcıları hakkındaki tahminim de çok yanlış değilmiş demek ki. *Housebook*'taki tornanın çizimi, savaş teknolojisini anlatan bir bölümde yer alıyordu; bu yüzden tornavidaların ilk önce belki varsaydığım gibi Fransa'da değil, Almanya'daki askeri işliklerde ortaya çıkmış olma olasılığı yüksektir.*

Her nedense, *Housebook*'taki tornanın taşıdığı potansiyel hemen fark edilmemiştir. Belki de adını bilmediğimiz mucit tornasını yeterince tanıtmadı; bilebildiğimiz kadarıyla, *Housebook*'un yalnızca tek kopyası vardı ve ortaçağ zanaatkârları çokluk kendi çalışmalarını başkalarıyla pek paylaşmazlardı. Yine de en azından, Leonardo da Vinci bu yeni tornanın farkındaydı; çünkü 1500'lerin başında, içlerinden birinin bu daha eski makineyle çarpıcı bir benzerlik gösterdiği bir dizi vida yapma makinesi tasarlamıştı. Kendinden bekleneceği gibi Leonardo makineyi daha da geliştirmişti. İşlenecek parçayı kesiciye doğru itmek yerine kesiciyi, günümüzdeki tornada olduğu gibi, dönen parça boyunca ilerletmişti. Ayrıca, birbiri yerine geçen farklı dişliler yoluyla (kendi çiziminde bunlardan dört tanesi görülüyor) kesicinin farklı hızlarda ilerlemesini sağlamıştı. İşlenecek parça sabit bir hızda döndüğün-

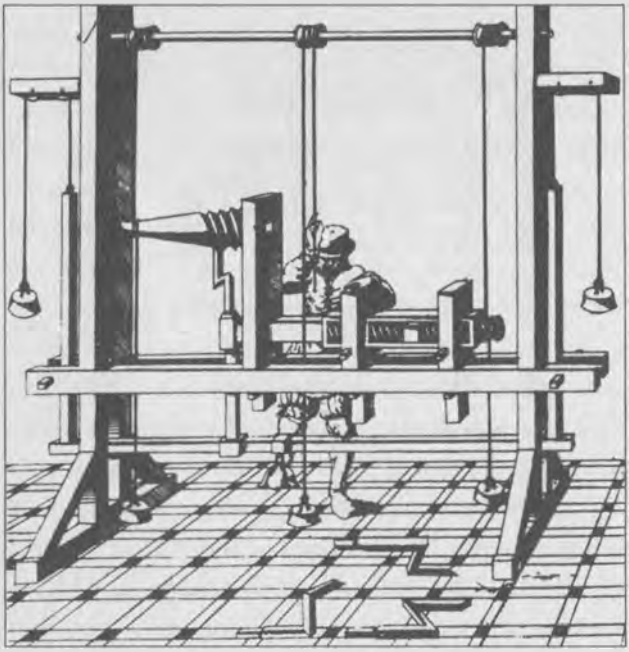
* Tornavidanın Eski Almancadaki karşılığı, *schraubendreher* (vida çeviren) idi; sözcük önceleri vidaları çevirme becerisi anlamına gelirken sonraları aletin kendisini anlatır olmuştur.



Leonardo da Vinci'nin vida kesici makinesi, 1500 dolayları.

den, kesici daha yavaş ilerlediğinde, ortaya çıkan vida adımı, yani dişler arasındaki uzaklık, daha küçük olacaktı; kesici daha hızlı devindiğindeyse adım büyüyecekti. Dolayısıyla, aynı makine, dört farklı diş arası olan vidalar yapabiliyordu. Leonardo'nun buluşlarının pek çoğunda olduğu gibi, bu olağanüstü makinenin gerçekten yapılıp yapılmadığı bilinmiyor.

Agostino Ramelli de Fransa'da çalışmış olsa da, bir mühendis olarak Leonardo'nun Fransız sarayındaki gerçek ardılı, birden fazla vida kesici torna tasarlamış olan Jacques Besson'du.[5] Besson'un, bir krank yardımıyla değil, birbirini dengeleyen ağırlıkların asılı olduğu ipleri çekerek döndürülen tornaları son derece karmaşık nitelikteydi. Bu, eski usulde bir ileri, bir geri dönmeyi ortaya çıkarıyordu; ayrıca kaymalara ve güç kaybına da yol açıyordu. Ancak aletin etkin olması Besson'un kafasındaki birinci öncelik değildi; çünkü makineleri sanayi işçileri için değil, hobi sahipleri için geliştirilmişti.



Jacques Besson'un vida kesici makinesi, 1579.

Torna yapmak, gergefin beyefendiler için karşılığı haline gelmişti; on sekizinci yüzyıl sonuna kadar da, bir eğlence olarak moda olmayı sürdürmüştü. 1701'de torna üzerine ilk ciddi inceleme olan *L'art de tourner* adlı yazıyı yayımlayan Rahip Charles Plumier, "Günümüz Avrupasında bu sanatın zekâ ve erdem sahibi insanların en ciddi uğraşı olduğu kuşkuya yer bırakmayan bir gerçektir" diye yazıyordu; "ve bu, eğlence ve kabul edilebilir zevkler arasında, aşırı aylaklığın yaratacağı sorunlardan kaçınma yolunu dürüstçe çalışmada arayanların en

çok yeğlediklerinden biridir".[6] Hobi sahipleri yalnızca ahşap değil, boynuz, bakır, gümüş ve altın gibi değişik türden malzemeyi de tornadan geçiriyorlardı. Çalışmalarının ürünleri bütünüyle süs amaçlıysa da, makinelerini ciddiye alıyorlardı. Tornalar, bir pedalla çalıştırılan basit tezgâh modellerinden, süs vidaları gibi ayrıntılı biçimleri yaratmak için kullanılan, yataklı ya da başka parçaları olan karmaşık makinelere kadar değişiyordu. Meneviş tornası da denen bir torna, cep saati kapakları ve madalyonlar gibi yassı diskler üzerine karmaşık, iç içe geçmiş eğriler yapabilme özelliğine sahipti. XVI. Louis'nin, maundan bir tezgâhı, yaldızlı demirden bir ayar aleti ve üzerinde kraliyet armasının işlendiği yaldızlı bronzdan bir alet taşıyıcısı olan bir meneviş tornası vardı.[7]

Soylular tornayı boş zamanlarını doldurmak için kullanıyorlardı ancak başkaları, duyarlı torna işlerini ciddi bir meslek olarak yapıyordu. 1762'de, Jesse Ramsden adında Londralı bir alet yapımcısı, tornada devrim yaratacak bir projeye başladı. 1735'te Yorkshire'da doğan Jesse Ramsden başlangıçta, bir kumaş dokumacısına çıraklık etmişti. Yirmi üç yaşına geldiğinde, birdenbire mesleğini bırakarak matematik ölçümler yapan aletler imal eden birinin yanında çalışmak üzere Londra'ya gitti. Dört yıl sonra, kendi işyerini açmıştı. Burada, kendini kanıtlamak için, araç yapımcılarını uğraştıran bir sorunu, yani dereceli ölçü aletleri so-

rununu çözmeye yöneldi. Standart ölçülere bölünmüş doğrusal ölçek, sekstant, teodolit ve gökbilimsel gözlemlerde kullanılan aletlerin temelini oluşturmaktaydı. Dereceli ölçek eskiden beri elle yapılıyordu ve bu yüzden de kesin duyarlılıktan yoksundu. Ramsden, büyük bir kesinlikle dereceleri işaretleyebilen bir ölçek bölümleme makinesi tasarladı.

Makinede, mikroskobik duyarlılıkta, uzun ve çok ince açılmış dişleri olan ayar vidaları bulunmaktaydı. Sıradan vidaların çok duyarlı ve gelişmiş akrabaları olan ayar vidaları, iğneler ya da vidaların üzerinden giderek, dönme devinimini çok küçük yatay devinimlere dönüştürür. Duyarlığı sağlamak için, vida dişleri çok kesin koşullara uymak zorundadır: Vida adımları sabit olmalı; dişler birbirine paralel ve tekmerkezli olmalı; vidanın ayar somunuyla olan sürtünmesi en az, ancak istikrarlı olmalı. Başka deyişle, bu vidalar kusursuz olmalıdır.

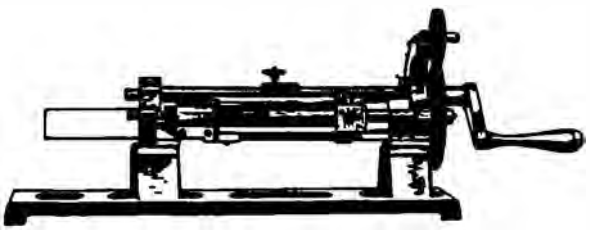
Bu duyarlılıkta vidalar bulunmadığı için, Ramsden bunları kendisi yapmaya kalktı. Bu, insanın gözünü korkutucak bir sorundu: Kusurlu kılavuz vidası olan bir tornada kusursuz vidalar nasıl yapılabilirdi? Ramsden sabırla, peşpeşe giderek duyarlılığı artan vidalar yaptı. Bunu yaparken, tornada da önemli iyileştirmeler gerçekleştirmişti. Pek çok alet yapımcısının hâlâ ağaç sırıklı torna kullandığı bir çağda, Ramsden, tümü çelikten yapılmış tezgâh

tornaları yaptı. Duyarlılığı artıran üçgen bir kızak icat etti; elmas uçlu kesme aletlerini ilk kullanan da oydu. Sonunda, bir inçin (2,54 cm) dört binde biri duyarlıkta olduğu ileri sürülen bir vida yapmayı başardı. Kendi derece bölümleme makinesinin yapımı tam on bir yıl sürmüştü.

Ramsden'in başarısının etkileri çok büyük oldu. Kusursuz ayar vidaları, bir dizi duyarlı araçta kullanıldılar ve yalnızca gökbilimcilerin değil, mikroskoplarda kullanılacak duyarlı ayar vidalarına ihtiyaç duyan fizikçilerin de çalışmalarını kolaylaştırdıkları ölçüde, bilimde yeni ufuklar açtılar. Açılan yeni ufuklar bununla kalmadı. Ramsden'in çalışmalarından en çok etkilenen seyir aracı, sekstant oldu. Bir sekstantta, Latince *sextus* (altı) kökeninden gelen ve dairenin *altıda* biri olan altmış dereceyi kapsayan kavisli bir dereceli ölçek, devingen bir radyal kol ve sabit bir teleskop bulunur. "Güneşi tutturan" seyrüseferci, teleskobu ufuk çizgisine ayarlar; sonra da radyal kola tuttturulmuş olan bir aynayı güneşin yansımasını görene kadar çevirir. Dereceli ölçekten okunan, aynayla teleskop arasındaki açı güneşin ufuk çizgisiyle yaptığı açıyı gösterir. Bu bilgi ve basılı çizelgelerin yardımıyla, enlem kesin olarak hesaplanabilir. Ramsden'in derece bölümleme makinesi sayesinde, bir geminin konumu, gerçek enlemden on saniye ya da yaklaşık 300 metre farkla hesaplanabiliyordu. Böyle bir duyarlılık, denizde seyir başarılarını artırmış ve Kaptan Cook

gibi kâşiflerin büyük keşif yolculuklarını kolaylaştırmıştır.

Ramsden, Londra'da vida kesici torna üzerinde çalışırken aynı anda Wyatt kardeşler Staffordshire'de kendi vida fabrikalarını kuruyorlardı. Hem bilimsel araç yapımcısının duyarlı makinelerinde, hem de kaba fabrika vidalarında, ayar vidaları kullanıyorlardı; ancak bu ikisi farklı dünyalarda yer alıyordu. Bu iki dünya, Henry Maudslay'nin yaratıcı dehası sayesinde yakın zamanda kesişecekti. Maudslay, 1771'de orta halli bir çevrede doğmuş ve Londra yakınlarındaki Woolwich'te bulunan kraliyet silah deposunda bir demirciye çırak verilmişti. Bir metal işçisi olarak olağanüstü yetenekleri olan Maudslay, öndegelen bir imalatçı ve mucit olan Joseph Bramah'ın dikkatini çekti. Bramah, en son buluşu olan hırsızların açamayacağı bir banka kasa kilidinin ilk örneğini yapacak birisini arıyordu. Bir dizi mandalı içeren tasarım öylesine karmaşıktı ki, Bramah'ın deneyimli ustalarını bile şaşırtıyordu. O tarihte daha on sekiz yaşında olan Maudslay, yal-



Jesse Ramsden'in duyarlı vida kesici tornası, 1777.

nızca prototipi başarıyla yapmakla kalmadı; bunun üretimini ticari ölçekte gerçekleştirmekte kullanılacak alet ve makineleri de tasarlayıp yaptı.*

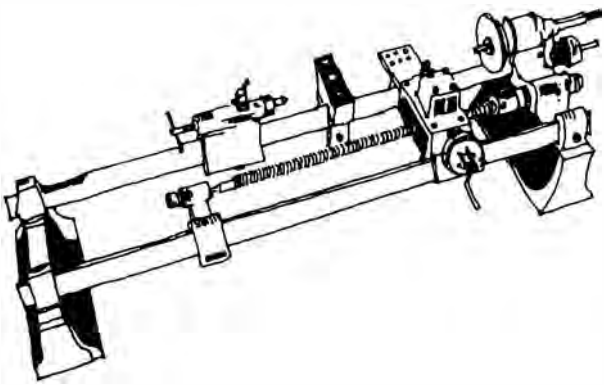
Bu güçlü kuvvetli genç demirci, bir mekanik dehasıydı. Tıpkı kimi insanların doğuştan satranç oynamaya ya da keman çalmaya yetenekli olmaları gibi, Maudslay de metali çağdaşlarına parmak ısırtan bir beceri ve kusursuzlukta biçimlendirebiliyordu. Dahası, mekanik sorunlara çözümler geliştirebiliyordu. Örneğin, Bramah için bir torna yaparken, devingen bir alet tutucuyu destekleyebilen kusursuz düzlükte bir çubuk olan torna kızağını da buldu. Benzer bir araç Leonardo tarafından da tasarlanmış, ancak hiçbir zaman yapılmamıştı. Torna kızağının önemi küçümsenmemelidir. Daha önceki tornalarda, tornacı kesiciyi eliyle yönlendiriyordu. Kızak ise kesme aletinin dönen parça boyunca düzgün bir biçimde ve duyarlılıkla hareket etmesine olanak sağlıyordu. İlk başta bu araç alayla karşılandı ve Maudslay'nin çocuk arabası adı takıldı; ancak alet öylesine başarılıydı ki, çok geçmeden kopyaları yaygınlaştı (Maudslay, buluşlarının patentini çok ender olarak alırdı).

Maudslay, Bramah'la geçen sekiz yılın ve ustalık düzeyine yükselmesinin ardından kendi işini kurdu. Bir yandan müşterilerin siparişlerini ger-

* Bramah'ın dükkânının vitrininde gururla sergilenen prototip kilit, elli yıldan fazla bir süre açılamamıştı. Sonunda Amerikalı bir çilingir taraf'ından açılabildi ama on altı gün uğraştıktan sonra.

çekleştirirken -ilk işi, bir ressam için yaptığı metal bir resim sehpasıydı- duyarlı tornalar üzerinde çalışmayı da sürdürüyordu. İlk başarısı 1797'de yaptığı, yaklaşık bir metre uzunluğunda bir ayar vidası içeren bir vida kesme tornasıydı. Daha sonraki bir biçiminde, bir kez daha Leonardo'nun izinden giderek, farklı çap ve diş aralıkları olan vidalar üretmek için birbiri yerine geçebilen dişlileri tornaya ekledi.

Dükkânının vitrininde sergilenen bir duyarlı ayar vidası sayesinde, Maudslay olağanüstü bir kişi olan Fransız Marc Isambard Brunel'le tanıştı. Krallık yandaşı olan Brunel Fransız devrimiyle Amerika'ya kaçmış, New York'ta mühendis ve mimar olarak çalışmış ve daha sonra Londra'ya yerleşmişti. Üretken bir mucit ve eski bir deniz subayı olan Brunel, İngiliz donanması için ahşap gemi-



Henry Maudslay'nin ilk vida kesici tornası, 1797 dolayları.

lerin makaralarını üretmeyi planlıyordu. Üretim uygulanabilirliğini gösterecek prototip makineleri yapabilecek birisini arıyordu. Maudslay'nin yardımıyla Brunel ihaleyi kazandı. Portsmouth'da, Maudslay'nin makinelerinden 44'ünü içeren fabrikanın yapımı altı yıl sürdü. Bu fabrika bütünüyle mekanize olan üretim hattının dünyadaki ilk örneğiydi. On işçi, bir yılda, donanmanın tüm bir yıllık gereksinimi olan 160.000 makarayı üretebiliyordu.

Maudslay ve Brunel bir başka girişimde de birlikte çalıştılar. 1825'te Brunel, Thames nehrinin altına yaklaşık 400 metre uzunluğunda bir tünel inşası işini aldı. Daha önceleri, tüneller geçici tahta payandalar kullanılarak yapılıyordu; ancak Brunel, kazı ilerledikçe inşaatın önünden ileri uzatılabilen, genişleyebilir, su geçirmez bir dökme demir kalkan icat etti. Maudslay de bunu imal etti. İşliğinde özel işler için geliştirilmiş bir dizi makineler de -basım, presleme ve para basma için kullanılan makineler- üretiliyordu. Buhar kazanlarında kullanılan levhalara delik açan ve perçinleme işini büyük ölçüde hızlandıran bir makine (daha önceleri bu işlem elle yapılıyordu) icat etti. En ünlü olduğu konu, yaşamı boyunca en azından 40 tekneye takılmış olan gemi buhar makinelerindeki öncü çalışmalarıydı. Marc'ın kendisi gibi mühendis olan oğlu, Isambard Kingdom Brunel, Atlantik Okyanusu'nu aşacak ilk buharlı gemi olan *Great Western*'i inşa ettiğinde, 750 beygir gücündeki, dünyanın en

büyük buhar makinesini yapan da, artık Maudslay'nin *kendi* oğlu tarafından yönetilen firmasıydı.

Maudslay'nin işliğinin başarısının anahtarı, hassas tornaydı. *Housebook*'taki tornada torna kızağının ilk biçimi yer alıyordu; Leonardo devingen kesiciyi ve birbirinin yerine geçebilen dişlileri buldu; Plumier de tümü metal tornaları tanımlamıştı. On sekizinci yüzyıl tornada pek çok ilerleme getirdi. 1710'da bir İsveçli, demir vidaların tam ölçüsünde kesilmesi için kullanılan bir torna yaptı; elli yıl sonra bir Fransız, şaryolu torna arabası olan bir torna imal etti; 1796 civarında, Rhode Island'dan bir tamirci vida yapımı için kullanılan gelişmiş bir torna yaptı; ve elbette Ramsden de hassas vida kesiminin parlak bir örneğini geliştirdi. Yine de bütün bu özellikleri, duyarlı işlerin büyük ölçekte de yapılabilmesini sağlayan bir tornada birleştiren Maudslay oldu. Maudslay böylece sanayi çağı aletlerinin anasını yapmıştı.

Maudslay'nin tornasının can alıcı noktası, son derece duyarlı olan ayar vidasıydı. Kalay ve pirinç gibi yumuşak metallere her aralıkta dişler açabilen bir makine yaptı; sonra da bu kılavuz vidaları sert çelikten ayar vidalarını yapmak için kullandı. "Bu güzel ve gerçekten de özgün buluş, mucidinin ellerinde, dünyanın her yerindeki birinci sınıf makinelerin yapıldığı işliklerde, ister patentli üretilsin isterse patentsiz, pek çok çeşitte ve kusursuz bir vida neslinin kaynağı olmuştur" diye yazıyordu bir

çağdaşı.[8] Duyarlı makine aletlerinin taşıdığı çok büyük önemi anlamak önemlidir. Bu yalnızca, el emeğinin yerini alma sorunu değildi. Örneğin, buhar makinelerinin, sadece elle yapılması mümkün değildi -silindirlerle piston çubukları yepyeni kusursuzluk standartları gerektiriyordu. Hassaslık mekanik bir dünyanın kapısını açmıştı.

Maudslay Pazar günleri, yapılan işleri incelemek için kapalı olan işlikleri dolaşırdı. Elindeki tebeşirle, düşündüklerini işçilerin çalıştığı tezgâhların üzerine yazardı. Mekanik hassaslık -ya da yokluğu- örneklerini özellikle fark ederdi. Bu hassaslık ideali belki de Maudslay'nin en büyük buluşuydu. Bilimsel araçların üretiminde kullanılacak olan, yaklaşık bir buçuk metre uzunluğunda ve iki inç (yaklaşık beş santimetre) çapındaki, inç başına elli dişi olan bir ayar vidası, onun işliğinde yapılmıştı. On altı inç (40,6 santimetre) uzunluğunda bir vidası olan ve bir inçin on binde biri duyarlığında bir mikrometre yapmıştı. Maudslay'nin işçileri, en kusursuz boyut ölçüsü olarak kullandıkları bu alete Lord Chancellor* adını takmışlardı. Her bir işçisine, düzenli aralıklarla üzerinde çalıştıkları işleri yerleştirerek doğru yapıp yapmadıklarını denetleyebilmeleri için kusursuz düzlükte çelik bir levha veriyordu. Yardımcılarından birisine göre, elle yontulan ve eğelenen bu levhalar öylesine düzgündü ki, "Birbirleri üzerine yerleştirildiklerinde, bir

* İngiltere'de adalet bakanı ve Lortlar Kamarası başkanı. (ç.n.)

süre sonra basınç yüzünden birbirlerine yapışana dek aralarındaki ince hava tabakası üzerinde kalırlardı. Birbirlerine yapıştıklarındaysa, ancak birbirleri üzerinden kaydırılarak ayırılabilirlerdi".[9]

Maudslay aynı zamanda, vidalarda birörnekliği de savunmuştu. Tuhaftır ki, bu köktenci bir düşünceydi. Daha önceleri her bir cıvatayla somun birbirine uyan, bir eşi daha olmayan bir çift olarak üretiliyordu. "Bunlar arasında meydana gelecek en ufak bir karışma, iş kaybı ve kafa karışıklığının yanı sıra sonsuz zahmet ve masrafa da yol açar" gözlemini yapıyordu Maudslay'nin çalışanlarından biri. "Özellikle karmaşık makinelerin tamir için parçalarına ayrılmaları durumunda".[10] Maudslay işliğinde standartlaştırılmış kılavuzlarla kalıplar kullanmayı benimsemişti; bu yüzden bütün cıvata ve somunlar belirli sayıda farklı ölçülerde üretiliyordu. Artık her somun, aynı ölçüdeki herhangi bir cıvataya uyuyordu. Maudslay'nin, zamanla bütün İngiliz üreticileri tarafından benimsenecek olan bir ulusal vida dişleri standardını 1841 yılında öneren öğrencisi Joseph Whitworth, bu örneklerden esinlenmişti.*

Whitworth, İngiltere'nin büyük mekanik mucidi olarak Maudslay'den sonra gelen kişi oldu. Bunun yanı sıra Maudslay'nin tersine, aynı zamanda uz-

* Whitworth sistemi uluslararası nitelikte değildi. ABD kendi rakip vida sanayisini geliştirdiğinde, hali'içe farklı bir standart benimsedi; metrik sistemi kullanan kıta Avrupası da aynı biçimde, kendi yolundan gitti.

manlaşmış makine aletlerini de siparişle yapan bir üreticiydi. Fabrikasından çıkan makine aletleri, dünyanın her yanında tanınıyordu. Bunlar pek çok işe yarayan, güvenilir ve düşük fiyatlı, bu arada bir hayli de güzel aletlerdi. İlk hassas tornanın yapımı için Maudslay gibi bir mekanik dehası ve yetenekli bir zanaatkâr gerekmişti. Whitworth'un Manchester'daki fabrikasından çıkan makineler sayesinde, iyi donanımlı herhangi bir işliğin de benzer bir duyarlılık derecesine ulaşması artık mümkündü. Maudslay'nin kendisi için koyduğu yüksek standartlar, evrensel hale gelmişti.

Maudslay 1831'de öldü. Kendi tasarladığı dökme demirden bir tabutla gömüldü. Mezarının üzerindeki yazı onu "Matematiksel kesinlik ve yapımın güzelliği konusunda çok önde gelen bir mühendis" diye betimliyordu.[11] Gerçek, ama Maudslay'nin ölümünden sonra daha etkileyici bir övgü, eski işçilerinden birisi tarafından yapılmıştı: "Herhangi bir aleti elinde tutarken onu görmek bir zevkti; ama hele on sekiz inçlik bir eğeyi eline aldığında muhteşemdi."[12]

VI. Bölüm

Mekanik Eğilim

Maudslay, çokluk mekaniğe eğilimli denilen kişilerden birisiydi. Yetiştirdiği insanlar da öyle. Whitworth bunların içinde en çok bilineniydi, ancak başkaları da vardı: Charles Babbage'ın siparişi üzerine şimdiki bilgisayarın atası olan ve fark motoru denilen ünlü hesap makinesini icat eden Joseph Clement; demir bilardo masalarının yapımında kullanılabilecek duyarlıktaki yüzeyler yaratabilen metal rendeleme makinesini yapan Richard Roberts ve Maudslay'nin özel yardımcısı, buharlı çekiçle şahınerdan denilen kazık çakma makinesini bulan James Nasmyth. Ustaları gibi, bu insanlar da, genellikle

orta halli koşullarda yetişmişlerdi: Whitworth'un babası öğretmendi; Clement'inki dokumacı; Roberts'ınki ayakkabıcı. Dahası, bunlar kentlerde değil, uzak köy ya da taşra kasabalarında büyümüşler ve mühendislik nedir görmemişlerdi. Çoğu, mesleklerine dolambaçlı yollardan varmışlardı. Maudslay'nin kendisi ilkin bir marangoza çıraklık etmişti; Roberts bir taş ocağı işçisi olarak başlamıştı; Clement bir arduvaz çatı kaplamacısının yardımcısıydı. Böyle pek umut vaat etmeyen başlangıçlara karşın, hepsi de, makineler dünyasının çekiciliğine kapıldılar.

Nasmyth, biyografisini yazan kişiye, "Benim buhar makinesi yapımı konusundaki ilk deneyimim on beşimdeyken oldu" diye anlatıyor. "Daha sonra 1 3/4 çapında silindiri ve 8-inç itme hızı olan, gerçek bir buhar makinesi yaptım; bu yalnızca çalışmakla kalmayıp gerçekten de işe yarıyordu; çünkü onu babamın resim yapmak için gereksindiği boyaları öğütme işinde kullanmıştım".[1] Nasmyth'in geçmişi, meslektaşlarından farklıydı. Büyük bir kent olan Edinburgh'da, zengin bir ailede doğmuştu -babası, ünlü İskoç manzara ressamı Alexander Nasmyth'ti. James, Edinburgh'da liseye, sanat okuluna ve üniversiteye gitti. Boş zamanlarında buhar makineleriyle yaptığı deneyleri sürdürüyor, yatak odasında makine parçaları dökümü yapıyor, zamanını makine işliklerinde geçiriyordu. Belediye toplu taşımacılık için buhar makinesiyle işleyen

arabalar yapmayı daha düşünürken, Nasmyth, sekiz kişi taşıyan bir araç yaparak çevresinde tanınmıştı. Gerçi George Stephenson'un ilk buharlı arabayı yapmasının üzerinden yirmi yılı aşkın zaman geçmişti ama yine de yaşı yirmi bile olmayan, kendi kendisini yetiştirmiş bir genç için olağanüstü bir başarıydı. Sonunda, makine mühendisliğini meslek seçmeyi kafasına koymuş olan Nasmyth, ünlü Henry Maudslay'nin yanına çırak girmeye karar verdi. Londra'ya giderek, yanında götürdüğü buhar makinesinin işleyen bir modeliyle kendisini bu büyük adama tanıttı. Maudslay artık öğrenci alınıyordu; ne var ki çok güzel yapılmış makineyi yirmi dakika inceledikten sonra, delikanlıyı özel yardımcısı olarak yanına aldı.

Maudslay Nasmyth'de, bu kişilerin hepsinde bulunan özelliklerin var olduğunu anlamıştı: Doğuştan gelen mekanik sevgisi, metallerle çalışmaya doğal bir yatkınlık; her şeyden önce de, hassaslığa karşı bir tutku. Hassaslık, mutlak bir ölçüydü. Maudslay, örneğin zamanındaki sanayinin gereksindiğinden çok daha duyarlı olan ayar vidaları üretmişti; Whitworth kendisine, bir inçin milyonda bir duyarlılığında olan bir mikrometre yapmıştı. Bu insanlara mühendis deniyordu; ne ki bu adlandırma yetersizdi. Bir kere, hem buluşun, hem de teknik yeterliğin gerektiği, bilinmeyen bir alanda çalışıyorlardı. Yalnızca geleneksel zanaat yöntemlerinin yerini alacak şeyleri tasarlamıyorlardı; daha önce

hayal bile edilemeyen duyarlılığa sahip aletler icat ediyorlardı. Dahası, bunlar aynı zamanda son derece yetenekli el işçileriydi. Aslında, kafalarında yarattıkları şeyleri kendi elleriyle yapabilme yetenekleri, başarılarının ayrılmaz bir parçasıydı. "Bir şeyi icat etmek başka bir şeydir", diye gözlemliyordu Marc Brunel, "bu icadı çalışır hale getirmek başka bir şey".[2]

Demir ve çeliğe yatkınlık, tıpkı bir müzisyende bulunan kusursuz bir perde yatkınlığı gibi bir yetenektir. Bu mühendislerde, sanatçı bağımsızlığı vardı. Joseph Clement bir keresinde Amerika'dan, "olabilecek en iyi biçimde" yapılması istenen bir ayar vidası siparişi almıştı. Clement, daha önce benzeri görülmemiş duyarlıkta bir vida yapmış ve en fazla yirmi sterlin ödeyeceğini düşünen müşterisine birkaç yüz sterlinlik faturayı göndererek onu şaşırtmıştı (dava mahkemeye yansıdı ve Amerikalı kaybetti). Bir başka davada, Büyük Batı Demiryolunun yapımından sorumlu olan Isambard Kingdom Brunel, Clement'den, çok keskin bir lokomotif düdüğü tasarlamasını istedi. Clement'in yaptığı örneği beğenen Brunel, yüz tane sipariş etti. O da, karşısına çıkan yüksek fiyattan şaşkınlığa uğradı; bunun, daha önce ödediğinden altı kat daha pahalı olduğunu söylüyordu. "Olabilir" diye yanıtladı Clement, "ancak benimki altı kattan bile daha iyi. Birinci sınıf bir ürün sipariş ettin; fiyatına da razı olmak zorundasın".[3] Bu davayı da kazandı.

Mekanik deha, sanatsal dehadan daha az anlaşılsa da, ikisi kesinlikle birbirine benzer. "Buluşlar bilimin şiiri değil midir?" diye soruyordu, buhar makinesinin öncülerinden olan Fransız E. M. Bataille. "Bütün büyük buluşlar kendileriyle birlikte şiirsel bir düşüncenin silinmez damgasını taşırlar. Yaratmak için bir şair olmak gerekir".[4] Ne var ki, çoğumuz, örneğin Cézanne yaşamamış olsaydı bile, bir başkasının benzer resimleri yaratabileceği düşüncesine sert tepki göstereceğimiz halde, yeni bir teknolojinin ortaya çıkışının kaçınılmaz olduğu, en azından, gereksinimler tarafından belirlendiği düşüncesini kolayca kabul ederiz. Binyılın en iyi aletini arayışım, benim başka türlü düşünmeme yol açtı. Kimi aletler doğrudan doğruya, bir türlü çözülemeyen bir sorunu çözebilmek için geliştirilmişlerdi; bu Romalıların kol testeresi ya da yuvalı çekiç için geçerli. Bu aletlerin er geç ortaya çıkacağına kuşku yoktur. Ne ki, dirsekli kol ya da ortaçağdaki torna tezgâhı gibi aletlerin birdenbire ve "gizemli" bir biçimde ortaya çıkışları gereksinimle açıklanamaz. Bu tür aletler bir bireyin yaratıcı düş gücündeki bir atılımın sonucudurlar. Bunlar, karmaşık mekanik ilişkiler hakkında şiirsel sezgisel kavrayışları olan, parlak, yaratıcı zihinlerin ürünleridir.

Tornavida pek de şairane değil. Arkebüzcü çeviricisi ve zırh yapımcısının kerpeteninin bir tornavida içerecek biçimde değişime uğraması ya da tor-

navida ucunun dirsekli kolla kolaylıkla bir araya getirilmesi de, icattan çok sorun çözmeyi akla getiriyor. Bununla birlikte, vidanın kendisi apayrı bir konu. Bırakın bir köy demircisini, yaratıcılığı olan bir silah ya da zırh yapımcısının bile vidayı rastlantıyla bulduğunu düşünmek zordur. Öncelikle, bir vidanın dişinin, bir yanılgı olarak spiral diye adlandırılan, özellikle karmaşık bir üçboyutlu biçimi vardır. Gerçekte, bir spiral sabit bir nokta çevresinde, yarıçapı gittikçe büyüyecek bir biçimde dolanan bir eğridir. Bir saat yayı spiraldir: bir yelkenli güvertesinde düzgün bir biçimde duran ip kangalı da. Öte yandan bir helezon, bir silindirin çevresinde sabit eğimli bir açıyla dolanan üçboyutlu bir eğridir. Spiral denilen merdivenler ya da spiral ciltler aslında birer helezondur. Demek ki, vidalar da birer helezondur.

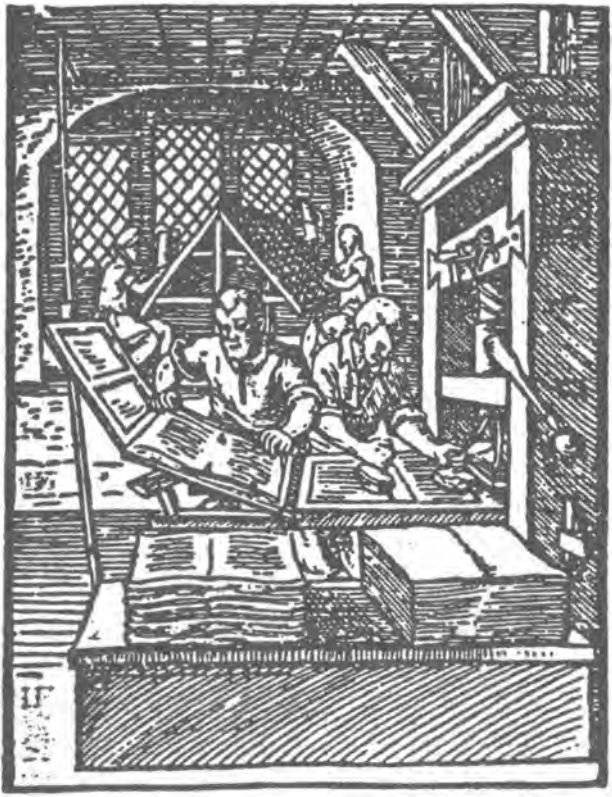
Helezon doğada, sarmaşıklarda ya da bazı deniz kabuklarında görülür.* Ne ki, bir vida icat etmek, bir dizi özel yetenek gerektirir. İlk olarak, helezonun geometrisini tanımlamak için becerikli bir matematikçi olunmalı. Sonra o kişi -ya da bir başkası- böyle sıradışı bir nesne için bir kullanım alanı düşleyebilmek için kuramsal matematikle uygulamalı mekanik arasında bağlantı kurmalı. Son olarak da, bir vidanın gerçekte nasıl üretilebileceği sorunu var.

* Vidanın Latince karşılığı, Yunanca "salyangoz" ya da "salyangoz kabuğu" anlamına gelen *cochlea*'dır. Sarmaşığın Latincesi, *vitis*'dir; bu da vida anlamına gelen Fransızca *vis*, ve İngilizce *vise* (mengene) sözcüklerinin köküdür.

Housebook'da görülen tornanın yapımcısı her kimse, bir vidanın nasıl yapılacağı sorununu çözmüştü; ancak vidanın kendisini icat eden o değildi. Vida ilkesinin anlaşılması, on beşinci yüzyıl öncesine gitmektedir. *Vida* sözcüğünün belgelenmiş ilk kullanımı, *Oxford English Dictionary*'ye göre, 1404'tedir. Sözcük, bir hesap listesinde yer alıyor: "Madde 1, rabitstoke ile 2 scrwes (vida)" (sözcük aynı zamanda *skrew, skrue* ve *scrue* diye de yazılıyordu). Rabitstoke'un rabbit denilen karmaşık olukların biçimlendirilmesinde kullanılan bir rende olduğunu ve ayarlanabilir bir parmaklığı tutan iki ağaç vidanın da bu aletin parçası olduğunu öğrendim.[5] Küçük ahşap vidalar aynı zamanda tezgâh mengenesi ve değişik boyda mengeneler yapmakta da kullanılıyorlardı; büyük ahşap vidalar ise topların yatay ve dikey açılarını ayarlamakta kullanılıyorlardı.

Vidanın ortaçağdaki en çok bilinen kullanımı, matbaa makinelerindeydi. Johannes Gutenberg, 1400'lerin ortalarında bunların devingen bir biçiminin icadında çok önemli bir rol oynamıştı. Matbaanın bilinen en eski çizimi, yaklaşık elli yıl sonrasına aittir. Bu, içinden büyük bir vidanın geçtiği bir bağlama parçası olan ağır bir tahta iskeletten oluşuyordu. Vida, bir el levyesi ya da kolla çevriliyor, bu da kâğıdı mürekkepli harflere bastıran tahta bir levhayı aşağı itiyordu.

Ortaçağdaki matbaa makinesi herhalde kâğıt yapımında kullanılmış olan benzer bir baskı maki-



Matbaacılar iş başında; Frankfurt-am/Main, 1568.

nesinden uyarlanmıştı. Kat kat keçe parçaları arasına yerleştirilen ıslak kâğıtlardan oluşan yığınlar, kuruması için iki tahta levha arasında sıkıştırılırdı. Başka örnekler de olmuş olabilir; çünkü ortaçağda preslerin pek çok kullanım biçimi vardı. Büyük ailelerin evlerinde bulunan keten presleri, yeni dokunmuş kumaşa düzgün, parlak bir görünüm ve-

rirdi. Zeytinyağı ve şarap üretmek için zeytin ve üzüm presleri kullanılıyordu. Elma presleri elma suyu üretiminde; tohum presleri, kolza ve keten tohumlarından yağ çıkarmakta kullanılıyordu. Bütün bu preslerde, aşağı doğru basınç uygulamak için çevrilen dikey vidalar kullanılıyordu.

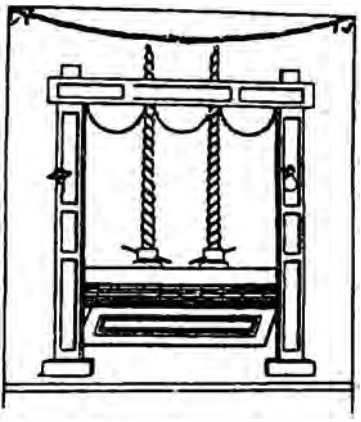
Matbaa presiyle kâğıt presi ortaçağa ait araçlardı; ancak keten presleri Roma döneminden beri kullanılmaktaydı. Ağır bir tahta iskeleti ile, bir değil iki vidası olan bir keten presinin resmi Pompei'deki bir duvar freskinde bugüne gelmiştir. Zeytin ve şarap presleri de eskidir. MÖ birinci



Ortaçağ kâğıt presi

yüzyıl civarında yaşamış Romalı mimar Marcus Vitruvius Pollio, *Mimari Üzerine On Kitap* adlı yapıtında, zeytinyağı preslerinden söz ediyor. Çiftlik evinin planından söz ettiği bir pasajda, zeytinlerin yağının çıkarılacağı bir "sıkma odası"nı betimliyor. Pollio, geleneksel kirişli presin sığması için odanın boyunun kırk ayaktan daha kısa olmaması gerektiğini söylüyor; ancak hemen ardından, eğer pres "dönen vidalar"la kullanılacaksa bu kadar büyük bir odaya gerek olmadığını ekliyor.[6]

Vidalı presin keşfi, Baba Pliny tarafından, MS 66'da yayımladığı *Historia Naturalis*'te ayrıntısıyla tanımlanıyor. Pliny, buluşun İskenderiyeli Heron'a ait olduğunu söylüyor. Heron bir matematikçiydi ve bir üçgenin alanını hesaplayan formülü keşfetmişti, ancak ilkçağ matematikçilerinin çoğunun yaptığı gibi, mekanikle de ilgileniyordu. Pliny'ye göre, Heron presle ilgili deneylerine geleneksel kirişli presi geliştirerek başlamıştı. Kirişli pres, bir ucu duvardaki bir deliğe yerleştirilmiş olan uzun bir ağaç kirişten (*prelum*) oluşmaktaydı. Kiriş kaldırılıyor ve bir süre suda bekletilerek yumuşatılmış zeytinle dolu bir çuval, tıpkı fındığın dev bir fındıkkırana yerleştirilmesi gibi, presin altına yerleştiriliyordu. Sonra kiriş, bir tambura sarılı bir ip yardımıyla aşağı çekiliyordu. Heron, bu hantal ipten kurtulabilmek için, kiriş boyunca yere ve tabana raptedilmiş büyük bir ağaç vida yerleştirdi. Bir somun sıkıştırıldıkça, kiriş aşağı doğru bastırılıyordu.



Romalıların keten presi; Pompei'de bulunan bir duvar resminden.

Bu işe yarıyordu, ancak Heron somunun kolaylıkla takıldığını fark etti. O zaman daha farklı bir yol izledi ve ağır bir taşı vidanın dibine bağladı. Artık, vida döndükçe, taşı kaldıracak, taşın ağırlığı da kirişi aşağı doğru indirecekti. "Taşı astıktan sonra kendi haline bırakınca", diye yazıyordu Heron, "*prelum* birkaç kez daha bastırmaya gerek kalmaksızın preslemeyi kendisi yapacaktır".[7]

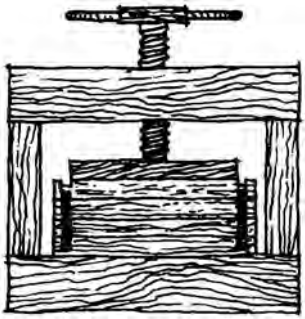
Pliny ağırlıklı kirişli presi "büyük övgü aldı" diye tanımlıyor. Ne var ki, bir kirişi *aşağı* doğru indirmek için bir ağırlığı *yukarı* kaldırmak pek de incelikli bir yol değildi; bu yüzden de Heron tatmin olmamıştı. Kendi kendine, ağırlığı yukarı çekmek yerine, aşağı itmek için vida kullanılsa, aynı zamanda, *prelum* da tümden kaldırılsa nasıl olur, diye sordu. Sonuçta Heron, matbaa baskı maki-

nesinin atası olan doğrudan -vidalı presi buldu. Aslında, Heron'un makinesi sonraki preslerden neredeyse ayırt edilemez. "Masanın üzerine iki direk dik olarak konulmalı" diye yazıyordu Heron ayrıntılı ve açık seçik betimlemesinde "ki orta parçayı tutsunlar... Vida deliği, bu parçanın tam ortasında olmalı. Vida bu deliğe yerleştirilmeli ve el levyesi yardımıyla, *galeagra*'nın (sıkılacak meyveyi içeren kutu) üzerine konacak kapağa ulaşana ve onu ezerek meyve suyu çıkana kadar çevirilmelidir".*[8]

Vidayla çalışan pres inanılmaz bir buluştur; yalnızca yalın ve ayrıntısız olduğu için değil, çok büyük bir baskı yaratabildiği için de. Uygulanan aşağı yönlü basınç, vidanın dişlerinin arasındaki adımla, el levyesinin çizdiği çevre arasındaki oranın dolayısız bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar. Örneğin, Heron'un tanımladığı türden, büyük vidasının diş adımı bir 2,54 santimetre olan ve yaklaşık bir metre uzunluğunda bir el levyesi olan bir presi düşünelim. Eğer bir kişi, örneğin levyeye yaklaşık 18 kilogramlık bir güç uygularsa, zeytin hamuruna uygulanan basınç yaklaşık dört tondan daha fazla olacaktır. Tek bir kişinin hayvan ya da su gücü olmadan böylesine bir güç uygulaması, daha önce rastlanmamış bir şeydi.

Heron, genellikle eski Yunanlıların "sonsuz vida" dediği, bugün salyangoz dişlisi olarak bilinen basit bir mekanik alet yerleştirdiği bir dizi makine

* Zeytin ve üzüm preslerindeki teknoloji bundan farksızdı.



Heron'un doğrudan vidalı presi.

icat etmiştir. Bir salyangoz dişlisi, uzun bir vidayla dişli bir çarkın birleşimidir; vidanın her dönüşü, çarkı azar azar ilerletir. Bunun sağladığı mekanik yarar vidanın diş aralığıyla çarktaki diş sayısına bağlıdır. Heron, kendi hodometresi, ya da "yol ölçer"inde birkaç sonsuz vida kullanmıştır. Alet, dingili belirli mesafelerde bir çakıl taşını bir kutuya bırakan ve bir dizi sonsuz vidayı hareketlendiren bir araba üzerine yerleştirilmişti. Yol ölçümü yapanın gidilen yolu hesaplayabilmesi için tek yapması gereken, kutuda biriken çakıl taşlarını saymaktı. Heron ayrıca, teodolitin atası olan *dioptra*'yı icat etti. *Dioptra*, bir üçayak ya da kaide üzerine yerleştirilmişti ve ölçüm yapan kişi, baktığı nesnenin görüntüsünün yatay ve dikey konumlarını, ayar vidaları olarak kullanılan iki salyangoz dişlisinin yardımıyla ayarlıyordu.

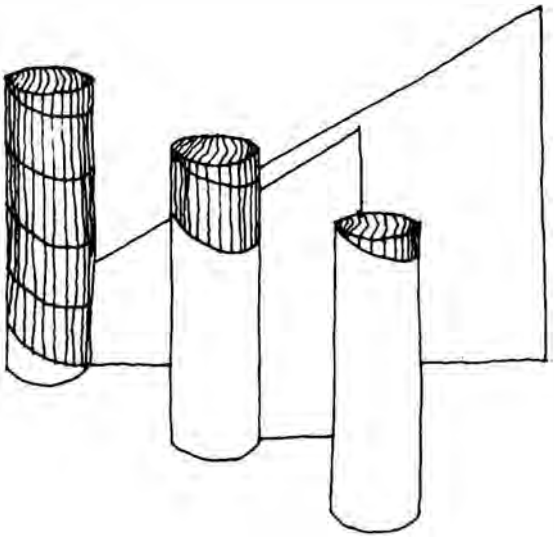
İlkçağdaki salyangoz dişlilerinde kullanılan vidalar genellikle bronzdandı; preslerde kullanılan-

larsa tahtadan. Her iki vida türü de, bir silindir ya da çubuk üzerinde bir helezon çizildikten sonra, vida dişinin elle oyulması ya da eğelenmesiyle yapılıyordu. Kullanılan şablon dik üçgen biçiminde yumuşak metalden bir levhaydı. Eski çağların kullanım tanımlarında, üçgen çubuğun çevresinde, dik açının bir kolu eksene paralel olacak şekilde sarıldığında, hipotenüsün kendiliğinden helezonu çizeceği belirtiliyordu.[9] Bunu pek de gözümde canlandıramamıştım; bu yüzden bunu bir parça üçgen biçimli kâğıt ve uzun bir süpürge sapıyla deneyebileceğimi düşündüm. Üçgen biçimli kâğıdı sapın çevresinde dolamayı bitirdiğimde, kâğıdın kenarı gerçekten de düzgün bir helezon oluşturmuştu. Sorun, kâğıdı kesmeden helezonunun nasıl çizileceğiydi. Talimat, şablonun tekrar tekrar kullanılabileceğini açıkça söylüyordu. Yaptığım hatanın, kâğıdı sapın çevresine sarmaya üçgenin dikey tarafıyla başlamam olduğunu fark ettim. Sarmaya üçgenin sivri ucundan başladığımda, kâğıdı açtıkça hipotenüsü parça parça çizebilecektim.

Yunanlıların vida kullanılan bir başka aleti, "kaplumbağa" olarak adlandırılıyordu. Kaplumbağa, bir tahta blok üzerine açılan düzgün bir deliğin içine, *tylos* denen demir ya da bakır bir kamanın geçirilmesiyle yapılan ilkel bir somundu. Vida deliğe giriyor, ve *tylos* dönen dişe yerleştiğinde kaplumbağa dönen vida boyunca "yavaş yavaş ilerliyordu". Kaplumbağanın kökeninin kemik çatlakla-



Bir salyangoz dişlisi.

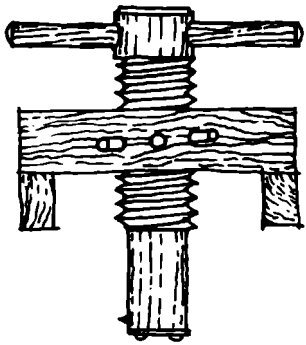


Helezonu çıkartmak.

rını kaynatmak için kullanılan bir alet olduğu söylenir ve MÖ üçüncü yüzyılda yaşamış bir doktor olan Andreas'a maledilir. Bir işkence askısına benzeyen bu makinede, kaplumbağa kemikte çatlak olan kol veya bacağı esneten bir kayışı yavaşça çekmek için kullanıyordu. Kaplumbağa ayrıca, mengene ve genişletici gibi ayarlanabilir doğum aletlerinde de kullanılmıştır.[10]

Tylos ile vidanın dişleri arasındaki sürtünme büyük bir güç uygulamaya olanak vermeyecek kadar fazla olduğundan, kaplumbağa oldukça küçük araçlarda kullanılabilirdi. Heron'un kirişli presindeki devasa vida, eğer bir *tylos* kullanılsaydı, sıkışırdı. Heron, vidayı yerleştirmenin farklı bir yolunu bulmalıydı. Sorun üzerinde kafa yorarken, çok büyük önem taşıyan bir başka buluş daha yaptı. (Erkek) vidanın bir (dişi) karşılığı vardı: Somun. Bu keşfi nasıl yaptığını tam olarak bilmiyoruz. Belki birkaç kamayla deneme yaparak dişi vida dişlerini akıl etti. Belki de bunu matematiksel olarak düşündü. Ya da bir esin sonucu mu oldu? Bir kere bu fikri bulduktan sonra artık somunu yapmak ne de olsa kolaydı. Bir Roma ağaç matkabı kullanarak bir tahta bloğa delik açtı; tahtayı ortadan ayırdı, dişi vida dişlerini yonttu, parçaları tekrar birleştirdi.

Ne ki, iş vidalı prese geldiğinde Heron, ağır orta parçayı ikiye bölmeden deliğin içinde dişleri açacak bir yol bulmalıydı. Bu zorlu bir işti ama Heron yılmadı. Bilebildiğimiz kadarıyla, dünyanın ilk vida



Heron'un vida kılavuzu.

kılavuzunu icat etti. Bu, birkaç *tylos* ile yönlendirilen, ağaçtan bir kılavuz vidasının bulunduğu bir kutuydu. Kılavuz vidanın ucunda bir demir kesici vardı. Kutu delikli bir tahta parçasına sıkıca tutturulmuşken, kılavuz vida döndürülüyor, ve kesici deliğin içinden geçiyordu. Heron, "ve onu boş tahtaya gelene kadar çeviriyoruz; yukarı ve aşağı doğru çevirmeyi sürdürüyoruz; bu işlemi tekrar tekrar, dişi vidaya istediğimiz derinlikte olukları açana kadar sürdürüyoruz" diyordu. "Dişi vidayı işte böyle yapıyoruz".[11] 1932'de, Aage Gerhardt Drachmann adındaki Danimarkalı bir tarihçi, Heron'un ayrıntılı yazılı tanımına dayanarak kılavuz vidasının bir çizimini yaptı. Bir meslektaşı aracın işlevselliğine inanmayıp onun "teknik olarak olanaksız" olduğunu ileri sürünce, yılmayan Danimarkalımız, bir model yaparak kayın tahtasına 5,08 santimetre genişliğinde açtığı deliğe dişleri başarıyla oydu.[12]

Romalıların diş açıcıyı hem tahtada, hem de demirde kullandıklarına ilişkin yazılı kanıtlar var. MS birinci yüzyılda yaşamış bir Yahudi tarihçi olan Josephus, Kudüs'teki tapınak hakkındaki yazısında, destek sütunlarını takviye eden yaklaşık iki buçuk metre uzunluğundaki demir bağlantı çubuklarını betimlemektedir. "Her bir çubuğun başı ötekinin içine, bir vida biçiminde yapılmış bir yuva yardımıyla geçiyordu". Daha sonra buna açıklık getiriyor: "Bunlar, erkeğin dişiye uyduğu yuvalar tarafından tutuluyordu".[13] Bu dişi yuvalarda herhalde dişliler açılmış olmalıydı. Son büyük Yunanlı matematikçilerden birisi ve dördüncü yüzyılda yaşamış olan İskenderiyeli Pappus şöyle yazmıştı: "Bir vida, gövdedeki dolambaçlı dişleri *bir başkasına* uyacak gibi bir helezonla yapılır"* diyordu; ki bu bir cıvatayla somun olabilirdi.[14] Vitruvius ise daha açık anlatıyor. Bir *trispast*, yani tahtadan bir A biçimli çatıya benzeyen bir vinçten söz ederken, iki kalasın "birbirine, yukarı uçlarından bir cıvatayla tutturulduğunu" yazıyor.[15] Tuhaftır, cıvata ve somunlara ilişkin arkeolojik kanıtlar son derece zayıftır. Aslında, bugüne gelebilmiş bir tek Roma somunu var. Bonn Kent Müzesinde sergilenen, dökme demirden yapılmış bu somun, 8 santimetre kare; 13 milimetre çapında da dişli bir deliği var. Somun 1890'larda, Almanya'da MS 180-260'lara tarihlenen, tahkim edilmiş bir Roma askeri kamp ye-

* İtalikler bu kitabın yazarı (W. R.) tarafından yapılmıştır.

rindeki kalıntılar arasında bulunmuş.[16] Ama cıvatası bulunamamış.

Eğer cıvatalar ve somunlar yalnızca, Vitruvius'un betimlediği vinç benzeri sökülebilen yapıların birleştirilmesi için kullanıldıysa, bu neden çok az bulunduklarını açıklıyor. Bir şey kesin: Romalılar hünerli demir işçileri olsalar ve çiviyi bulmuş olsalar da, cıvatayla vida arasındaki ilişkiyi hiçbir zaman kuramamışlardı. Hiçbir yerde Romalı vidaları ya da tornavidalarından söz edilmiyor; bulunan da yok. "İhtiyaç, icadın anasıdır" eski bir Roma sözüdür. Kuşkusuz, Romalılarda ne çakmaklı tüfekler, ne de ayna menteşeler vardı; bu yüzden belki de küçük, etkili bir tutturucuyu geliştirmek için bir zorunluk duymamışlardı. Öte yandan, körük kullanıyorlardı ve Agricola'nın da işaret ettiği gibi, vidalar çivilerden üstündü. Yine de teknolojik zorunluk diye bir şey yoktur. Vidanın ortaya çıkması için, bin dört yüz yıl daha geçmesi gerekti. Bir başka deyişle, bir mekanik ozanının, zeytinleri presleyen, kırık kolları bacakları geren ve ölçüm aletlerini ayarlayan helezonun aynı zamanda bir çeşit dişli çivi olarak da iş görebileceğini anlaması için, bir bin dört yüz yıl daha geçmesi gerekiyordu.

VII. Bölüm

Vidanın Babası

İskenderiyeli Heron, bir Yunanlıydı. Ben, mekanik uzmanlığı, ağaç matkabı ve rende bir yana, kemeri ve kubbeyi de bulan Romalılara özgü diye bilirdim. Yunanlılar felsefeci ve sanatçıydı. Öğrenciyken, Yunanistan'a gitmiş, Akropolis'e tırmanmış ve müzeleri gezmiştim. Ancak, pek çok kişi gibi gördüklerimi yanlış yorumlamıştım. Yale Üniversitesi'nde bilim tarihi profesörü olan Derek J. de Solla Price, "Bizim uygarlık türümüzün doğuşunda yaşamsal bir rol oynayan Yunan Mucizesinden bize öyle az şey kalmış ki, elimizdekileri gereğinden fazla abartmaya alışmışız" diye yazmıştı. "Kalanlar çok sınırlı olduğundan Yunanlıları yal-

nızca, müzelerimiz ve arkeolojik buluntu alanlarının esas unsurları olan, dayanıklı yapıtaşı yığınları, heykeller ve seramiğin yanı sıra sikkeler ve mezar buluntuları olarak görmeye yatkınız".[1] Gerçekte Price'a göre, Yunanlıların mekanik araçları hakkındaki kanıtlar öylesine az ki, uzun zaman Yunanlıların karmaşık makineler kullanmadıkları ve makineler hakkında bize kalan, Heron gibi yazarların yaptığı tanımlamaların yalnızca düşünce olarak kaldığı düşünülmüştür.

Bu inanç, çok önemli bir keşifle değişti. Pek çok arkeolojik bulgu gibi, bu keşif de büyük ölçüde şans eseri gerçekleşmişti. 1900'de, sünger avcılarına ait iki tekne, Girit'le Yunanistan anakarası arasındaki boğazdan geçerken çıkan bir fırtına sonucu rotalarından sapmışlar. Tekneler, Antikythera adında kimsenin yaşamadığı bir adacığın kuytusuna sığınmışlar. Fırtına dindiğinde avcılar, bu bilinmeyen sularda sünger aramak üzere dalmışlar. Sünger yerine, yaklaşık 43 metre derinlikte etrafında saçılmış bronz ve mermer heykellerin yer aldığı eski bir geminin kalıntılarını bulmuşlar. Bulduklarını yetkililere bildirmişler, onlar da bir arkeolojik araştırma yapmışlar.

Bulunan çanak çömlek, batığın MÖ 80'le MÖ 50 arasına tarihlendiğini göstermişti. Tekne, Küçük Asya'da bir yerden -belki de Rodos adasından- Roma'ya giden bir ticaret gemisine benziyordu. Çıkarılan malzeme, iki bin yıldır enkazın için-

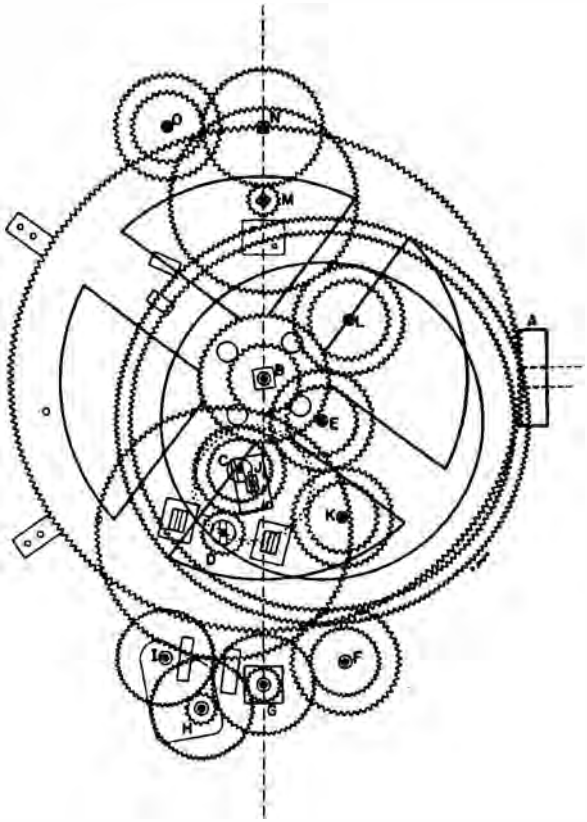
de kabuk bağlamış pek çok parçayı da içeriyormuş. Arkeologlar, dikkatlerini heykellerin onarımına yönelttiklerinden, bu parçalar bir yana bırakılmış. Arada sırada, onarımı yapanlar bir heykelin kayıp parçasını bulabilmek için kalıntıları yeniden arıyorlarmış. Çalışmaların sekizinci ayında, yine böyle bir arama sırasında şaşırtıcı bir şeye rastlamışlar. Kabuk bağlamış yığınlardan bir tanesi, olasılıkla eski ahşabın açık havada kuruyarak parçalanması sonucu ikiye bölünmüş. Bu yığından çıkan ise bir heykel değil, birkaç tane üzeri yazılı paslı ve ufalanmakta olan, bronz disk ile dişli çarklara benzer kalıntılardı. Bu mekanik araç, her neyse, yaklaşık 20 santimetre yüksekliğinde, 15 santimetre genişliğinde ve 10 santimetre kalınlığında tahtadan bir kutu içinde bulunuyordu.

İlk temizlikten sonra, Antkythera Mekanizması olarak adlandırılan şeyin birbiri içine geçmiş pek çok dişli çarkı içeren, olağanüstü karmaşıklıkta bir makine olduğu anlaşılmıştı. Bununla birlikte, pek çoğu birbirine kaynamış olan kırılgan paslı parçalar üzerindeki ağır kalker birikimleri parçanın doğru biçimde yeniden birleştirilmesini güçleştirmiştir. Kimi arkeologlar bunun eski bir usturlab* olduğunu, ötekileriyse, bir seyir aracı için çok karmaşık olduğunu ve bir çeşit saat olması gerektiğini söylemişler. İslam ve Çin gökbilim makinelerindeki diş-

* Eski çağlarda gökcisimlerinin uzaklığını belirlemede kullanılan bir gözlem aracı. (ç.n.)

lilerle çalışan saatlere ilişkin en eski kanıtlar MS 1000'den daha eski olmadığından, pek çok araştırmacı için Yunanlıların bu teknolojiye bin yıl öncesinden sahip olduklarını ileri sürmek kabul edilemez görünmüştür.[2] Kimileri, mekanizmanın gerçekte antikçağa ait olmadığı ve aynı yerde daha sonra batan bir başka gemiye ait olduğunu ileri sürdüler. Bu son sav, en azından, disklerin kesinlikle yalnızca ilkçağda kullanılan bir malzeme olan bronzdan yapılmış olması, halbuki daha yeni aletlerin pirinçten yapılıyor olmaları yüzünden kabul görmemiş.

On yıllar sonra, temizleme teknikleri ilerledikçe, daha fazla yazısı okunabilir ve mekanizma daha görünür hale geldi. Yine de makinenin amacı bir giz olarak kalmıştı. 1959'da, Antikythera Mekanizmasını inceleyen Derek J. de Solla Price *Scientific American* dergisinde kapak yazısı olarak, "Eski Bir Yunan Bilgisayarı" başlıklı bir yazı yayımladı. Price bu yazıda, aracın yıldızlarla gezegenlerin devinimini hesaplamakta kullanılan ve De'Dondi'nin gezegen saatinin ilk atalarından biri olarak görülebilecek bir araç olduğunu ileri sürmüştür.[3] Bilinen ilk mekanik saat on dördüncü yüzyıla ait olduğundan, bu sav yine, böyle bir gelişkin ve ince teknolojinin eski Yunanlılara ait olamayacağı, bunun daha sonraki bir tarihte yapılmış olması gerektiği biçiminde karşı savlara yol açtı. 1971'de, Price ve Yunanlı meslektaşları, o zaman-



Antikythera Mekanizmasındaki bütün dişlilerin genel planı.

lar yeni olan gamma ve x-ışınları teknolojisiyle parçaları incelemeye başladılar. Bulmacanın son parçası, kayıp bir parçanın müzenin depolarında bulunmasıyla çözüldü. Artık makineyi yeniden kurmak mümkündü.

Price şöyle yazıyordu: "Mekanizma, bir sarkaç dişlisi olmayan büyük bir gökbilim saatine ya da zahmetli hesaplamaları azaltmak için, mekanik parçalar kullanan modern bir analog bilgisayara benziyor".[4] Öndeki kadrana burç simgeleri işlenmiş ve devingen bir halka, yılın hangi ayında olduğunu gösteriyor; arkada, birinde üç devingen halkanın olduğu iki kadran, ayın ve gezegenlerin devinimlerini gösteriyor. Saatin içinde devinim, iğneler ve kamalarla -hiç vida yok- bir araya getirilmiş otuzdan fazla iç içe geçmiş dişli çarkla sağlanıyor. Bu çarkların büyük bölümü, bir çarkın üçgen biçimindeki dişlerinin öteki çarkın dişine geçtiği, dairesel devinimi aktaran ve değiştiren basit yuvarlak çarklar. Price ayrıca, iki farklı dönüş hızını yani, güneşin yıldız devinimleriyle ayın büyüme ve küçülme devinimlerini birleştirerek, kavuşum ayı da denilen ayın devrelerini gösterecek daha karmaşık bir dişliler kümesi de keşfetti. Bu aslında, diferensiyel dişlilerin ilk bilinen örneğidir. Otomobillerin aksında bulunan ve gücü dönen tekerlekler arasında bölerek araç köşe dönerken iç tekerleğin daha kısa bir uzaklık kat etmesini sağlayan diferansiyel, 1827'de icat edilmiştir; Antikythera Mekanizmasındaki diferansiyel dişli ise iki bin yıl önce yapılmıştır. "Büyük uygarlıklarının çöküşünün hemen öncesinde, eski Yunanlıların, yalnızca fikirleriyle değil, bilimsel teknolojileriyle de bizim çağımızın bu kadar

yakınına geldiklerini bilmek, biraz korkutucu"[5] diye yazıyor Price.

Antikythera Mekanizması, antikçağdan bugüne kalan tek karmaşık mekanizma; yine de, onun benzersiz olmadığını biliyoruz. Benzer bir araç, MÖ birinci yüzyılda, "gökküresi"nin bir gösterisine tanıklık eden Cicero tarafından betimleniyor: "Gallus bu küreyi harekete geçirdiğinde, öyle oldu ki, bronz aletin üzerindeki öteki gezegenlerde olduğu gibi ay da güneşin pek çok tur gerisinde kaldı; dolayısıyla da güneşte o küredeki aynı tutulma sözkonusuydu; sonra da ay aynı noktaya geldi, ki bu nokta dünyanın gölgesiydi". Cicero etkilenmişti; "O zaman, bu Sicilyalıda, insan doğasının kavrayabileceğinden çok daha fazla deha olduğuna karar verdim".[6] Gökküresini yapan "bu Sicilyalı", yaklaşık yüz elli yıl önce ölmüş olan Arkhimedes'ti. Arkhimedes'in küresi antikçağ dünyasında ünlüydü; küreden Plutarkhos ve Ovidius da söz etmiştir. Arkhimedes'in ölümünden sekiz yüz yıl sonra bile, Claudianus, Jüpiter'in "gezegenlerin yasalarını, doğanın güvenilirliğini ve tanrıların buyruklarını kopyalamış [olan], Syrakusalı yaşlı adamın hüneri" karşısında mahçup düştüğünü anlatan bir şiir yazmıştı.[7] Ne var ki, bu yazarların hiçbiri teknik ayrıntılar hakkında bilgi vermiyordu. Eski göndermelerden, Arkhimedes'in kendisinin *Küre Yapımı Üzerine* başlıklı bir inceleme yazdığını biliyoruz; ancak bu çok öncelerden kaybolmuş. Price, Arkhime-

des'in, kendi gökküresinin sonraki bir kopyası olan Antikythera Mekanizmasında bulunan türden karmaşık bir dişli dizisini kullanmış olabileceği yorumunu yapıyor.

Arkhimedes, Sicilya adasındaki varlıklı bir Yunan kent devleti olan Syrakusa vatandaşıydı. Yaklaşık MÖ 287'de, bir gökbilimcinin oğlu olarak dünyaya geldi; gençken, İskenderiye'ye, büyük Eukleides'ten sonra gelen bilginlerin yanına matematik öğrenmeye gönderildi. Syrakusa'ya dönüşünde, kendisini bilime adadı. İlkçağ dünyasının hem düzlem hem de uzay geometrisinde, helezonun geometrisinin tanımlanması de dahil olmak üzere, bir dizi kanıtı geliştiren en önde gelen matematikçisi oldu. Düzlemlerin dengesi hakkında birkaç inceleme yazdı; mekanik biliminin matematik temellerini kurdu. Ayrıca, tek başına hidrostatik bilimini, yani fiziğin devinimsiz durumda ve basınç altında olan sıvılarla ilgilenen kolunu buldu.

Arkhimedes, kendisinin en gözde önermesi olan, bir küreyle bunu çevreleyen silindir arasındaki tam oranın hesaplanması önermesinin mezar taşına işlenmesini vasiyet etmiş. Arkhimedes, yetmiş beş yaşında ölmüş. Yüz elli yıl sonra Cicero, Sicilya'da Roma yöneticisi olarak görev yaparken, mezarını aramış ve bakımsızlığını görünce onartmış. Cicero, Arkhimedes'e duyduğu ilgiyle, Diodorus Siculus, Livy ve Plutarkhos gibi daha sonraki tarihçilerden çok önce Arkhimedes'le ilgilen-

miş. Kuşkusuz, bu tarihçiler üç yüz yıl (Plutarkhos'un durumunda, dört yüz yıl) geriden yazıyorlardı; o zamana gelindiğinde geriye yalnızca öyküler kalmıştı. Bunlardan birisi, Arkhimedes'in ölümüyle ilgiliydi. İkinci Pön Savaşı sırasında, Roma ordusu Syrakusa'ya saldırmış, iki yıllık bir kuşatmanın ardından da kent düşmüştü. Plutarkhos'a göre, amatör bir matematikçi olan muzaffer Romalı general Marcellus, ünlü Arkhimedes'i getirmesi için bir askerini gönderdi. Plutarkhos, "Kaderin cilvesi, o [Arkhimedes], bir diyagram kullanarak çözmeye çalıştığı bir soruna dalmıştı; zihniyle gözlerini bütünüyle işine verdiğinden, ne Romalıların saldırısını, ne de kenti ele geçirişlerini duymuştu" diye yazıyor. "Ve bir asker birdenbire gelip Marcellus'a gitmek üzere kendisini izlemesini emredince, sorunu deneyle kanatlanabilir bir çözüme kavuşturmadan gelmeyi reddetti; bunun üzerine çok sinirlenen asker kılıcını çekerek onu öldürdü".[8] Pişmanlık dolu Marcellus'un matematikçinin mezarını kendi elleriyle yaptığı söylenir. Marcellus ayrıca Arkhimedes'in gökkürelerinin ikisini almış; bunlardan birisi daha sonra, onu Cicero'ya gösteren gökbilimci Gallus'un eline geçmişti.

Arkhimedes hakkında anlatılan en ünlü öykü, onun çelenk sorunu da denen soruna getirdiği çözümle ilgilidir. Syrakusa kralı Hieron, tanrılara adak olarak bir altın çelenk yaptırmış. Hieron ku-

yumcuya altını vermiş, o da bir süre sonra bitmiş çelenk getirmiş. Hieron, altının gümüşle karıştırıldığından kuşkulanıyor, ancak bunu kanıtlayamıyormuş. Çelenk, kutsanmış olduğu ve bozulamayacağı için, kimyasal bir sınama yapılamıyormuş. Kuyumcu suçu kabullenmediğinden, kral Arkhimedes'in yardımını istemiş. Matematikçi sorunu düşünmüş ve basit bir deney geliştirmiş. Çelengi tartmış aynı ağırlıktaki altın ve gümüşü su dolu bir fıçıya daldırarak, her birinin ne miktarda su taşırdığını ölçmüş. Böylece, gümüşün altından daha fazla su taşırdığını görmüş. (Gümüşün özgül ağırlığı altınınkinin neredeyse yarısıdır) Suya batırılan çelenk, aynı ağırlıktaki altından daha fazla su taşırdığından, çelenkte gümüş de bulunduğu sonucuna varmış, böylece de çelengin gerçekte saf olmadığını kanıtlamış. Söylenceye göre, su deneyi Arkhimedes'in aklına, hamamda küvette otururken gelmiş. Taşan suyu gördüğünde, zihninde bir şeyler kıpırdamış. Vitruvius şöyle yazıyordu: "Neşeyle, küvetten çıktı ve çıplak olarak eve doğru koşmaya başladı. Yüksek sesle '*Evreka! Evreka!* [Buldum! Buldum!] diye bağırıyordu".[9]

Plutarkhos'a göre, Arkhimedes, "alet yapımını ve genel olarak kullanım ve kâra yönelik her türlü zanaatı adi ve bayağı bir şey diye görürdü; yalnızca güzellik ve kusursuzluklarıyla gündelik yaşamın her türlü gereksiniminin ötesine geçen şeylerin peşinde koşardı".[10] Yine de Arkhimedes'in Heron ya

da Maudslay'den daha az olmayan bir mekanik eğilimi olduğu da kuşkusuzdur. Arkhimedes'in zekâ ve yaratıcılık konusundaki ünü, efsaneleşmişti. Romalılar, bir kare biçimine tamamlanacak olan değişik biçimlerdeki fildişi parçaları olan ve çok yaygın bir yapboz oyununa, onun onuruna *Loculus Archimedius* adını vermişlerdi. Onun zekâsı kendini, hepsi de hâlâ kullanılan pek çok pratik buluşta göstermiştir: Birden fazla makarayla kaldırma gücünü artıran ve tek kişinin ağır nesneleri kaldırabilmesini sağlayan bileşik makara; bir makaranın etrafına sarılmış bir ipten oluşan, gemilerde ve madenlerde kaldırma işlerini yapan bucurgat ve dengeli tartının atası olan kollu kantar. Gökküresinin yanı sıra, bir su saati ve içindeki havanın suyla sıkıştırıldığı, hidrolik bir org da yaptığı da söylenmektedir.

Leonardo ve Ramelli gibi, Arkhimedes de, askeri mühendis olarak görev yaptı. Syrakusa kuşatması sırasında, savunma silahları yapmak için göreve çağrıldı. Yaklaşık 250 kilogram çeken taşları fırlatan mancınıklar ve gemileri alabora eden karmaşık su altı engelleri yaptı. En ünlü silahı, güneş ışınlarını yansıtarak düşman gemileri tutuşturan bir aynaydı. 1973'te, Ioannis Sakas adındaki Yunanlı bir mühendis, uzun süredir yalnızca renkli bir söylence olarak görülen şeyin uygulanabilir olduğunu kanıtlamak için, bu eski ışın silahının işleyen bir örneğini yaptı." Sakas, katranla kaplanmış kontraplak-

tan gemi modeline nişanladığı yetmiş tane bronz kaplı ayna kullanmıştı. Klasik metindeki "ok atımı" uzaklığına yaklaşık olarak denk olan 416 metre uzaklıktan, yangının başlaması ancak birkaç dakika sürdü.

1981'de, gözüpek Sakas bir başka Arkhimedes buluşu olan *architronito*'yu, yani buhar topunu sınadı. Bu araç, Leonardo da Vinci'nin çizim defterinde, dibi ısıtılan bir ocağa yerleştirilmiş bir top namlusu biçiminde gösterilmiş ve Leonardo tarafından Arkhimedes'e ait bir buluş olarak belirtilmişti. Kızgın namluya bir sarnıçtan su bırakıldığında, ortaya çıkan buhar bir gülleyi fırlatmaya yetecek bir basınç yaratıyordu. Leonardo, "bu makine bir talent [yaklaşık 10 kilogram] ağırlığındaki bir gülleyi altı stadia [yaklaşık 3000 metre] uzaklığa attı" diye yazıyordu.[12] Sakas'ın ölçeğine uygun modeli, çimentoyla doldurulmuş bir tenis topunu altmış metre uzaklığa fırlatmayı başardı.[13]

Plutarkhos'a göre Arkhimedes, her ağırlığın devindirilebileceğini ileri süren "Belirli Bir Ağırlığı Belirli Bir Güçle Devindirmek" başlıklı incelemeyi yazdığında Hieron matematikçiden, kıyıda duran yüklü bir gemiyi devindirerek savını kanıtlamasını istemiş. Arkhimedes aygıtlarını hazırlamış; gemiye bir ip bağlamış "ve sonra gemiyi, sanki suda yüzüyormuş gibi yavaşça ve düzgün bir biçimde devindirerek, büyük bir çaba harcamadan, belirli bir uzaklıkta oturduğu yerden çekmeye başladı."[14]

Arkhimedes, bu olay üzerine ünlü savını ortaya atmıştı: "Bana yalnızca bir destek verin, dünyayı yerinden oynatayım".[15] Arkhimedes, yetmiş beş tonluk ağır bir gemiyi nasıl yerinden oynatabildi? Plutarkhos'a göre bu, bileşik bir makarayla gerçekleşmişti; bir Bizans tarihçisinin yaptığı tanımlamada bir üçlü makaranın kullanıldığından söz ediliyor; Yunanlı tarihçi Athenaeus da, Arkhimedes'in bir sonsuz vida kullandığını yazıyor. A. G. Drachmann, geminin bu makinelerin birlikte kullanılmasıyla hareket ettirildiğini düşünmenin pek de anlamsız olmadığını söylüyor. Drachmann, bir sonsuz vida birleşiminden güç alan bir bucurgat tarafından çekilen bir beşli makaranın 1:125.000 oranında mekanik güç verdiğini hesaplamıştır.[16] Yani, ipteki yaklaşık 1/2 kilogramlık güç, altmış tondan fazla bir çekiş gücü yaratacaktır. Drachmann, sürtünmeyle yitirilen güç hesaba katılsa bile, Arkhimedes'in tek başına -öykünün farklı biçimleri bu nokta üzerinde birleşir- yakın bir mesafeden koca gemiyi kolayca çekebileceğini ileri sürmektedir.

Sonsuz vidanın mucidi kimdi? Günümüz tarihçilerinden bazıları, Platon'la aynı zamanda, yaklaşık MÖ 400'lerde yaşamış Pythagorasçı bir felsefeci olan Tarentumlu Arkhytas'a mal ederken, ötekiler, Arkhimedes'in daha genç bir çağdaşı olan Pergeli Apollonius'u göstermektedirler.[17] Drachmann, yalnızca Athenaeus'un gemiyi hareket ettirme öyküsüne göndermede bulunmakla kalmayıp, ayrıca

"vida aynı zamanda, ilk kez Arkhimedes tarafından bulunan bir çeşit makinenin de adıdır" diye yazan, Yunanlı bilgin Eustathius'dan da aktarma yaparak, Arkhimedes'in kendisini öne çıkarmaktadır.[18]

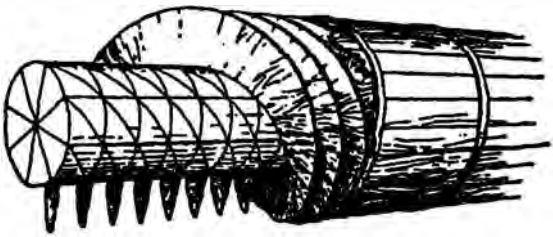
Drachmann'ın savı daha da anlam kazanıyor çünkü Arkhimedes'in adı bir başka vidayla, suyu yukarı çekmek için kullanılan bir araç olan su vidasıyla da eşleştirilmektedir. Su vidası, yaklaşık 30 santimetre çapında, 3-4,5 metre uzunluğunda olan, su geçirmez tahta bir tüp içine yerleştirilmiş dev bir vidadan oluşmaktadır. Her iki ucu da açık olan tüpün alt ucu suyun içine batırılır ve dar bir açıyla oturtulur. Tüpün dışına tutturulmuş takozlar üzerinde yürüyen bir kişi tarafından hareket ettirilen aygıt döndüğünde, aşağı uçtan giren su vidanın helezonik bölümlerinde, ya da dişlerinde, ilerler ve üstten dışarı çıkar. Su vidası yavaş döner, ancak kapasitesi çok büyüktür (açı daraldıkça, akış daha da fazlalaşacaktır); mekanik etkinliğinin de, daha sonra geliştirilen su çarkları ve kovalı taşıyıcı kayışlar gibi su çekme araçlarından daha üstün olan, yüzde 60 gibi yüksek bir oranda olduğu tahmin edilmiştir.[19*]

Su vidasına yapılan, MÖ ikinci yüzyıla ait en eski göndermeler hep buluşun sahibi olarak Arkhimedes'i göstermektedir. Diodorus'a göre Arkhimedes, İskenderiye'de delikanlılığında su vidasını icat

* Arkhimedes vidasının kullanımı, bugün de sürmektedir. Günümüzdeki vidalı taşıyıcılarda, vida silindirin içinde döner; eski çağlardaki biçimindeyse, bütün silindir dönüyordu.

etti.[20] Bu herhalde doğru. Araç, Mısır'daki tarımsal sulama için ideal: Büyük su çarklarının tersine, bir yerden ötekine kolayca taşınabilir; çektiği su çok olmasa da, düzlük delta için yeterli; hareketli parçalar içermeyen yalın tasarımı da Nil Nehri'nin alüvyonlu suyunun yaratacağı tıkanmalara karşı dayanıklı.

Su vidası teknolojisi Mısır'dan tüm Akdeniz'e yayıldı. Su vidaları başlangıçta sulama için kullanılıyordu ama başka kullanım alanları da vardı. Arkhimedes'in, Hieron'un devasa gemilerinden birinin sintine suyunu boşaltmak için bunları kullandığı söylenir. Su vidaları aynı zamanda, Romalılar tarafından, kentsel su sistemlerinde su çekmek ve madenlerdeki suyu dışarıya atmak için de kullanılmıştır. 1900'lerin başlarında, İspanya'daki eski Romalılara ait bakır madenlerinde, iyi korunmuş birkaç ağaç su vidası bulundu.[21] Yaklaşık 30 santimetre çapında, üç metre uzunluğundaki tüpler, ziftli bezlere sarılmış ve iplerle güçlendirilmişti; içlerindeki,



Arkhimedes vidası; MÖ birinci yüzyılda yazılan, Vitruvius'un *Mimari Üzerine On Kitap* yapıtının daha sonraki bir baskısından.

helezonik parçalar, birbirine yapıştırılmış ve bakır çivilerle tutturulmuş tahta parçalarıyla kaplanmıştı. Art arda dizilmiş böyle dört su vidası, suyu yaklaşık 6,5 metrelik dikey bir mesafeye çıkarabiliyordu. Diodorus şöyle tanımlıyor: "Bunlar, dönüşlerin sağladığı sürekli pompalamayla suyu kuyunun ağzına çekiyor ve böylece madendeki suyu boşaltıyor; çünkü bu makine öylesine zekice icat edilmiş ki, çok büyük miktardaki su, tuhaf bir biçimde ve çok az bir emekle boşaltılıyor".[22]

Diodorus, su vidasının yalınlığı ve etkinliğinden etkilenmişti; çünkü onu karmaşık kovalı taşıma bandı ve su çarkı gibi öteki antikçağ su taşıma araçlarla kıyaslıyordu. Çok kullanılan ve *tympanum* denilen su çarkı, yaklaşık 2,5-3 metre çapında, sekiz adet pasta dilimi biçiminde bölmesi olan büyük ve içi oyuk bir çarktı. Çark döndükçe su, suya batan en alttaki dolaba doluyor; dolap en tepeye çıktığındaysa boşalıyordu. *Tympanum*'un Arkhimedes'e esin vermiş olabileceği ileri sürülmüştür.[23] Aslında, eğer *tympanum* biçimi uzatılır ve merkezi ekseni çevresinde döndürülürse, bir silindirik helezon ortaya çıkar. Bu üç boyutlu tahmin, pek kolay görülebilir olmasa da, hünerli bir matematikçi için zor olmasa gerek. Arkhimedes'in su vidasındaki varsayılan mucitliği, bir başka tuhaf olguyla da desteklenmektedir. Su vidasının, bütün Yunan ve Roma yazınındaki tek ayrıntılı tanımı olan, Vitruvius'un tanımlaması, *sekiz* helezonik bö-

lümü olan bir su vidasını göstermektedir. Eğer su vidasını esinleyen *tympanum* olsaydı ortaya tam tamına bu sayı çıkardı.[24] Vitruvius herhalde özgün su vidasını tanımlamıştı; sonraki Romalı mühendisler, sekiz bölümün hiçbir mekanik yararının olmadığını üstelik maliyeti çok fazla artırdığını fark ederek sayılarını iki ya da üçe indirmişlerdi.

Arkhimedes *tympanum*'dan esinlenmiş olsun ya da olmasın, su vidası varlığını teknolojik evrimden çok insanın düş gücüne borçlu olan icatlardan biridir. Düş gücüyse, uçarıdır. Örneğin, eski Çinliler su vidasını bilmiyorlardı; aslında vidayı bilmiyorlardı: Vida, onların kendi başlarına bulmadıkları tek mekanik araçtır.[25] Öte yandan Romalılar, ağaç matkabını bulduklarında vidayı biliyorlardı; yine de hiçbir zaman, aynı ilkenin önemli bir delme sorununu da, yani açılan delik derinleştikçe talaşla tıkanması sorununu da çözebileceğini hiç fark edemediler. Helezonik gövdesi, uç döndükçe, biriken talaşı temizleyen, spiral matkap denilen alet, 1800'lerin başına kadar icat edilmemiştir.

Su vidası, yalnızca basit ve zekice tasarlanmış bir araç değildi; aynı zamanda, bildiğimiz kadarıyla helezonun insanlık tarihindeki ilk ortaya çıkışıydı. Vidanın keşfi, bir çeşit mucizeyi gösterir. Yalnızca Arkhimedes gibi bir matematik dâhisi ilk olarak helezonun geometrisini tanımlayabilir; yalnızca onun gibi bir mekanik dâhisi de, bu sıradışı biçimin pratikte uygulanmasını düşünebilirdi. İskenderi-

ye'de, genç bir adamken su vidasını bulduysa ve -inanmak istediğim gibi- helezon düşüncesini daha sonra sonsuz vidaya uyarladıysa, o zaman onun pek çok eşsiz başarısına küçük, ama hiç de önemsiz olmayan bir yenisini eklememiz gerekiyor: Vidanın Babası olmak.

Alet Sözlüğü



Londra tarzı tornavida



İskoç tarzı tornavida



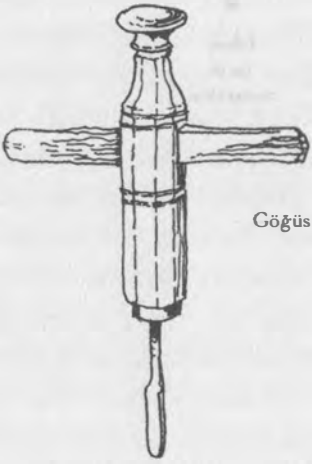
Cenazeci tornavidası



Beyefendilerin şık tornavidası



Dirsekli kol



Göğüs matkabı



Spiral uçlu
ağaç matkabı



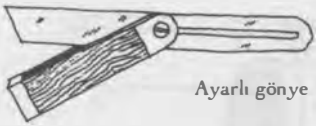
Fıçıcı keseri



Pirinçten plakaları olan tahta dirsekli kol

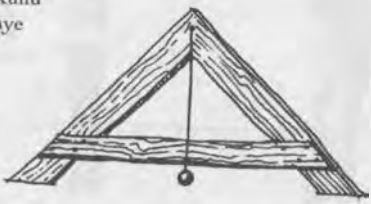


Lama gönye



Ayarlı gönye

Çeküllü gönye





Su terazisi



Tokmak



Kombine
kutu açacağı



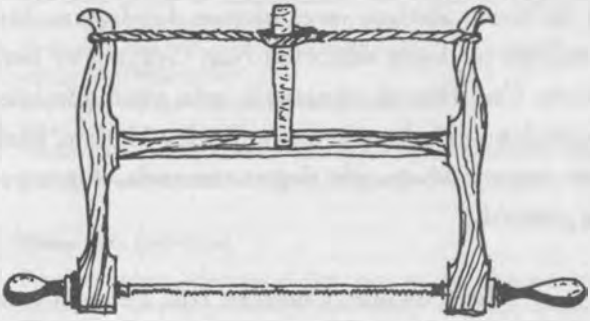
Rende

Zıvana testeresi



Eğri sırtlı testere





Kol testeresi

Teşekkür

İlk olarak, soruyu sorduğu için David Shipley'e teşekkürler. Yunanca alıntılar konusundaki yardımı için, Pennsylvania Üniversitesi klasik araştırmalar bölümü başkanı Prof. Ralph Rosen'e minnet borçluyum. Robert A. Ruhloff, dövme demirden mıhlar hakkında bilgileri ilginç örnekleriyle birlikte, bana gönderme sağlama nezaketini gösterdi. Jamie Kendrick, Adam Barzilay, Maria Gonzalez ve Yi-Ting Liu, yetkin araştırmacılar olarak yardımcı oldular. Milton Historical Society, mucit P. L. Robertson hakkında bilgi verdi. Pennsylvania Üniversitesi'ndeki Fisher Güzel Sanatlar Kütüphanesi ile Van Pelt Kütüphanesi görevlileri, her zamanki gibi yardımcı oldular. Bu kitabın, her ikisi de benim aletlere ve el işlerine duyduğum düşkünlüğü paylaşan editörüm Nan Graham ve temsilcim Carl Brandt olmasaydı, gün yüzü görebileceğinden kuşkuluyum. Eşim Shirley Hallam, bana her zaman olduğu gibi doğru zamanda, doğru yolu gösterdi.

The Icehouse, Chestnut Hill, Pennsylvania
Ekim 1999

Notlar

I. Bölüm: Marangozun Alet Çantası

1. Edward Rosen, "The Invention of Eyeglasses: Part 1"; *Journal of the History of Medicine* (Ocak 1956): 34-35.
2. Ken Kern, *The Owner-Built Home* (Oakhurst, Calif.: Owner-Builder Publications, 1972), 78.
3. W. L. Goodman, *The History of Woodworking Tools* (Londra: G. Bell & Sons, 1964), 199-201.
4. R. A. Salaman, *Dictionary of Tools: used in the woodworking and allied trades, c. 1700-1970* (Londra: George Allen & Unwin Ltd., 1975), 299.
5. Lynn White Jr., "Technology and Invention in the Middle Ages", *Speculum* 15 (Nisan 1940): 153.
6. Karşıt bir görüş için bkz., A. G. Drachmann, "The Crank in Graeco-Roman Antiquity", *Changing Perspectives in the History of Science: Essays in Honour of Joseph Needham* (Londra: Heinemann, 1973), 33-51.
7. Bertrand Gille, Charles Joseph Singer ve diğ. (ed.) *A History of Technology: Vol. II, The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages c. 700 B.C. to c. A.D. 1500* (New York: Oxford University Press, 1957) içinde, "Machines", 651.
8. Bertrand Gille, "The Fifteenth and Sixteenth Centuries in the Western World", *A History of Technology and Invention: Vol. II, The First Stages of Mechanization*, çev. Eileen B. Hennessy (New York: Crown Publishers, 1969) içinde, 23.
9. Graham Hollister-Short, "Cranks and Scholars", *History of Technology* 17 (1995): 223-24.
10. Goodman, *History of Woodworking Tools*, 178.
11. a.g.e., 9.
12. "Tools: Later development of hand tools: SCREW-BASED TOOLS: Screwdrivers and wrenches", *Britannica Online*, Aralık 1998.

II. Bölüm: Vida Çeviriciler

1. Peter Nicholson, *Mechanical Exercises: or, the elements and practice of Carpentry, Joinery, Bricklaying, Masonry, Slating, Plastering, Painting, Smithing, and Turning* (London: J. Taylor, 1812), 353.
2. Joseph Moxon, *Mechanick Exercises: or, the Doctrine of Handy-Works* (London: J. Moxon, 1693), A5-6.

3. *The Greek Anthology*, çev. W. R. Patton (Londra: William Heinemann, 1916), 405.
4. "Navigation", *Encyclopaedia Britannica*, cilt 12 (Edinburgh: A. Bell and C. Macfarquhar, 1797), çizim 343. Gönderme Joseph E. Stanford "Carpenters' Tool Notes", Henry C. Mercer, *Ancient Carpenters' Tools: Together with Lumbermen's, Joiners' and Cabinet Makers' Tools in Use in the Eighteenth Century* (Doylestown, Pa.: Bucks County Historical Society, 1975), 311 içinde yer almaktadır.
5. *A Dictionary of American English: on historical principles*, cilt 4 (Chicago: University of Chicago Press, 1944), 2045.
6. R. A. Salaman, *Dictionary of Tools: used in the woodworking and allied trades, c. 1700-1970* (Londra: George Allen and Unwin Ltd., 1975), 450.
7. a.g.e., 449.
8. A. J. Roubo, "L'art du Menuisier en Meubles", *Description des Arts et Métiers*, cilt 19 (Paris: Académie des Sciences, 1772), 944 (yazarın çevirisi).
9. *Encyclopédie: ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, cilt 17 (Neuchastel: Samuel Faulche & Co., 1765), 484 (yazarın çevirisi).
10. Adolphe Hatzfeld ve Arséne Darmesteter, *Dictionnaire Général de la Langue Française: du commencement du XVIIc siécle jusqu'à nos jours*, cilt 2, (Paris: Librairie Delegrave, 1932), 2171.
11. James M. Gaynor ve Nancy L. Hagedorn, *Tools: Working Wood in Eighteenth-Century America* (Williamsburg, Va.: Colonial Williamsburg Foundation). 11.
12. Linda F. Dyke, *Henry Chapman Mercer: An Annotated Chronology* (Doylestown, Pa.: Bucks County Historical Society, 1989), 11.
13. Kenneth D. Roberts, *Some 19th Century English Woodworking Tools: Edge & Joiner Tools and Bit Braces* (Fitzwilliam, N. H.: Ken Roberts Publishing Co., 1980).
14. Bkz. Witold Rybczynski, "One Good Turn", *New York Times Magazine*, Nisan 18, 1999, 133.

III. Bölüm: Göz, Gez, Arpacık

1. Lynn White Jr., "The Act of Invention: Causes, Contexts, Continuities, and Consequences", *Technology and Culture*, 3 (sonbahar 1963): 486-500.
2. Martha Teach Gnudi, "Agostino Ramelli and Ambrose Bachot", *Technology and Culture*, 15, no. 4 (October 1974): 619.
3. *The Various and Ingenious Machines of Agostiono Ramelli (1588)*, çev. Martha Teach Gnudi (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1976), 508.

4. Bert S. Hall, "A Revolving Bookcase by Agostino Ramelli", *Technology and Culture*, 11, no. 4 (Temmuz 1970): 397.
5. Georgius Agricola, *De Re Metallica*, çev. H. C. Hoover ve L. H. Hoover (New York: Dover Publications, 1950), 364.
6. Christoph Graf zu Waldburg Wolfegg, *Venus and Mars: The World of the Medieval Housebook* (Münih: Prestel-Verlag, 1998), 8.
7. Hugh B. C. Pollard, *Pollard's History of Firearms*, Claude Blair, ed. (New York: Macmillan, 1983), 29.
8. John Keegan, *A History of Warfare* (Alfred A. Knopf, 1993), 329.
9. Fernand Braudel, *The Structures of Everyday Life: Vol. 1, The Limits of the Possible*, çev. Siân Reynolds (New York: Harper & Row, 1981), 392.
10. Pollard, *Pollard's History of Firearms*, 55.
11. a.g.e., 35.
12. a.g.e., 18.
13. Joseph Moxon, *Mechanick Exercises: or, the Doctrine of Handy-Works* (London: J. Moxon, 1693), 33-34.
14. Charles John Ffoulkes, *The Armourer and His Craft: From the XIth to the XVth Century* (New York: Benjamin Blom, 1967), 55.
15. Claude Blair, *European Armour: circa 1066 to circa 1700* (Londra: B. T. Batsford Ltd., 1958), 162.
16. Ffoulkes, *The Armourer and His Craft*, 24.
17. a.g.e., Resim V.

IV. Bölüm: Küçük Buluşların En Büyüğü

1. Georgius Agricola, *De Re Metallica*, çev. H. C. Hoover ve L. H. Hoover (New York: Dover Publications, 1950), 364.
2. G. H. Baillie, C. Clutton ve C. A. Ilbert, *Britten's Old Clocks and Watches and Their Makers* (New York: E. P. Dutton, 1956), 14.
3. a.g.e., 64.
4. Joseph Chamberlain, "Manufacture of Iron Wood Screws", British Association for the Advancement of Science, Committee on Local Industries, *The Resources, Products, and Industrial History of Birmingham and the Midland Hardware District* (Londra: R. Hardwicke, 1866) içinde, 605-6.
5. Henry C. Mercer, *Ancient Carpenters' Tools: Together with Lumbermen's, Joiners' and Cabinet Makers' Tools in Use in the Eighteenth Century* (Doylestown, Pa.: Bucks County Historical Society, 1975), 259.
6. H. W. Dickinson, "Origin and Manufacture of Wood Screws", *Transactions of the Newcomen Society* 22 (1941-42): 80'den aktarma.

7. a.g.e, 81.
8. a.g.e., 89.
9. Ken Lamb, *P. L.: Inventor of the Robertson Screw* (Milton, Ont.: Milton Historical Society, 1998), 35.
10. a.g.e., 16.
11. Henry F. Phillips ve Thomas M. Fitzpatrick, "Screw", ABD patent numarası 2.046.839, 7 Temmuz 1936.
12. American Screw Company'den Henry F. Phillips'e yazılan 27 Mart 1933 tarihli mektuptan.
13. Mead Gliders, Chicago'dan American Screw Company'ye yazılan 27 Mart 1933 tarihli mektuptan.
14. Wentling Woodcrafters, Camden, N. J.'den American Screw Company'ye yazılan 15 Haziran 1938 tarihli mektuptan.
15. "The Phillips Screw Company" (basılmamış makale, Phillips Screw Company, Wakefield, Mass).
16. *Consumer Reports* 60, no. 11 (Kasım 1995): 695.

V. Bölüm: İnce Ayarlar

1. L. T. C. Rolt, *A Short History of Machine Tools* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1965), 59.
2. Robert S. Woodbury, *Studies in the History of Machine Tools* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1972), 20-21.
3. a.g.e, 49.
4. Christoph Graf zu Waldburg Wolfegg, *Venus and Mars: The World of Medieval Housebook* (Münih: Prestel-Verlag, 1998), 88.
5. Jacques Besson, *Theatrum Machinarum* (Lyon: 1578), tablo IX.
6. Charles Plumier, *L'art de tourner* (Lyon: 1701).
7. Maurice Daumas ve André Garanger, "Industrial Mechanization", *A History of Technology & Invention*, Maurice Daumas (der.), çev. Eileen B. Hennessy (New York: Crown Publishers, 1969), 271.
8. James Nasmyth, *James Nasmyth, Engineer: An Autobiography* (Londra: John Murray, 1885), 136.
9. a.g.e., 144.
10. a.g.e., 128.
11. L. T. C. Rolt, *Great Engineers* (Londra: G. Bell and Sons, 1962), 105.
12. Samuel Smiles, *Industrial Biography: Iron-workers and Tool-Makers* (Boston: Ticknor & Fields, 1864), 282.

VI. Bölüm: Mekanik Eğilim

1. Samuel Smiles, *Industrial Biography: Iron-workers and Tool-Makers* (Boston: Ticknor & Fields, 1864), 337.

2. a.g.e., 223.
3. a.g.e., 312.
4. a.g.e., 204 (yazarın çevirisi).
5. W. L. Goodman, *History of Woodworking Tools* (Londra: G. Bell & Sons, 1964), 105.
6. Vitruvius, *The Ten Books on Architecture*, çev. Morris Hicky Morgan (New York: Dover Publications, 1960), 184.
7. A. G. Drachmann"Ancient Oil Mills and Presses", *Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Archaelogisk-kunshistoriske Meddelelser* 1, no. 1 (1932): 73.
8. a.g.e., 76.
9. Bertrand Gille, "Machines", *A History of Technology*, cilt 2, Charles Joseph Singer ve diğ. (der.) (New York: Oxford Universuty Press, 1957) içinde, 631-32.
10. John James Hall, "The Evolution of the Screw: Its Theory and Practical Application", *Horological Journal*, Temmuz 1929, 269-70.
11. John W. Humphrey ve diğ., *Greek and Roman Technology: A Sourcebook* (Londra: Routledge, 1998), 56'dan aktarma.
12. A. G. Drachmann, "Heron's Screwcutter", *Journal of Hellenic Studies* 56 (1936): 72-77.
13. John W. Humphrey ve diğ., *Greek and Roman Technology*, 56'dan aktarma.
14. Hall, "The Evolution of the Screw: Its Theory and Practical Application", *Horological Journal*, Ağustos 1929: 285'ten aktarma.
15. Vitruvius, *Ten Books*, 285.
16. Henry C, Mercer, *Ancient Carpenters' Tools: Together with Lumbermen's, Joiners' and Cabinet Makers' Tools in Use in the Eighteenth Century* (Doylestown, Pa.: Bucks County Historical Society, 1975), 273.

VII. Bölüm: Vidanın Babası

1. Derek J. de Solla Price, "Gears from the Greeks: The Antikythera Mechanism - A Calendar Computer from ca. 80 B.C.", *Transactions of the American Philosophical Society* 64, pt. 7 (Kasım 1974): 51.
2. Derek J. de Solla Price, "Clockwork Before the Clock", *Horological Journal* (Aralık 1955): 810-14.
3. Derek J. de Solla Price, "An Ancient Greek Computer", *Scientific American*, Haziran 1959, 60-67.
4. a.g.e., 66.
5. a.g.e., 67.
6. John W. Humphrey ve diğ., *Greek and Roman Technology: A Sourcebook* (Londra: Routledge, 1998), 57-58'den aktarma.

7. Claudius Claudianus, *Shorter Poems* 51, Humphrey ve diğ., *Greek and Roman Technology* içinde, 58.
8. *The Works of Archimedes*, T. L. Heath, (der.) (New York: Dover Publications, 1953), xviii'den aktarma.
9. Vitruvius, *The Ten Books on Architecture*, çev. Morris Hicky Morgan (New York: Dover Publications, 1960), 254.
10. E. J. Dijksterhuis, *Arkhimedes'ten aktarma*, çev. C. Dikshoorn (Kopenhag: Ejnar Munksgaard, 1956), 13.
11. *New York Times*, 11 Kasım 1973.
12. D. L. Simms, "Archimedes' Weapons of War and Leonardo" *British Journal of the History of Science* 21 (1988): 196'dan aktarma.
13. *The Times*, 15 Mayıs 1981.
14. A. G. Drachmann, "How Archimedes Expected to Move the Earth" *Centaurus* 5, no. 3-4 (1958): 278'den aktarma.
15. Dijksterhuis, *Archimedes*, 15'ten aktarma.
16. Drachmann, "How Archimedes Expected to Move the Earth", 280-81.
17. R. J. Forbes, "Hydraulic Engineering and Sanitation", *A History of Technology*, cilt 2, Charles Joseph Singer ve diğ. (der.) (New York: Oxford University Press, 1957), 677; A. G. Drachmann, *The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity* (Kopenhag: Munksgaard, 1963), 204.
18. A. G. Drachmann, "The Screw of Archimedes", *Actes de VIII^e Congrès International d'Histoire des Sciences, Florence-Milan, 3-9 Septembre 1956*, cilt 3 (Floransa: Vinci, 1958), 940-41'den aktarma.
19. John Peter Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water-Lifting Devices: The History of Technology* (Toronto: The University of Toronto, 1984), 297, 365.
20. Humphrey ve diğ., *Greek and Roman Technology*, 317.
21. William Giles Nash, *The Rio Tinto Mine: Its History and Romance* (Londra: Simpkin Marshall Hamilton Kent & Co., 1904), 35.
22. Diodorus Siculus, *The Historical Library of Diodorus the Sicilian; in Fifteen Books*, çev. G. Booth (Londra: W. M'Dowall for J. Davis, 1814).
23. Bkz. Drachmann, *Mechanical Technology*, 154.
24. Vitruvius, *Ten Books*, 297.
25. Joseph Needham ve Wang Ling, *Science and Civilization in China, Introductory Orientations* (New York: Cambridge University Press, 1954), 241.

Resimlerin Alındığı Kaynaklar

12. sayfa, 86. sayfa: *A History of Technology: Vol. II, The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages c. 700 B.C. to c. A.D. 1500*, ed. Charles Joseph Singer ve diğ. (New York: Oxford University Press, 1956), 152, 334; 31. sayfa: Kenneth D. Roberts, *Some 19th Century English Woodworking Tools: Edge & Joiner Tools and Bit Braces* (Fitzwilliam, N. H.: Ken Roberts Publishing Co., 1980), 234; 39. sayfa: *The Various and Ingenious Machines of Agostino Ramelli (1588)*, çev. Martha Teach Gnudi (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1976), şekil 188; 41. sayfa: *The Various and Ingenious Machines of Agostino Ramelli (1588)*, çev. Martha Teach Gnudi (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1976), şekil 129; 47. sayfa: *Wapenhandelinghe van Roers, Musquetten end Speissen, Achtervolgende de Ordre van Syn Excellente Maurits, Prince van Orangie... Figuirlyck vutgebeelt door Jacob de Gheyn* (The Hague, 1607); tıpkıbasım, New York: McGraw-Hill, 1971; 48. sayfa: Hugh B. C. Pollard, *Pollard's History of Firearms*, ed. Claude Blair (New York: Macmillan, 1983), 35; 54. sayfa, 56. sayfa: Charles John Ffoulkes, *The Armourer and His Craft: From the XIth to the XVIth Century* (New York: Benjamin Blom, 1967), 55, V. şekil, ikisi de yazar tarafından yeniden çizilmiştir, 69. sayfa: Ken Lamb, *P. L.: Inventor of the Robertson Screw* (Milton, Ont.: Milton Historical Society, 1998), 152; 81. sayfa: Christop Graf zu Waldburg Wolfegg, *Venus and Mars: The World of the Medieval Housebook* (Münih: Prestel-Verlag, 1998), 88; 90. sayfa: Robert S. Woodbury, *Studies in the History of Machine Tools* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1972), şekil 30; 106. sayfa: T. K. Derry ve Trevor I. Williams, *A Short History of Technology* (New York: Oxford University Press, 1960), 236; 111. sayfa: A. G. Drachmann, *Ancient Oil Mills and Presses* (Kopenhag: Levin & Munksgaard, 1932), 159, yazar tarafından yeniden çizilmiştir; 123. sayfa: Derek J. de Solla Price, "Gears from the Greeks: The Antikythera Mechanism- a Calendar Computer from ca. 80 B.C.," *Transactions of the American Philosophical Society* 64, 7 (Kasım 1974): 37; 133. sayfa: M. H. Morgan, Vitruvius, *The Ten Books on Architecture* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1946), 295. 92, 107, 113, 115, 137-143. sayfalardaki resimler yazar tarafından çizilmiştir.

Dizin

Académie Française, 24
Agricola, Georgius, 38-40, 43, *57*, 117
Ağaç boru, 40
Ağaç matkabı, 10-11, 12, 13, 14, 25, 35, 40, 42, 114, 119, 135, 139
  göğüs matkabı, 11, 138
  spiral ağaç matkabı, 135, 139
  uzun saplı ağaç matkabı, 40
Ahşap kesme ve işleme, 4, 10, 29, 40
Alembert, Jean Le Rond d', 21, 23
Aletler:
  denizcilik, 19, 88, 89
  matematiksel, 18, 87, 126
  ölçüm, 5-6, 111, 117
  tıbbi, 114, 117
Amerikan Vida Şirketi, 66, *72*
Ancient Carpenters' Tools (Mercer), 26
Andreas, 114
Antikythera mekanizması, 121
Arkebüz, 22, 45-46
Arkebüzcü çeviricisi, 49, 56, 103
Arkebüzcü tornavidası, 22, 49
Arkhimedes, 36, 125-131, 132, 133, 134, 135
Art de tourner, L' (Plumier), 86
Astroloji, 42
Athenaeus, 131
Atlı mızrak dövüşü, 51-52
Ayarlı gönye, 5, 141
Aynalar, 129-130

Babbage, Charles, 99
Balta, 9, 40
  çift ağızlı balta, 9
Balta-keser, 9
Balyoz, 9
Başsız çivi, 51
Bataille, E. M., 103
Bearing the Cross (Çarmıhı Taşımak), 12
"Belirli Bir Ağırlığı Belirli Bir Güçle Devindirmek" (Arkhimedes), 130
Besson, Jacques, 85-86
Beyefendilerin şık tornavidası, 137

Beyefendilerin şık vida çeviricisi, 32
Bilgisayar, 99, 122, 124
Biz, 25
Bramah, Joseph, 90-91
Britten's Old Clocks and Watches and Their Makers, 60
Bronz Çağı, 8
Brunel, Isambard Kingdom, 93, 102
Brunel, Marc, Isambard, 92-93, 102
Bucurgatlar, 129, 131
Buhar makinesi, 13, 93, 94, 95, 100, 101, 103
Buharlı çekiç, 99
Burgu, 20

Campin, Robert, 11
Cenazecinin tornavidası, 20, 137
Cıvata, 19, 25, 37, 59, 61, 96, 116, 117
Cıvata biçimli vidalar, 25
Cicero, 125, 126, 127
Claudianus, 125
Clement, Joseph, 99, 100, 102
Consumer Reports, 174
Cook, James, 89-90

Çarklı emniyet, 49
Çekme halkası, 20
Çekiç, 2-3, 9, 10, 11, 12, 19, 35, 40, 42, 56, 59
  buharlı, 99
  çatal, 10, 35
  keser gözlü, 10
  kombine, 9, 142
  yuvalı, 103
  ayrıca bakınız; tokmak; topuz; balyoz
Çekül, 5, 141
Çeküllü gönye, 5, 141
Çelik, 22, 24, 30, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 61, 63, 68, 82, 88, 94, 95
Çevirici, 49, 56, 103
Çıkrık, 83
Çilingir, 52, 62, 91
Çin, eski, 34, 121, 135
Çivi tabancası, 4

De Re Metallica (Agricola), 38-40
De 'Dondi, Giovanni, 59-60, 122
Delik testeresi, 14
Demir, 7, 35, 37, 38, 40, 42, 44, 49, 51, 57, 58, 59, 87, 93, 97, 99, 102, 112, 116, 117

ergitme, 40
vidalar, 40, 53, 59, 61, 63, 82, 94
Demir testeresi, 7, 59, 61
Demircilik, 18, 25, 59, 61-62, 91, 104
Dictionary of Tools (Salaman), 20
Dictionnaire Générale de la Langue Française, 24, 32
Diderot, Denis, 21, 23, 49
Dikiş makinesi vida çeviricisi, 32
Diodorus Siculus, 126, 132, 134
Dioptra, 111
Dirsekli kol, 11, 12, 68
ahşap dirsekli kol, 12
dirsekli kolda krank, 13-14, 21
ayrıca bakınız: marangozun dirsekli kolu
Disston, Henry, 7-8
Dişli çarklar, 121-125
Diverse et artificiose machine, Le (Ramelli), 36, 39, 41
Doğrama (marangozluk), 4, 8-9, 32-33, 65
Dökümhane, 44
Döner mandal, 51
Dönme dolap, 38
Drachmann, A.G., 115, 131, 132
Düğme, 33-34, 79
Dürer, Albrecht, 34-35, 43, 44

Eğe, 25
El testeresi, 2, 4, 6-8, 33, 35
eğri sırtlı, 8, 143
Eski Mısır, 6-7
kökenleri, 6-8
ayrıca bakınız: zıvana testeresi; demir testeresi; testere
El aletleri, 4-16
çakma, 5, 9-10
delme, 5, 10-14, 19
dört grup olarak, 5
elektrikli, 4, 75
kombine, 9-10, 68, 103-104, 142
kesme ve biçim verme, 5, 6-9
köken ve tarihi, 5-14, 15-16, 18-27
marangozun, 4-16,
ölçme, 5-6
sanatsal gösterim ve çizimleri, 11-12, 21-23, 24, 30-32, 34-35, 36-40, 42-43, 47-48, 55-56, 108, 137-143
vücudun uzantısı olarak, 4
Elektrik, 3, 4, 70, 74, 75

Elektrikçilerin tornavidası, 20
Encyclopaedia Britannica, 16, 19, 20
Encyclopédie (Diderot ve d'Alembert), 21- 23, 24, 25, 32, 43, 49, 61, 62, 83
Eukleides, 126
Eustathius, 132
Ev inşası, 3, 8, 28

Fare kapanı, 11, 68
Fark motoru, 99
Ffoulkes, Charles, 54-56
Fisher Karoseri Şirketi, 70
Fizik, 3, 126
Ford, Henry, 70-71
Franke, Meister, 12
Franklin, Benjamin, 2
Frick Koleksiyonu, 42, 80, 82

Gallus, 125, 127
Gardner Müzesi, 28
Gardner, Iseballa Stewart, 28
Gemi yapımı, 11, 65, 70, 73, 93-94
General Motors, 73
Goodman, William Louis, 15, 26
Gökküresi, 125, 126, 127, 129
Gökbilim, 2, 59, 88, 89, 121, 124, 126, 127
Gönyeburun düzeneği, 7
Gözlük, 2, 3, 42
Great Western, 93
Greenwich Armory, 52
Gutenberg, Johannes, 105

Helezon, 104, 112-116, 117, 135
Hieron, Syrakusa kralı, 127-128, 130, 133
Historia Naturalis (Baba Pliny), 108-109
History of Woodworking Tools (Goodman), 15-16, 26
Hodometre, 111
Humbara, 44

İkiye dört tahta, 4
İngiliz anahtarı, 19, 25, 37, 43, 49, 67, 68
İngiliz Sanat ve Zanaat hareketi, 27
İskenderiyeli Heron, 108-111, 114-115, 119, 120, 128
İskenderiyeli Pappus, 116
İskoç tarzı tornavida, 32, 137

Japon, 6, 34
Jefferson, Thomas, 59
Jeneratör, 3
Jet motoru, 44
Josephus, 116

Kalıp (vida), 19, 53, 96
Kkama, 10, 38, 112, 114
Kaplumbağa, 112, 114
Kern, Ken, 4
Keser, 8, 9, 15, 10, 15, 29, 35, 40
  fıçıcı keseri, 139
Keski, 8, 11, 25, 40, 58, 79, 83
Kitap çarkı, 37-38
Kitap rafı, döner, 37, 38
Kollu kantar, 129
Kombine kutu açacağı, 9, 142
Komutan topuzu, 8-9, 29
Kopça ve geçme halkası, 34
Kovalı taşıma bandı, 37, 134
Körük, 40, 42, 58, 117
Krank, 13-14, 21, 80, 81, 85
Kuşakçı, 61, 62, 64, 78
Kuşatma makinesi, 36
Küre Yapımı Üzerine (Arkhimedes), 125

Lama gönye, 5, 140
Leonardo da Vinci, 36, 84, 85, 91, 92, 94, 129, 130
Londra tarzı tornavida, 32, 137
Louis XVI., Fransa Kralı, 87

Madencilik, 40, 77
Mancınık, 36, 129
Manivela, 9, 37, 42
Mantar (şişe), 24
Marangoz tezgâhı, 15, 16, 79
Marangoz tornavidası, 22-23
Marangozun dirsekli kolu, 11-14, 16, 21, 29, 32, 33, 49, 68, 103, 104, 138, 140
Matkap, 4, 29, 40, 74, 135
  yaylı, 10, 13, 19, 29
Mechanical Exercises (Nicholson), 17, 20
Mechanick Exercises (Moxon), 18, 52
Medieval Housebook, 40-43, 49, 55, 80-84, 94, 105
Melancolia I (Dürer), 35

Mengene, 37, 53, 68, 82, 104, 105, 114
Mensor aedilicorum, 5
Menteşe, 19, 37, 62-63, 64, 67, 117
Mercer, Henry Chapman, 25-28
Mercer Müzesi, 28-30
Metropolitan Sanat Müzesi, 11, 46-49, 55
Mısır, Eski, 5, 10, 33, 79, 133
  kullandıkları aletler, 6-7, 10, 29, 79
Mızrak kalkanı, 52
Mikrometre, 95
Mil, 16, 61-62, 63, 78,
Milli kanca, 51
Mimari Üzerine On Kitap (Vitruvius), 108, 133
Minos uygarlığı, 9
Mobilya vida çeviricisi, 32-33
Moravian Pottery and Tile Works, 27
Morris, William, 27
Moxon, Joseph, 18-19, 25, 26, 30, 52, 53, 62
Multum in parvo aletler, 56
Mücevher ustasının tornavidası, 20

Nasmyth, James, 99-101
New England Vida Şirketi, 66
New York Times, 1, 32
Nicholson, Peter, 17, 18, 20

Optik, 2
Ortaçağ, 2, 26, 79
  aletleri, 6, 11, 13, 16, 34-56, 105
Ovidius, 125
Owner-Built Home, The (Kern), 4
Oxford English Dictionary (OED), 17, 20, 105

Ölçüm araçları, 5, 111, 117

Parmaklık rendesi, 16, 30
Parmaklıklı kapı kanırtma aleti, 37, 42
Perçin, 48, 51, 52, 51, 68, 93
Pergel, 35, 36
Pergeli Apollonius, 131
Petronel, 46-47, 48
Phillips, Henry F., 72-73, 74
Pirit, demir, 49
Platon, 131
Pliny, Baba, 108-109

Plumier, Charles, 86, 94
Plutarkhos, 125, 126, 127, 128, 130, 131
Poitrinal, 46
Pollard's History of Firearms, 48, 55
Pompa (tulumba), 13, 37, 40
Price, Derek J. de Solla, 119-120, 122, 124-125

Radar, 44
Ramelli, Agostino, 35-38, 39, 40, 41, 42, 43, 63, 85, 129
Ramsden, Jesse, 87-90, 94
Regula, 5
Rende, 8, 12, 16, 19, 29, 30, 79, 105, 142
Renntartsche, 52, 54
Roberts, Kenneth, 30, 32
Roberts, Richard, 99, 100
Robertson, Peter L., 68-71, 72, 73, 74, 75
Rogers, Charles, 66
Roubo, A. J., 21

Saatler:
  gökbilim saatleri, 38, 59-60
  kule saatleri, 59
Saat yapımı, 18, 29, 42, 59-61
Sakas, Ioannis, 129-130
Salaman, Raphael A., 20-21, 32
Salyangoz dişlisi, 110-111, 113
Scharfrennen, 51
Sekstant, 19, 88, 89
Seramik, 27-28, 120
Shipley, David, 1, 2, 14
Silah, 44-49
  doldurup ateşleme, 45-46, 48
  ışın, 129
  kullanılan vidalar, 47-49
  namlu, 44, 47, 48, 130
  tanksavar, 44
Silah yapımcısının tornavidası, 20
Silindirler, 37
Sloan, Thomas J., 66, 72
Stephenson, George, 101
Su çarkı, 82, 132-133
Su terazisi, 5, 141

Şerit metre, 5, 6

Tarentumlu Arkhytas, 131
Tekerlek, 13
Teleskop, 2, 89
Teodolit, 88, 111
Tezgâh mengenesi, 68, 105
Thompson, John, 72
Tirbuşon, 24, 68
Tire-bouchon, 24
Tire-fond, 24
Tokmak, 8, 40, 142
Top, 43-44
  buhar topu, 130
Torna, 29, 61, 65, 79-92
  döner, 70-87
  hassas, 94-97
  meneviş, 87
  sırıklı torna, 79-80
  tezgâh, 29, 80, 81, 89-90, 103
  vida kesme, 80-97
Torna kızağı, 91, 94
Tornacı, 78, 79, 80, 81, 82, 91
Tourne à gauche, 25
Tournevis, 21, 24, 25, 32
Trispast, 116
Turnuvalar, savaş, 51-52
Tünel, 93
Tylos, 112, 114, 115
Tympanum, 134-135

Üretim hattı, 93

Vida başı, 19, 52-53
Vida çevirici, 21, 32, 56
Vida kılavuzu, 114-115
Vida-iğnesi, 19, 53
Vitruvius Pollio, Marcus, 108, 116, 117, 128, 133, 134, 135

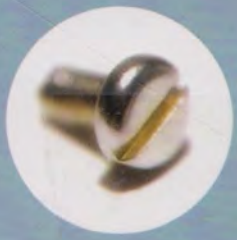
Whipple, Cullen, 66
White, Lynn Jr., 13
Whitworth, Joseph, 96-97, 99, 100, 101
William Marples & Sons firması, 31
Wyatt, Job ve William, 63, 64, 77-78, 80, 90

Yaylı matkap, 10, 13, 19, 29
Yunanlılar, Eski, 19, 33, 36, 104, 110, 112, 116, 119-132, 134

Yusuf, Hz., 11-12, 35
Yuvarlak Masa Şövalyeleri, 50

Zımpara, 4
Zırh, 46, 84
  atlı mızrak dövüşü zırhı - savaş zırhı farkı, 51, 53
  çelik zırh levhaları, 50, 51, 52, 55
  Dresden zırhı, 50-54
  örgü zırh, 50, 52, 53
  zırh miğferleri, 51, 53-55
  zırhın altın çağı, 50
  zırhların ağırlığı, 51
  zırhta kullanılan vidalar, 52-56, 61
Zırh miğferi, 36
Zırh yapımcısı kerpeteni, 56, 103
Zıvana testeresi, 7, 143

Her şey 1999 yılında *New York Times*'ın editörlerinden David Shipley'nin Witold Rybczynski'den binyılın en iyi ve en kullanışlı aleti hakkında kısa bir makale yazmasını istemesi üzerine başladı. Rybczynski işi kabul etti ama aletlerin tarihi üzerinde çalışmaya başladığında neredeyse tüm aletlerin kökeninin eskiçağa kadar gittiğini buldu. Oysa o geçtiğimiz binyılın en yararlı ve vazgeçilemez aletini arıyordu. Tam yazmaktan vazgeçecekken aklına eşinin fikrini almak geldi, eşinin verdiği yanıt ise ilham vericiydi: "Her zaman bir şeyler için tornavida gerekir." Tornavidanın ve hemen ardından vidanın aletler sahnesine çıkışı görece yeniydi. Geç ortaçağ Avrupasının bir icadı olan tornavida Çinlilerin bulmadığı tek önemli aletti. Bu icadın sahibi Leonardo da Vinci'ydi. Ama yaygın olarak kullanılması uzun zaman almıştı. Rybczynski akıcı ve eğlendirici üslubuyla kaleme aldığı *Vida ile Tornavida*'da okuyucuya üzerine pek az yazılmış bir konuda yeni bir pencere açıyor.



KİTAP
2006
SKB 02399597 VF1

ISBN 978-975-403-456-1
02
9 789754 034561

Fiyatı: 6,5 YTL (KDV DAHİL)
Basılı fiyatından farklı satılamaz