

Keyifli Okumalar Dileriz

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

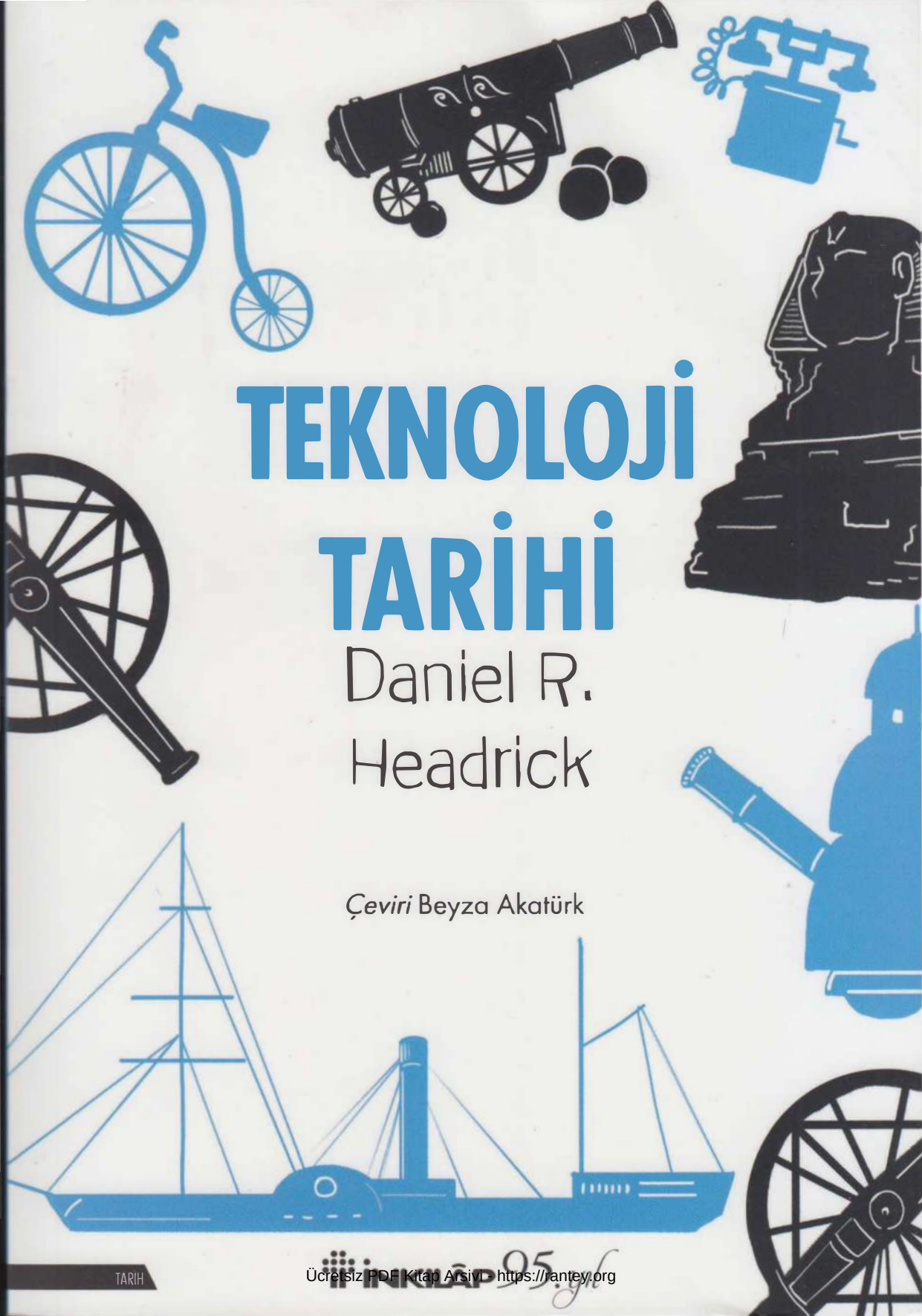
RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>



TEKNOLOJİ TARİHİ

Daniel R.
Headrick

Çeviri Beyza Akatürk

TEKNOLOJİ TARİHİ

Daniel R.
Headrick

Teknoloji Tarihi - Technology a World History - Daniel R. Headrick

© 2015, Oxford University Press,

Türkçede yayın hakları AnatoliaLit Telif ve Tercüme Ajansı aracılığıyla

©2022, İnkılâp Kitabevi Yayın Sanayi ve Ticaret AŞ

Yayıncı ve Matbaa Sertifika No: 44066

Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın çevirisi Oxford University Press'in basmış olduğu edisyondan yapılmıştır ve çevirisinden İnkılâp Kitabevi sorumludur. Bu kitabın hiçbir bölümü, orijinal telif hakkı sahibi olan Oxford University Press'in yazılı izni olmadan hiçbir formatta yeniden yayımlanamaz.

Bu kitabın her türlü yayın hakları Fikir ve Sanat Eserleri Yasası gereğince

İnkılâp Kitabevi'ne aittir. Tüm hakları saklıdır. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında, yayıncının izni alınmaksızın, hiçbir şekilde kopyalanamaz, çoğaltılamaz, yayımlanamaz ve dağıtılamaz.

Editör Kadriye Kızıl Güzelkan

Son okuma Saliha Nur Ulusoy

Kapak tasarım Gilas Coşkun

Sayfa tasarım Beyzanur Karabulut

ISBN: 978-975-10-4324-5

22 23 24 6 5 4 3 2 1

İstanbul, 2022

Baskı ve Cilt

İnkılâp Kitabevi Yayın Sanayi ve Ticaret AŞ

Çobançeşme Mah. Sanayi Cad. Altay Sk. No. 8

34196 Yenibosna – İstanbul

Tel : (0212) 496 11 11 (Pbx)

İnkılâp Kitabevi Yayın Sanayi ve Ticaret AŞ

Çobançeşme Mah. Sanayi Cad. Altay Sk. No. 8

34196 Yenibosna – İstanbul

Tel : (0212) 496 11 11 (Pbx)

Faks : (0212) 496 11 12

posta@inkilap.com

www.inkilap.com

TEKNOLOJİ TARİHİ

Daniel R.
Headrick

İngilizceden çeviren:
Beyza Akatürk

 **İNKILÂP** 95.yıl

Daniel R. Headrick

Chicago'daki Roosevelt University'de Sosyal Bilimler ve Tarih Fahri Profesörüdür. Ayrıca Hawaii Pacific University ve Tuskegee Enstitüsü'nde ders verdi. Lisansını Swarthmore College'da, yüksek lisansını Johns Hopkins Üniversitesi'nde uluslararası ilişkiler alanında ve doktorasını Princeton Üniversitesi'nde tarih alanında tamamladı. 1998'de Alfred P. Sloan Vakfı Bursu ve 1994-1995'te John Simon Guggenheim Memorial Bursu aldı. Dünya tarihi üzerine yazdığı çok sayıda kitabı vardır; *When Information Came of Age*, *The Invisible Weapon*, *The Tentacles of Progress* ve *The Tools of Empire*. İlgi alanları arasında bilgi sistemleri tarihi, teknoloji tarihi, çevre tarihi ve uluslararası ilişkiler yer almaktadır.

Beyza Akatürk

Beyza Akatürk 1994 İstanbul, Kadıköy doğumludur. Üniversite hayatına Ankara Üniversitesi Dilbilim bölümünde başlayan Beyza Akatürk, lisans eğitimini İstanbul Şehir Üniversitesi Felsefe bölümünde tamamlamıştır. Çeşitli dergilerde yazı, röportaj ve çevirileri yayınlanan Beyza Akatürk çevirmenlik ve editörlük yapmaktadır. <https://rantey.org>

İçindekiler

Editörlerin Önsözü.....	7
1. Bölüm	
Taş Devri Teknolojisi	13
2. Bölüm	
Suya Dayalı Uygarlıklar (MÖ 4000-1500).....	29
3. Bölüm	
Demir, Atlar ve İmparatorluklar (MÖ 1500-MS 500).....	47
4. Bölüm	
Klasik Dönem-Sonrası ve Orta Çağ Devrimleri (500-1400).....	63
5. Bölüm	
Küresel Etkileşim Çağı (1300-1800).....	83
6. Bölüm	
İlk Sanayi Devrimi (1750-1869).....	101
7. Bölüm	
Değişimin Hızlanması (1869-1939).....	119
8. Bölüm	
Endüstri Sonrası Bir Dünyaya Doğru (1939-2007).....	137
Kronoloji.....	155
Notlar	159
İlave Okumalar	163
Web Siteleri	169
Dizin	171

Editörlerin Önsözü

Insanların ve teknolojinin tarihi, milyonlarca yıl taşların alet olarak kullanılması ve ustalıklı daha verimli aletlere dönüşmelerine kadar uzanan uzun bir geçmişe sahiptir. Eski halklar ateşin hayatta kalma teknolojisi olarak kullanıldığını keşfettiler, ancak sonra sulama için ve daha sonra da hidroelektrik enerji ve diğer birçok kullanım için giderek daha karmaşık su yönetimi sistemleri tasarladılar. İletişim teknolojisi kendi zamanımıza yaklaştıkça insanları daha fazla temasa soktu ve onları daha bilgili ve kozmopolit yaptı. Tıbbi ve tarımsal teknoloji, özellikle modern çağda yaşam beklentisini artırdı; yapay organlar ölmekte olanların yerini alabilir, kimyasal ve nükleer ilaçlar kanser gibi hastalıkların yayılmasını durdurabilir.

Her ne kadar bu teknolojinin sadece kişisel bir işlevi var gibi görünse de, hayatı daha keyifli ve verimli hale getiren, eski ve daha yakın zamanların hırslı liderleri, devlet inşa etmelerine ve diğer insanları fethetmelerine yardımcı olacak teknolojiye sahipler. Yüzlerce mil boyunca uzanan su kemerleri ile savaş ve ticaret için gemi inşası, devlet liderlerinin güçlerini sürdürmelerine ve genişletmelerine olanak tanıyan teknolojiler arasındaydı. Taş Devri insanların nispeten basit silahları, giderek daha karmaşık fetih ve yıkım makinelerine, geçen yüzyılda daha da yıkıcı bir şekilde kullanılmaya başlanan silahlara yol açtı.

O halde, insanların sadece günümüzün sofistike makineleri hakkında değil, her türlü teknoloji hakkında belirsiz duygulara sahip olmaları şaşırtıcı değildir. MS 1. yüzyılda Yaşlı Pliny¹ taş yontma ve ağaç kesme kabiliyeti nedeniyle demiri övdü: “Ama bu metal aynı zamanda savaşa, cinayete ve soyguna da hizmet ediyor,” diye yazdı *Doğa Tarihi*’nde, “ve bu sebeple insan aklının en suçlu aleti olacak.” Eleştirmenler teknolojiyi kirlilik ve doğal dünya üzerindeki diğer yıkıcı etkilerle de bağdaştırdı. Dünyanın sakinleri için artan kolaylık sağlama yeteneğinin tümü için, teknolojinin dezavantajları durumu, evrensel insanın icat etme kapasitesinin ürettiği gerilimleri gösteren güçlü bir durumdur.

1 Gaius Plinius Secundus Maior. Yazar ve filozof.

Bu kitap, okuyuculara “eski” dünya tarihinden önemli bir değişimi temsil eden dünya ve insanlarına bilinçli, canlı ve güncel bir tarih sunan yenilikçi bir dizi olan *New Oxford Dünya Tarihi*’nin bir parçasıdır. Sadece birkaç yıl önce, dünya tarihi genellikle Batı’nın –Avrupa ve ABD’nin– dünyanın geri kalanından az miktarda bilgi içeren bir tarihti. Eski dünya tarihinin bazı versiyonları, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri dışında dünyanın her yerine dikkat çekti. Bu tür bir dünya tarihinin okurları, dünyanın geri kalanının bir şekilde garip gelenekleri olan ve farklı dilleri konuşan egzotik insanlardan oluştuğu izlenimini edinebilir. Yine bir başka eski dünya tarihi, öncelikle büyük medeniyetlerin başarılarına odaklanarak dünya-daki alanların veya insanların hikâyesini sundu. Kişi büyük binaları, etkili dünya dinlerini ve güçlü hükümdarları öğrenirken sıradan insanları veya genel ekonomik ve sosyal kalıpları çok az öğrendi. Dünya halkları arasındaki etkileşimler genellikle tek bir perspektiften anlatıldı.

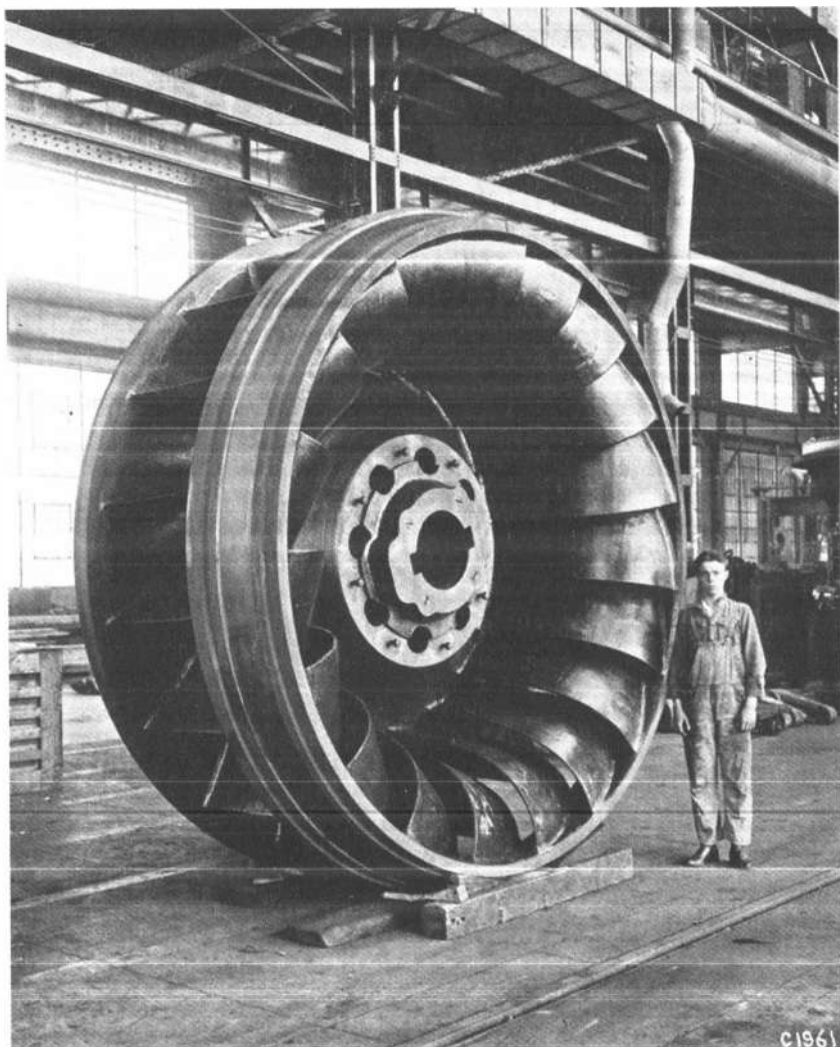
Bu dizi dünya tarihini farklı anlatıyor. Birincisi, dünyanın tüm ülkelerini ve bölgelerini kapsayan ve büyük medeniyetlerden uzak yaşayan “geçmişleri olmayan insanların” deneyimlerini bile içerecek derecede kapsamlıdır. “Yeni” dünya tarihçileri böylece yazılı insan kayıtları olmadan milyonlarca yıl öncesine kadar tüm insanlık tarihine ışık tutuyorlar. Birkaç yeni dünya tarihi, hikâyenin başlangıcını Büyük Patlama’ya geri döndüren “büyük tarih” perspektifini tüm evrene genişletiyor. Bazıları bugün dünya tarihinin yeni küresel çerçevesini, bir tarihçinin/akademisyenin ifade ettiği gibi dünyayı ay bakış açısından görüyor. Buna katılıyoruz. Ama aynı zamanda, tüm insanlığın önemli deneyimlerini analiz edip yeniden yapılandırarak, yakından görmek istiyoruz.

Bu, her yerde ve tüm zamanlarda olan her şeyin geri kazanılabileceği veya bilinmeye değer olduğu anlamına gelmez ancak farklı toplumların ve kültürlerin hem ayrı hem de birbiriyle ilişkili hikâyelerini göz önünde bulundurarak elde edilecek çok şey vardır. Bu bağlantıları kurmak hâlâ yeni dünya tarihinin önemli bir bileşenidir. Halkları, yerleri ve süreçleri içeren kültürel, ekonomik, politik, dini ve sosyal her türlü bağlantıyı ve etkileşimi vurgular. Karşılaştırmalar yapar ve benzerlikler yakalar. Hem karşılaştırmaları hem de etkileşimleri vurgulamak, ister belirli bir ülkeye, ister bölgeye veya tüm dünyaya odaklanın, tarihsel anlayışı derinleştirebilecek ve genişletebilecek küresel bir çerçeve geliştirmek için kritik öneme sahiptir.

Yeni dünya tarihinin bir disiplin olarak yükselişi tam da ihtiyacımız olan bir dönemde gerçekleşiyor. Okullarda ve toplumun genelinde dünya tarihine olan ilgi büyüktür. Birbirimizin ülkelerine seyahat ediyoruz, dünyanın dört bir yanındaki insanlarla sohbet ediyoruz ve çalışıyoruz; küresel olaylar değişiyor, savaş ve barış dünyadaki nüfusu, ekonomik koşulları ve çevre, iletişim, sağlık ve tıbbın durumunu etkiliyor. *Yeni Oxford Dünya Tarihi*, yerel geçmişleri küresel bir bağlamda

sunarak sıradan insanların gözünde görülen dünya olaylarına genel bir bakış sağlar. Yerel ve küresel arasındaki bu kombinasyon yeni dünya tarihini daha da iyi tanımlamaktadır. Geçmişteki küresel ve yerel koşulların işleyişini anlamak, bize kendi dünyamızı incelemek ve oluşmakta olan birbirine bağlı geleceği öngörmek için araçlar sağlar.

Bonnie G. Smith
Anand A. Yang



1. Bölüm

Taş Devri Teknolojisi

Tanzanya'da bulunan Laetoli adlı bir yerde, bir aile –bir erkek ve hamile bir kadın– bir zamanlar ince volkanik kül tabakasının üzerinden geçmiştir. Küllerle kaplı ayak izleri, antropolog Mary Leakey 1978 yılında onları keşfedene dek 3,5 milyon yıl boyunca dokunulmadan kaldı. Bunlar, 4.5 ila 2.5 milyon yıl önce Güney ve Doğu Afrika'da yaşayan bir tür olan Australopithecines'in (güney maymunları) bilinen en eski ayak izleridir.

Antropologların buldukları kafatası fosillerinden, bu maymunların (türün) beyninin şempanzelerin beyniyle aynı büyüklükte ve bugünün insan beyninin üçte biri boyutunda olduğunu anlıyoruz. Diğer maymunlar gibi, diğer etçillerin bıraktığı etleri sıyrdıkları ve aynı zamanda bitkileri ve yakalayabildikleri küçük hayvanları yiyebilmelelerini sağlayan güçlü çeneleri ve dişleri vardı. Buna rağmen, onları diğer maymunlardan (apelerden) ayıran bazı özellikleri vardı. Ormanda değil, açık çayırlarda yaşıyorlardı. Diğer tüm memelilerin aksine, onlar iki ayaklıydı; yani, rahatça dik yürüyebiliyorlardı. Ellerinde, bazı şeyleri kavrayabilecekleri bizimkine benzer baş parmakları vardı. Nesneleri ellerinde tutarak yavaşlamadan yürüyebiliyorlardı. Ellerinde sopa mı yoksa deri mi taşıdıklarını bilmiyoruz çünkü bu tür organik maddeler çoktan parçalanmıştır.

Ancak şunu biliyoruz ki, yuvarlak taş kömürlerini ve büyük çakıl taşlarını nehirlerden bulundukları yere kadar uzun bir mesafe boyunca taşıdılar. Kısacası, buldukları nesneleri alet olarak kullandılar.

Araç kullanan tek canlı türü insanlar değildir; şempanzeler, akbabalar, su samurları, hatta böcekler bile yiyecek almak için bazen bir dal veya taş kullanabilirler. Fakat yalnızca insanlar aletsiz hayatta kalamazlar ve yalnızca insanlar kullandıkları aletleri biçimlendirirler.

Omo Etiyopya Vadisi'nde bulunan, bildiğimiz en eski aletler 2,5 milyon yıl öncesine dayanıyor. Onlar da nehir taşlarıydı, ancak odun kesmede veya hayvan-

ların kemiklerini kırmada kullanılan keskin köşeli ham (ilkel) baltalar yapmak için parçalanmışlardı. Kırılan parçalar da deri ve et kesmek için yeterince keskindi.

Dik yürüme, nesneleri el ile işleme ve araç üretme yeteneği yalnızca Australopithecines'in yaşam biçimini değil aynı zamanda doğasını ve anatomisini de yavaş yavaş değiştirdi. Milyonlarca yıl sonra, antropologların Latince "adam" kelimesinden "Homo" veya "Hominid" ismini verdikleri farklı bir cinse dönüştüler. Büyük beyinli yaratıkların aletleri "icat ettiği"ni söyleyemeyiz; daha ziyade beyinleri, diğer anatomik özellikleri ve araçları, atalarımız olan bu yaratıkları yaratmak için birlikte gelişti. Bazı "Homo" türleri, hepsi 2.5 ila 1.8 milyon yıl önce Afrika'da yaşayan "Hominid" cinsine aitti. En iyi bilinen tür ise *Homo habilis*, "becerikli adam" dır. Bu yaratıkların beyinleri yine bizimkinin yarısı kadar olmasına rağmen Australopithecines'in beyninden yarım kat fazla büyüktü. Bulundukları nehir yataklarından dokuz mil öteye taş taşımaları, diğer maymunların yapamayacağı bir şeyi yapabildiklerini gösteriyor; geleceğe dair plan yapabildiklerini. Bu taşları çekiç olarak kullandılar ve her iki taraftaki pulları çıkararak kıyıcılar yaptılar, bu da seleflerinin aletlerine göre bir gelişmeydi. Başka hangi araçları yaptıklarını veya basit teknolojilerine ne kadar bağımlı olduklarını bilmiyoruz. Ancak, Afrika'nın açık çayırlarında hayatta kalmak için iyi bir şekilde adapte olduklarını biliyoruz, çünkü anatomileri ve baltaları neredeyse bir milyon yıl boyunca hiç değişmedi. Yaklaşık 1.8 yıl önce erken insansıların yerini alan *Homo erectus* (ayakları üzerinde dikelebilen eski insan) adlı yaratıklar hakkında çok daha fazla şey biliyoruz. Bizimkilerin üçte ikisi boyutunda beyinleri vardı. Modern insanlar gibi, çeneleri ve dişleri *Homo habilis*'inkinden daha küçüktü, kolları daha kısa ve bacakları daha uzundu. Isırmakta, çiğnemekte ve ağaçlara tırmanmakta daha önceki türlerden daha az becerikliydiler. Aletsiz hayatta kalamazlardı.

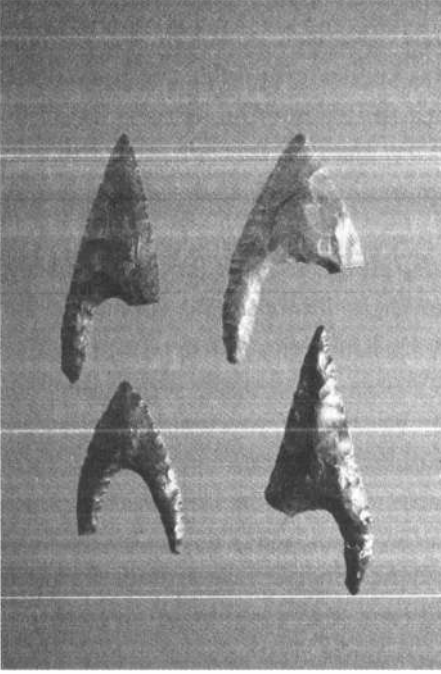
Ancak araçları, öncekilerden çok daha gelişmişti. Taş aletlerine el baltası veya satır diyoruz çünkü oldukça düzgün ve uzun ömürlü bir kesme kenarı sağlamak için her iki taraftan dikkatlice ince bir tabaka halinde soyulmuşlardı. Bazıları keskin bir noktaya sahipken, diğerleri, satır denilenler, düz bir kenara sahipti. El baltaları ve satırlar 2-3 kilo ağırlığında olabilir. Bu aletler hayvanları öldürmek, derilerini yüzmek ve odunları oymak gibi birçok amaca hizmet ediyordu. Açıkçası, bu el baltaları oldukça kullanışlı olmalıydı, çünkü milyonlarca yıla yakın bir zaman değişmediler. Daha da önemlisi, *Homo erectus* ateş kullanmakta ustalaşmıştı ve bunu yapan tek yaratıktı. Ateş, kendilerini yırtıcılardan korumalarına, hayvanları korkutmalarına, soğuk havalarda kendilerini ısıtmalarına

ve küçük dişleri çiğ et çiğnemekte zorlandığında eti kızartmalarına yarıyordu. Australopithecines ve *Homo habilis* avlanmıştı fakat sadece küçük ya da zayıf hayvanları avlamışlardı; bunun dışında, büyük kediler gibi daha güçlü avcılarının artıklarıyla beslendiler. Takım halinde çalışarak, fillerden daha büyük olan tüylü mamutları mızrak ve taşlarla öldürülebilecekleri bataklıklara sürmeyi başardılar. Tüm hominidler gibi, beslenmelerinin çoğu, muhtemelen kadınlar tarafından toplanan bitkilerden geldi.

Ateş ve üstün avlanma becerileri sayesinde, *Homo erectus* ılıman iklimlerde yaşayabilir ve bu nedenle tropikal Afrika'dan diğer kıtalara göç edebilirdi. Bir milyon yıldan fazla bir süre önce *Homo erectus*; Kafkasya, Kuzey Çin, Cava ve daha sonra İspanya ve Fransa'ya ulaştı. Ancak Kuzey Avrasya gibi soğuk iklimlerde hayatta kalamazlardı, su kütlelerini de geçemezlerdi; bu nedenle Avustralya'ya, Amerika'ya veya Pasifik Adaları'na asla ulaşmadılar.

Aynı anda birkaç *Homo erectus* türü vardı. 150.000 ila 100.000 yıl önce Afrika'da bir tür veya muhtemelen birden fazla tür, bizim kadar büyük bir beyni ve çeneleri ve dişleri bizimkiler kadar küçük olan daha gelişmiş bir yaratığa dönüştüler. Bu yaratığa *Homo sapiens*, "bilen insan" diyoruz çünkü kendimizi bilge olarak düşünüyoruz. Bize çok benziyorlardı, bazı antropologlar, eğer içlerinden biri yeryüzünde tekrar ortaya çıkıp yanımızda bir otobüs koltuğuna otursaydı, bunun sadece başka bir yolcu olduğunu düşüneneceğimizi söylüyor.

Homo sapiens cinsinde iki farklı tür vardı: Biri kalın kaşları, güçlü kemikleri ve kalıntılarının ilk bulunduğu Almanya'daki Neander Vadisi'nden sonra Neandertal adı verilen bir güreşçinin fiziğine sahipken diğeri; arkaik *Homo sapiens* olarak adlandırılan, fiziksel olarak modern insanlara benziyordu. Bu iki tür, Levant'ta (Doğu Akdeniz'i çevreleyen topraklar) yan yana yaşadı, ancak melezleşmedi. Sonra, 35.000 veya 40.000 yıl önce, Neandertaller ortadan kayboldular ve kimse bunun nedenini bilmiyor. İki türün teknolojisi aynıydı ve *Homo erectus*'unkinden çok daha karmaşıktı. Bir tür el baltası yapmak yerine, farklı amaçlar için birçok farklı taş alet yaptılar: ahşap şaftlara tutturdıkları taş mızrak noktaları, çeşitli boyutlardaki bıçaklar ve hayvanların derilerini yüzmek için kullanılan bir çeşit spatulaya benzeyen kavisli kazıma aletleri. Mikroskobik analizler, odun kesmek, kemik kesmek, et kesmek ve boynuzları sıyırmak için farklı araçların kullanıldığını göstermektedir. Australopithecineler (Primatlar), *Homo habilis* ve *Homo erectus*'un ayırt edici taş aletleri vardı ancak bunları yüz binlerce hatta milyonlarca yıl boyunca zorlukla değiştirdiler. Benzer şekilde, arkaik *Homo sapiens* ve Neandertallerin araçları da on binlerce yıl boyunca çok yavaş bir şekilde değişti.



MÖ 4200-3000 yıllarına dayanan bu sivri taş aletler Kuzey Afrika'dan geldi. Çukur tabanları muhtemelen ok uçları olarak kullanıldıklarını göstermektedir. Logan Antropoloji Müzesi, Beloit College.

Ardından, 70.000 yıl önce, yalnızca aletlerde değil, aynı zamanda yaşamın önceki hominidler tarafından bilinmeyen yönlerinde de bir yenilik patlaması başladı: sanat, din ve okyanus navigasyonu. Bazı antropologlar bu olaya Büyük Patlama diyorlar. Artık dünyada yeni bir şey vardı: türlerin yavaş biyolojik evrimiyle kıyaslanamayacak kadar hızlı değişen insan kültürü.

Modern insanların maddi kültürü hakkında öncekilerden çok daha fazlasını biliyoruz çünkü modern insanlar çok daha fazla şey yarattılar ve organik maddeden yaptıkları birçok şey (kemikler, boynuzlar, postlar ve ahşap) 70.000 yıl geçmesine ve özellikle daha önceki canlıların giremeyeceği soğuk yerlerde olmasına rağmen hayatta kaldı.

Sadece bir tür alet, keskin kenarlı bir taş düşünün. Modern insanlar kesme, kazıma ve delme için çok çeşitli aletler, hatta boynuz ve kemik üzerine ince çizgiler kazımak için kullanılan kalemler veya keskiler yaptılar. Hatta bir testere oluşturmak için bir kemiğe veya tahta sapa gömdükleri küçük keskin taş parçaları olan mikrolitler bile yaptılar.

Bir antropolog, insanların bir kilogramlık bir taş parçasından hangi ölçülerde keskin kenar çıkarabileceğini hesapladı. 2 milyon yıl önce *Homo habilis*, üç inçlik keskin uçlu bir parça bırakarak bir pul kırabilirdi; *Homo erectus*, 300.000 yıl önce,

el baltasıyla ve pullarla sekiz ila on iki inç elde edebilirdi; 100.000 yıl önce bir Neandertal ise 30 ila 40 inçlik keskin uç elde edebilirdi; 30.000 yıl önce, yetenekli bir avcı bu bir kiloluk çakmaktaşını 30 ila 40 fitlik bıçağa dönüştürebilirdi.

1991'de dağcılar, İtalya ve Avusturya arasındaki sınır boyunca Alplerin yüksek kesimlerinde bir buzulda MÖ 3300'lerden beri donmuş ve mükemmel bir şekilde korunmuş bir insanın tüm kalıntılarını buldu. Bilinen adıyla Buz Adam, bir deri başlık, yelek ve deri kayışlarla dikilmiş tozluklar giymişti. Ayaklarında, sıcaklık için çim ile doldurulmuş dana derisinden ayakkabı vardı. Kıyafetlerinin üzerine bir çim dokuma pelerin giymişti. Üzerinde bir avcının aletlerini taşıyordu: bir yay, çakmaktaşı uçlu oklarla dolu bir çanta, taş uçlu bıçaklar, sıyrıcılar ve deride delikler açmak için kesimler. Ahşap saplı bir baltası ve ilk metal aletlerden biri olan bakır bir bıçağı bile vardı. Ekipmanı, Rocky Dağları'nın Kızılderilileri veya Kuzey Kutbu'nun Eskimoları gibi soğuk yerlerde hayatta kalmak için gerekenden çok yeni avcılarinki kadar karmaşıktı. Ekipmanı sadece kullanışlı değildi, aynı zamanda tehlikeliydi, çünkü omzuna saplanmış bir ok yarısından ölmüştü. Bu, bir kişinin bir başka kişi tarafından öldürülmesine dair bilinen ilk vakaydı.

Buz Adam'ın ekipmanının gösterdiği gibi, insanlar daha önce hiç görülmemiş her türlü yararlı şeyi yaptılar: kemikten iğnelerle elbise diktiler, ipler ve ağlar ördüler, olta oydular, mızraklar, mızrak atıcılar ve daha sonra yay ve oklar yaptılar. Selefleri gibi, büyük hayvanları avladılar; fındık, meyve ve çilek topladılar. Ancak onlar kabuklu deniz hayvanlarını ve deniz memelilerini nasıl yakalayacaklarını da biliyorlardı. Bitkisel ürünlerden ipler yaptılar ve bunları balık ağı, olta ve boncuk kolye yapmak için kullandılar.

Bu ekipmanlarla, insanlar her zaman daha soğuk iklimlere girdi. Çoğunluğu hâlâ buzla kaplı olan Batı Avrupa'da, yılda iki kez büyük hayvan sürülerinin geçtiği vadilere bakan mağaralarda yaşıyorlardı. Derin mağaralara doğru yol almak için kandil yaptılar. Güney Rusya ve Ukrayna'nın mağara olmayan bozkırlarında, mamutların kaburgalarından derilerle kaplı evler, 50 kişiyi barındıracak kadar büyük binalar inşa ettiler. Diğer hayvanları uzak tutmak için, etleri ağır taşlarla kaplı çukurlarda nasıl saklayacaklarını bile biliyorlardı.

Modern insanların eserleri hayatta kalma ihtiyaçlarının çok ötesine geçti. *Homo erectus* ve Neandertallerin eserleri tamamen pratikken, insanlar dini, büyümlü veya estetik nedenlerle yaratılan, bilinen hiçbir pratik uygulaması olmayan nesneler yaptılar. 70.000 yıl kadar önce, kemik mızrak uçlarını avcılık için gerekenden daha pürüzsüz hale getirdiler ve hatta işlediler. 32.000 yıl önce kemikten oyulmuş flüt-kaval gibi müzik aletleri yaptılar. Kemikten veya fildişinden hayvan figürleri yaptılar. Küçük kadın heykellerinde, bazılarının uçlarında metal boncuk-

lar olan ipli etekler giydikleri görülmektedir. Pigmentleri ve boyları, mağaraların duvarlarında, bazen yüzlerce metre yer altında büyük sanatsal yeteneklerle çizilen hayvanların resimlerini boyamak için kullandılar. Avlanma için kullanılamayacak kadar ince yaprak şeklinde taş uçları oymuşlardı. Kendilerini boncuklar, delikli deniz kabukları ve hayvanların dişleriyle süslediler. Ayrıca, 28.000 yıl önce şimdi Rusya olarak bildiğimiz yerde ölmüş 60 yaşındaki bir adam bilezik, kolye ve yüzlerce fildişi boncuk dikilmiş bir tunikle süslü nesnelerle gömülü bulundu. Dünyada yeni bir şey vardı artık: güzellik duygusu.

Arkaik *Homo sapiens*'i modern insana dönüştüren ne oldu? Vücutları ve beyinleri aynıydı, bu yüzden değişim tamamen kültürel olmalıydı. Kültürlerinden sadece hayatta kalan maddi eserleri biliyoruz. Bu yüzden bazı iyi düşünülmüş tahminler yapmalıyız. Hayatta kalmak için hemen pratik veya gerekli olmayan nesnelerin yaratılması bize bir ipucu verir. Bu nesneler güzelliği/estetikliği temsil eden mağara resimleri, müzik aletleri, heykeller ve süslemeler; hayvanlar üzerinde kontrol veya ölümden sonraki yaşam gibi fikirleri temsil eden sembollerdir.

Bugün ve tarih boyunca tüm insanlar, fikirlerini eserler kadar dille de ifade etmektedirler. *Homo sapiens*'in yaratıcılığı ve yaşamındaki ani değişimin konuşmayı öğrendiklerinde olması mümkün olabilir mi? Eğer öyleyse, o zaman dünyanın her yerindeki insanların neden aynı anda birdenbire sembolik temsili kullanmaya ve yaratıcı şekillerde hareket etmeye başladığını açıklıyor: birbirlerinden dil, sembol ve birtakım beceriler öğrendiler. Milyonlarca yıldır biyolojik evrime bağlı olan kültürel evrim, artık ilerlemekte özgürdü. Sembolik temsilin aniden ortaya çıkışından bu yana, insan kültürü hiçbir zaman yavaşlamadı veya yeni ve daha ustaca şeyler yapmanın yollarını bulmaktan vazgeçmedi.

Onlardan önceki *Homo erectus* gibi, *Homo sapiens* de seyahat etmeyi severdi. Afrika'daki asıl vatanlarından 100.000 yıl önce Güneybatı Asya'ya göç ettiler. 70.000 yıl önce Güney ve Güneydoğu Asya ve Endonezya'ya ulaştılar. 40.000 yıl önce Batı Avrupa'ya yerleşmişlerdi. 35.000 ila 15.000 yıl önce, daha zorlu bir bölge olan Güney Rusya ve Sibirya'nın bozkırlarına göçtüler.

Artık daha önce hiçbir hominid veya başka bir primatin yaşamadığı bir bölgedeydiler. Yeni Gine'ye 40.000 yıl önce ve Avustralya'ya 5.000 yıl sonra, en geç ve muhtemelen ondan 10.000 veya 15.000 yıl önce ulaştılar. O zamanlar okyanuslar şimdikinden çok daha alçaktı ve bu iki büyük kara kütlesi Sahul dediğimiz bir kıtada birleşmişti. Ancak Sahul ile en yakın komşusu Sunda (daha sonra Asya ve Endonezya takımadaları dahil olacak) arasında 62 mil açık su uzanıyordu. Başka bir deyişle, Sahul'a ulaşmak için, günümüz Yeni Ginelilerinin ve Avustralyalı Aborjinlerin ataları, birkaç kişi için yeterince büyük tekneler inşa etmesi, birkaç günlük bir yolculuk için erzak stoklaması ve bir bilinmeyene doğru yol alması gerekiyordu.

Bu zanaatın neye benzediğine dair hiçbir fikrimiz yok ama Sahul'a ulaştıkları gerçeği, bu eski denizcilerin marifetini ve cesaretini kanıtıyor.

İlk insanların Amerika'ya gelmesi de tartışmalı olduğu kadar gizemli de bir durum. Bazı antropologlar, buradaki insanların 45.000 yıl öncesine dayandıklarını ancak kanıtlarının çoğunun ikna edici olmadığını iddia ediyorlar. Ancak herkes, insanların en geç 15.000 yıl önce Yeni Dünya'ya ulaştığını ve 3.000 yıl içinde bu kıtanın her köşesine yayıldığını kabul ediyor. Muhtemelen daha sonra Sibiryayı ve buzulların ve tundraların ürkütücü bir ülkesi olan Alaska'yı birbirine bağlayan kara köprüsünden yürüyerek geldiler. Daha sonra, deniz ürünleri ve deniz memelileriyle hayatta kalıp sahil boyunca kano kürek çekmiş olabilirler; eğer yaptılarsa, kamp alanları ve tüm kanıtları şimdi yüz metre okyanusun altındadır.

İlk Avustralyalılar gibi, ilk Amerikalılar da bu noktaların ilk keşfedildiği New Mexico, Clovis kasabasından sonra Clovis noktaları adı verilen oluklu taş mızrak uçları yapan yetenekli avcılardı. İlk Amerikalılar yeni vatanlarında megafauna olarak adlandırdığımız birçok büyük hayvan türünün yaşadığını buldular: mastodonlar, mamutlar, dev tembelhayvanlar, develer, bizonlar ve geyikler. Bu devasa hayvanların çoğu, insanların ortaya çıktığı süre zarfında yok oldu. Bu belki de bir tesadüf değildi.

10.000 yıl öncesine kadar, insanlar Kuzey Kutbu, Antarktika ve Pasifik adaları hariç neredeyse dünyadaki her yeri işgal etmişlerdi. Aletleri ve eserleri gittikçe daha ayrıntılı hale geliyordu. Beslenme şekilleri de, daha fazla hayvan türü avladıkları, balık avlama ve denizcilik işlerinde daha verimli bir hal aldıkları ve daha çeşitli bitkisel gıdalar topladıkları için gelişmişti. Bunları yapmak için sadece daha karmaşık araç setine değil, aynı zamanda bitki ve hayvanların davranışlarının ve insanlara olan katkılarının daha derinden anlaşılmasına ihtiyaç vardı. Taş Devri insanların teknolojsi bizim için basit görünebilir ancak doğal çevreleri hakkındaki bilgileri muazzam ve belki de bize göre alışılmamış olmalıdır.

Dünyadaki tüm çevreler arasında, Arktik Okyanusu kıyıları insan yaşamı için en büyük zorlukları sunmaktadır. Günümüzde, yaşamak için ılıman bölgelerden buralara gelen insanlar hayatta kalmak için ihtiyaç duydukları her şeyi yanlarında getirmelidir: gemiler, uçaklar, kar motosikletleri, tonlarca malzeme ve ekipman. Yine de, uzun zaman önce Inuit (Eskimolar), Kuzey Kutbu'nda bu ayrıntılı ithal gereçler olmadan da hayatta kalmak konusunda ustalaştı.

Inuit'in ataları olan Arktik Okyanusu'nun Amerika yakasındaki ilk sakinler, 10.000 yıl önce karibu avlamak için Sibiryadan gelmişlerdi. Daha sonra bu sakinler, buzlardaki hava deliklerinden nefes almaya çalışırken dışarı çıkan fokları öldürmek için buz üzerine çıktılar. Onların torunları, kıyıya yaklaşan balinaları öldürmek için takımlar halinde çalışmaya başladılar. Karada, yay ve oklarla av-

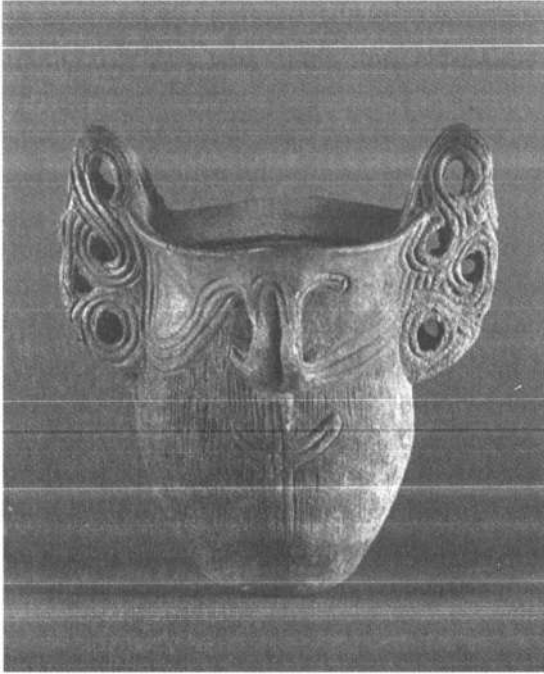
landılar ancak balinaları ve deniz memelilerini öldürmek için, fok balıklarının derilerine saplanacak ayrılabilen uçları olan zıpkınları kullandılar. Bir hayvanı zıpkınla vurduktan sonra, su altındaki hareketlerini yüzeydeki dalgaları izleyerek takip edebilirlerdi. Hayvan derilerinden ve tahtalardan yaptıkları botları ve kayıkları fok balıklarını avlamak için; daha büyük kayıkları ise insanları taşımak ve deniz ayısı, balina gibi daha büyük hayvanları avlamak için kullanıyorlardı. Karda seyahat etmek için köpeklerin çektiği kızakları kullandılar. Evleri taştan yapılmış ve çimenle kaplanmıştı. Kışın buz üstünde, kardan iglolar¹ yaptılar. Aylarca süren kış gecelerinde ısı ve ışık için, hayvansal yağ ve balina yağını yaktıkları lambalar yaptılar. Kıyafetleri ve ayakkabıları fokların, kutup ayılarının ve diğer hayvanların derilerinden yaptılar. Doğru kıyafetlere sahip olmak Kuzey Kutbu'nda bir ölüm kalım meselesiydi. Onları yapmak, postları çığnemek ve ailenin her bir üyesi için hava geçirmez ve su geçirmez giysiler haline getirmek için saatlerce yumuşatmakla uğraşmak ise Inuit kadınlarının göreviydi.

Hayatta kalmak için, avcı-toplayıcılar hareket etmeye, hayvan sürülerini takip etmeye veya bitkilerin olgunlaştığı yerleri aramaya devam etmek zorundaydılar. Nadiren tek bir yere uzun süre yerleştiler, çünkü dünyadaki çok az yer bir yıl boyunca bir grup avcı-toplayıcıyı geçindirebilirdi. Bu yerlerden biri Filistin'deki Carmel Dağı idi; burada Natufyan dediğimiz insanlar ok ve yaylarla avlandı, kancalar ve zıpkınlarla balıkçılık yaptı ve yemiş, meyve, fındık ve diğer yenilebilir bitkileri topladı. Yabani tahılları, içine küçük çakmaktaşı dişler yerleştirdikleri kemik oraklarla biçtiler ve ardından tahılları değirmen taşlarıyla öğüttüler. Avcı-toplayıcılar Suriye'de, Abu Hureya dediğimiz 300 ila 400 nüfuslu kalıcı bir köy inşa ettiler ve burada 2000 yıldan fazla bir süre yaşadılar.

Toplayıcıların yıl boyunca yerleştiği bir başka yer ise sıcak, yağışlı bir iklimin ve ormanların, dağların ve sahillerin yakınlığının yıl boyunca çeşitli vahşi yiyecekler sağladığı Güney Japonya'ydı. Orada, 12.000 yıl önce, dünyadaki herkesten binlerce yıl önce seramik yapmaya başladılar. İlk tencereleri, taşınması oldukça zor olan büyük koni şeklindeki toprak kaplardı. Daha sonra, pişirmeden önce yumuşak kile ipleri bastırarak tencerelerini süslediler, tencerelere ve onları yapan kişilere Jomon (Japonca "ip bobini") adını verdiler. Bu insanlar 50 ve daha fazla konuttan oluşan köyler kurup ölümlerini mezarlıklara gömdüler. Sayıları çeyrek milyona ulaşmış olabilir, bu da dünyanın herhangi bir yerindeki en yüksek nüfus yoğunluğuna ve muhtemelen en yüksek avcı-toplayıcı yaşam standardına sahiplerdi demektir. Kùltürleri, Kore ve Çin'deki komşuları tamamen farklı bir bir şekilde kùltür geliştirene kadar 10.000 yıl kadar sürdü.

1 İglo: Eskimoların kar ve buzdan inşa ettikleri ev, kulübe. (y.n.)

Çok az insan Jomon halkı kadar şanslıydı. Çoğu yerde, ihtiyaçlar, Taş Devri avcı-toplayıcılarını, büyük hayvanları avlamaktan, giderek daha fazla çeşitlilikte vahşi yiyecekler aramaya geçmeye zorladı. Yavaş büyüyen bir nüfusun daha fazla yiyeceğe ihtiyacı vardı, ancak önceki göçler, diğer insanlar tarafından daha önce yerleşim görmemiş daha az yer olduğu anlamına geliyordu. Beslenecek daha çok ağız ve gidecek hiçbir yer olmadığı için insanlar yerel yiyecek arama faaliyetlerini yoğunlaştırmak veya açlıktan ölmek zorunda kaldılar. İyi avlanma alanları kalabalıklaştıkça avcılar daha sık çatıştı; Buz Adam gibi iskeletler şiddet izleri gösteriyor. Bununla birlikte başka bir alternatif daha vardı: yenilebilir bitkilerin büyümesine yardımcı olmak ve yakalanan hayvanları yetiştirmek. Bu, dünyanın çeşitli yerlerinde oldukça bağımsız bir şekilde gerçekleşti; bu durum da gıda üretiminin yalnız bir deha için “buluş” değil, birçok insanın benzer bir şekilde yanıt vermesi gerektiğinin kanıtıydı. Teknolojik yenilik, bu durumda bitki ve hayvan yetiştirmek, yeni bir dizi araç ve eserden ziyade kültürde ve yeni bir yaşam biçiminde bir değişiklikti.



İlk çömlekçiler, bu sürahinin süslü kulpları gibi ayrıntılı süslemeler oluşturmak için kilin içine ip basan Güney Japonya'nın Jomon halkıydı. Metropolitan Sanat Müzesi.

İnsanların gıda üretmeye başladığı ilk yer, özellikle Akdeniz boyunca kuzey, Filistin'den Suriye'ye ve daha sonra güneydoğuya Dicle-Fırat Vadisi'ne bakan İran tepelerine uzanan “Bereketli Hilal” adı verilen bir bölge olan Ortadoğu'dur. 12.000 ila 14.000 yıl önce, Buz Devri'nin sona ermesiyle, bu bölgenin iklimi ısındı

ve otlaklar genişledi. Bölgede yetişen otların arasında, özellikle yabani buğday ve arpa olmak üzere birkaç tane yenilebilir tohum vardı. İlk başta, insanlar sadece yabani tohumları hasat etti, ancak yaklaşık 12.000 yıl önce, tercih edilen yerlere bazı tohumlar ekmeye ve ardından zararlı bitkileri çıkarmaya ve büyüyen mahsulü sulamaya başladılar. Bahçecilik kesintiye uğrayabilir ve tekrar kalındığı yerden devam edilebilirdi (avcılıktan farklı olarak) ve bebeklerin ve küçük çocukların bakımı ile eşzamanlı devam ettirilebilirdi. Suriye'deki Abu Hureya'daki bir mezar yerinde, 9700 yılına kadar, kadınların kemiklerinin (ancak erkeklerin değil), muhtemelen bir öğütme taşında tahıl öğütmek için saatlerce çalışmaktan ayak parmaklarının, dizlerin ve omurların deformasyona uğradığını gösterir. Kadınlar daha sonra yiyecek hazırlamaya başladılar.

Yabani gıdalardan oluşan bir beslenmeyi desteklemek için birkaç tohum ekmekten, büyük ölçüde evcilleştirilmiş bitkilere bağımlı olmaya geçiş 2000 yıl veya daha fazla sürdü. Daha az çabayla daha fazla yiyecek elde etmek için, bu ilk bahçıvanlar, bir deneme yanılma süreciyle tohumları seçmek zorunda kaldılar. Toprağı temizlediler, tohum ektiler, yabani otları temizlediler, ekinleri suladılar, hasadı topladılar ve genellikle faaliyetlerini bitkinin büyüme döngüsüne göre uyarladılar. Ayrıca yaşam tarzlarını da değiştirdiler, köylere yerleştiler ve yemeklerini pişirmek için kaplar yaptılar. Herkes bu emekleri avcılık ve toplayıcılığın gezici yaşamına tercih etmiyordu. Bir 20. yüzyıl avcı-toplayıcı misafirin bir antropoloğa söylediği gibi, "Dünyada bu kadar mongongo cevizi¹ varken neden ekelim ki?"

İnsanlar bitki yetiştirmek için bir bölgeye yerleşince, hayvanları da evcilleştirmeye başladılar. Evcilleştirilecek ilk hayvanlar, muhtemelen kampların etrafında dolaşan ve insanları izleyen, artıkları bekleyen köpeklerdi. Göçebe avcılar, sürülerini takip ettikleri yabani koyun ve keçi gibi hayvanların davranışlarını da anladılar. Genç hayvanları hemen yemekten ziyade onları yakaladıklarında, yerleşim yerlerine aldılar ve daha sonra yemek üzere beslediler. Daha itaatkâr olanların üremesine izin verdiler, böylece yüzlerce nesilden sonra insanlara yaklaşmayacak veya zarar vermeyecek evcil hayvanlar yetiştirdiler. Koyun ve keçiler evcilleştirilen ilk sürü hayvanlarıdır, ardından domuzlar, eşekler ve daha sonra da sığırlar gelir.

Evcil hayvanlar, erken çiftçilerin yaşamlarına değerli bir katkı sunarak, onları sadece yetiştirilen bitkilere güvenmenin dezavantajından kurtardı. Sadece başarılı bir avın sonunda veya hasattan sonra değil, herhangi bir zamanda kesilebilir ve yenilebilirlerdi. Yüzyıllar süren keçi, koyun ve sığır yetiştirmeden sonra insanlar, süt için onları sağlamayı öğrendi; çoğu toplumda, inek sağımında ve tereyağı, peynir

1 Güneybatı Afrika'nın Kalahari çölünde bulunan oldukça sert kabuklu bir ceviz türü. Eski çağlarda halkın temel besin kaynaklarından olan bu ceviz, günümüzde kozmetik sektöründe de kullanılmaktadır.

ve yoğurt yapımında kadınlar çalışıyordu. Yumuşak yünü için yetiştirilen koyunlar, giysiler için yün sağladı. Ve hayvan dışkıları da gübre veya yakıt olarak kullanıldı.

Hayvancılık, karma çiftçi topluluklarıyla sınırlı değildi. Koyunlar ve keçiler mevsimlere göre uzak meralara, yazın dağlara, kışın vadilere kadar sürülüyordu. MÖ 1000 civarında atların evcilleştirilmesinden sonra, koyun ve sığır sürülerini yıl boyunca hareket halinde tuttular, böylece yerleşmiş yaşamlarıyla tezat olan ve bazen çiftçilerin yerleşik düzenini tehdit eden yeni bir yaşam biçimi, doğal göçebelik ortaya çıktı. Sığır evcilleştirildiğinde, Orta Asya ve Afrika'daki Sudan kuşağı gibi kuru bölgelerdeki birçok insan tam zamanlı çobanlık yapmaya başladı.

Toplayıcılıktan çiftçiliğe geçiş, dünyanın çeşitli merkezlerinde gerçekleşti. Kuzey Çin'deki Sarı Nehir Vadisi sakinleri MÖ 6500 civarında darı yetiştirmeye başladı ve daha sonra da bunlara soya fasulyesi, sorgum¹ ve keneviri ekledi. 6000 yılında ve muhtemelen daha önce, Güney Çin ve Güneydoğu Asya'daki insanlar pirinç ekiyordu. Taro² ve muzlar da domuz, tavuk ve manda gibi hayvanların bulunduğu bölgeden geliyordu. Güney Çin'den pirinç ekimi Kuzey Çin ve Kore'ye ve MÖ 400 yılına kadar da Japonya'ya yayıldı.

Benzer bir yayılma Levant'tan Mısır ve Avrupa'ya doğru gerçekleşti. İklimi Levant'inkine benzeyen Mısır ve Yunanistan halkları MÖ 6000 yılına kadar buğday ve arpa yetiştirdiler. Orta ve Batı Avrupa bu konuda gecikti çünkü bu Ortadoğu mahsulleri daha soğuk, daha yağışlı iklimlerde kötü bir performans gösterdi; yulaf ve çavdar yetiştirmeye başlanana kadar, insanlar beslenme düzenlerinin büyük bir kısmında hasada güvenemiyorlardı.

Bahçecilik fikri Mısır'dan Sahra altı Afrika'ya yayılmış olabilir ancak Ortadoğu bitkileri tropik bölgelerde hayatta kalamazdı. Oradaki insanlar, bahçecilik için nemli bölgelerde yetişebilen yerel bitkilerin yani darı, sorgum ve patateslerin yetiştirilmesini beklemek zorunda kaldı. Afrika'ya has bir pirinç çeşidi ilk olarak MÖ 3500 civarında Nijer Nehri kıyılarında yetiştirildi ve daha sonra Gine ve Senegambia'ya yayıldı. MÖ ilk 1000 yıl kadar bahçecilik önemli sayıda insanı besleyemedi. Küçük çocuklara bakarken bahçe bakımı yapılabilir. Yüzyıllar boyunca, bu alan kadınların çalışmasına dayalıydı, erkekler ise büyük hayvanları avladı veya yetiştirdi.

Amerika halkları Doğu Yarımküre'den sürüldü, bu nedenle onların bitki yetiştirme ve hayvan evcilleştirme şekli dünyanın geri kalanından tamamen bağımsızdı. Amerika'nın çevresi aynı zamanda Doğu Yarımküre'den daha büyük zorluklar ortaya çıkardı, çünkü evcilleştirilebilecek daha az vahşi hayvan vardı ve yabani bitkiler çok sayıda olmasına rağmen evcilleştirilmesi zordu. Sonuç olarak, tam gıda

1 Buğdaygillere ait bir yem bitkisi.

2 Göleveze olarak da bilinen yılanıastığı familyasından gelen potasyum açısından zengin bir bitki.

üretimine geçiş Ortadoğu veya Doğu Asya'dan çok daha uzun sürdü. MÖ 5000 civarında, Orta Meksika halkı, mısırın atası olan teosinte ile denemeler yapmaya başladı, daha sonra buna kabak, fasulye, domates ve biber eklendi. Yine de MÖ 1500 yılına kadar yiyecek kazanımlarının çoğu çiftçilikten sağlanmıyordu. Evcilleştirdikleri hayvanlar da yalnızca köpekler, ördekler ve Gine domuzlarıydı.

Güney Amerika yerlileri patates, kinoa ve fasulye bazlı tamamen farklı bir bahçecilik biçimi yarattı. Ortadoğu'nun çiftçileri tarlalarını sürmek için eşek, inek ve öküz kullanmayı öğrenmişti ama bu büyük hayvanlar Amerika'da yoktu. Güney Amerika yerlilerinin evcilleştirdiği lama ve alpaka, yük hayvanı olarak kullanılabilir, et ve yünleri için yetiştirilebilirdi ancak tarla sürmek gibi eylemler için çok küçüktü. Daha güçlü hayvanlar olmadan çiftçilik, Doğu Yarımküre'de olduğundan çok daha fazla insan emeğine bağımlıydı ve bu durum Hintlilerin (Kızılderililerin) beslenmelerine ve üretkenliklerine sınırlar getirdi.

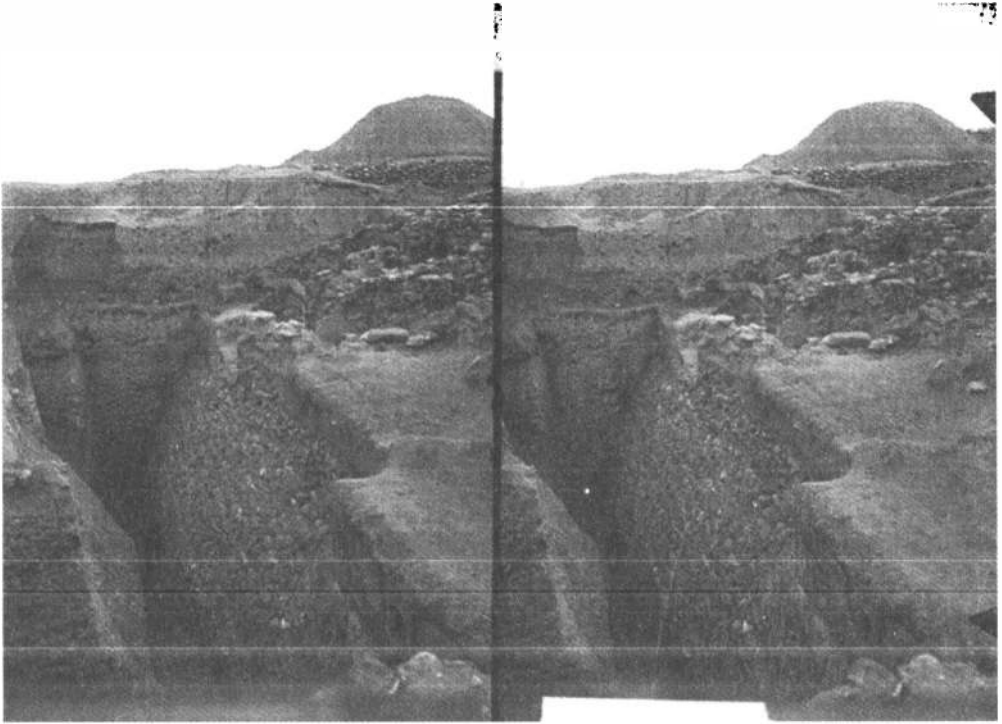
Bahçecilik ve tarımın aşamalı gelişimi dünyayı dönüştürdü. Kendi yiyeceklerini üreten veya yetiştiren insanlar, belirli bir toprak parçasında, toplayıcıların yapabileceğinden çok daha fazlasını elde edebilirlerdi. Verimli topraklar, toplayıcılardan ve hayvan yetiştiricilerinden yüz kat daha fazla çiftçiye destekleyebilirdi. Sayıları arttıkça, çiftçiler avcılarının ve toplayıcıların yaşadığı bölgelere göç ettiler, kısa süre sonra sayıları gittikçe arttı ve birçok yer tamamen çiftçilerle doldu. Milyonlarca yıl süren avcılarının ve toplayıcıların kültürleri ve yaşam biçimleri, yalnızca Kuzey Amerika ve Orta Asya düzlükleri ve ekvatorial Afrika'nın yağmur ormanı gibi çiftçilik için çok kuru yerlerde hayatta kaldı. Tarlalarında toprak ve mahsullerini gübrelemek ve kül elde etmek için çiftçiler ormanları kesip ağaçları yaktı. Bu, küresel çevreyi her zamankinden daha hızlı bir şekilde değiştirdi ancak yine de kendi zamanlarımıza kıyasla yavaşça ilerledi.

Tarım devriminin önemli bir sonucu, bahçecilik önemli sayıda insanı besleyebilirken, insanların yıl boyunca yaşadığı köylerin, yerleşim yerlerinin çoğalmasıydı. Filistin'deki Eriha, MÖ 10.500'e kadar uzanan bu tür ilk köy olabilir. Sakinleri buğday, arpa, mercimek ve bezelye yetiştirdi. 1000 yıl içinde, sakinler yiyeceklerinin yüzde 80'ini arpa ve buğday yetiştirerek elde ediyor ve keçi yetiştiriyorlardı, geri kalanı ise toplayıcılığa devam ediyordu. Tahıl hasat etmek için kullanılan keskin bir kesme kenarına sahip volkanik bir cam olan obsidyen alabilmek için yerel ürünlerin ticaretini yaptılar. Ayrıca mücevher yapmak için başka yerlerden deniz kabukları ve turkuaz ithal ettiler.

Yağmacılara karşı korunmak için kasabalarını bir duvar ve bir hendekle çevrelediler. 7350 yılına gelindiğinde, Eriha yaklaşık 2.000 nüfuslu bir kasabaya dönüşmüştü. Kuzey Irak'taki Jarmo, MÖ 7000 civarında kurulmuş ve yaklaşık 150 nüfusu barındıran başka bir köydü. Duvarların içinde, sakinler düz çatı ve sazlık-

lardan, önemsiz diğer otlardan ve güneşte kurutulmuş tuğlalardan küçük evler inşa ettiler. Daha yağışlı bir iklime sahip diğer yerlerde ise çiftçiler genellikle sazdan çatılı ahşaptan evler inşa ettiler.

Tek bir yere yerleşmek, bir olasılıklar dünyası açtı. Köylüler yeni teknolojiler yaratmaya zaman ayırabilirlerdi; daha da önemlisi, bir yerden bir yere taşımak için çok ağır veya kırılğan olan nesneleri, taşınabilir hale getirebilirlerdi. Arkeologlar bu erken tarım dönemine Neolitik veya Yeni Taş Devri diyorlar, çünkü bu döneme ait taş aletler düzgün cilalanmıştı. Birçoğu bir balta ve keser kafalarıydı ve cilalama onları kırılmalara daha az eğilimli hale getirdi. Ancak bu durum, bu dönemi karakterize eden birçok teknolojik değişiklikten sadece biriydi.



Bir tuğla duvar Eriha şehrini istiladan korudu. Başlangıçta, bu kerpiç duvar taş bir dış duvarın tepesindeydi; sadece taş kısım hâlâ sağlamdır. Kongre Kütüphanesi LC-M32-290 [P&P]

Çiftçilerin ihtiyaç duyduğu araçlar toplayıcıların kullandığı araçlardan çok farklıydı. Ağaçları kesmek için baltalar kullanıldı. Ağaçlar temizlendikten sonra, arazi kazma çubukları ve taş bıçaklı çapalar ile hazırlanmalıydı. Çiftçiler, içine keskin taşlar yerleştirdikleri kemik veya tahta oraklarla tahıl hasat ettiler. Tahılı, bazen bir yıl boyunca, bir sonraki hasata kadar depolamak için, sazlıklardan ve

sepet örgüsünden sepetler ve çamurdan kaplar yaptılar. Tahıl böceklerden ve kemirgenlerden korumak, su taşımak ve yemek yapmak gibi şeyler için daha özenli kaplar gerekiyordu. Japonya'nın Jomon halkı tarafından uzun zamandır bilinen kil çömlekleri, ilk tarım köylerinden hemen sonra MÖ 7000 ve 6000 arasında Ortadoğu'da ortaya çıktı. Tahıl yenmeden önce öğütme taşlarıyla veya tahta havanlarla ezilmeliydi. İnsanlar ayrıca sıcak taşları, su dolu kil çömleklere atarak suyun kaynamasını sağlıyordu. Beslenmeleri avcı ve toplayıcılardan daha fazla nişasta ve daha az protein içeriyordu. Fosilleri atalarından daha küçük ve daha az sağlıklı olduklarını göstermektedir.

Dokuma, erken tarım köylerinde hayvan derilerinin yerini aldı. Bildiğimiz ilk dokuma kumaş Cermo'da yapıldı. Kumaş veya kilim yapmak için kenevir, keten, pamuk bitkileri veya koyun yünü gibi ürünler gerekiyordu. Bunlar ilk önce temizlenmeli, paralel uzanmaları için taraklarla taranmalı ve iplik yapmak için iğler¹ üzerinde eğrilmeliydi. Daha sonra, ilk olarak MÖ 6000 civarında yapılan tezgâhlarda dokunmuşlardı. Lif kaynakları ve kumaşı yapmak için gerekli ekipman yıl boyunca yerleşim gerektirir. Bahçe bakımı gibi, iplik eğirme ve dokuma kumaş, küçük çocukların bakımı ile birleştirilebilecek görevlerdi. Bu nedenle, bu çalışma neredeyse evrensel olarak kadınlar tarafından yapıldı. Mısır, Mezopotamya, Hindistan ve İskandinavya'dan eğirme tezgâhı örnekleri, kadınların iplik eğirme ve dokuma yaptıklarını gösterir.

Neolitik insanlar, tanım gereği, taştan aletler yaptılar. Sadece yerel taşları değil, aynı zamanda yüzlerce mil uzaktan ithal edilen taneli taşları (çakmaktaşı, kuvars ve obsidyen) da kullandılar. Bu, örneğin Mezopotamya ile İspanya veya İngiltere arasında veya Meksika Körfezi ile Kuzey Amerika'nın Büyük Gölleri arasında kapsamlı ticaret ağlarına sahip oldukları anlamına geliyordu. Bakır, gümüş veya altın yataklarında olduğu gibi ham halde bulduklarında da metal kullandılar; Amerika'da tüm metaller bu çeşitliliğe sahipti. Alplerin Buz Adamı bakır kanatlı bir balta taşıdı. Eritme –yani cevherlerden bakır yapmak– Anadolu'da MÖ 5000'de, MÖ 2800'den önce Çin'de, MÖ 2000'de Andes'de ve MÖ 900'de Batı Afrika'da başladı.

Neolitik teknolojinin en olağanüstü ifadesi megalitlerin² veya dev taş anıtların inşasıdır. Neolitik insanlar, Batı Avrupa'dan Pasifik'in doğu tarafındaki Paskalya Adası'na kadar birçok yerde anıt diktiler. En erken 6000 yıl önce inşa edilenler ise Malta tapınaklarıydı. Bununla birlikte, en şaşırtıcı olanı, İngiltere'deki Stonehenge'deki büyük taş dairedir. En büyük taşların her biri 25 ila 50 ton ağırlığındadır

1 Pamuk, yün vb.nden iplik eğirmekte kullanılan, ortası şişkin, iki ucu sivri ve çengelli olan, ağaçtan yapılmış araç, eğirmen, kirmen. (y.n.)

2 Anıt inşa etmek için kullanılan devasa taşlar. Bu taşlar bir harç yardımı ile değil, adeta yap-boz gibi birbirine geçmeli bir şekilde sabitlenirler.

ve karadan 25 mil uzağa taşınmıştır. Beş ton ağırlığında seksen iki mavi taş, kısmen sallarla, 150 mil öteden getirildi. Tüm çalışmalar kasnaklar veya diğer aletlerin yardımı olmadan yapıldı. Arkeologlar Stonehenge inşasının MÖ 2800 ve 1100 yılları arasında birkaç bin insanın çalışmasını gerektirdiğini tahmin ediyorlar. Yine de yılın belirli günlerinde, taşlar ay ve güneş ile mükemmel bir şekilde hizalanır ve birçoğu astronomik gözlem için veya bir takvim oluşturmak için kullanıldığını tahmin etmeye yol açar.

Australopithecines (Primatlar) ve Stonehenge'in kurucuları arasındaki milyonlarca yıl boyunca, günümüz insanların ataları hem biyolojik hem de kültürel olarak uzun bir evrim geçirdi. Australopithecines (Primatlar) ile başlayarak, arka ayakları üzerinde yürüyebilen maymunlar, hominidler zamanla değişti, türlerinin en yenisi olan *Homo sapiens*, 100.000 yıldan fazla bir süre önce ortaya çıktı.

Dik yürüdüğünden, hominidler bir şeyleri taşımak ve yapmak için ellerini kullanabiliyorlardı. Milyonlarca yıl boyunca elleriyle yaptıkları, beyinleriyle sınırlı kaldı. Böylece teknolojileri beyinleri ve bedenleri kadar yavaş gelişti. Bununla birlikte, son 100.000 yılda değişimin hızı arttı. Modern insanların bedenleri ve beyinleri bu dönemde neredeyse hiç değişmemiş olsa da, yarattıkları eserlerin çeşitliliği, etkinliği ve anlamı katlanarak arttı. Teknikleri ve eserleri sayesinde, MÖ 10.000'e kadar, insanlar dünyanın gördüğü en verimli toplayıcı ve en başarılı yırtıcı hayvanlar haline geldi ve dünyanın hemen her bölgesine yayıldı. *Homo sapiens* doğal dünyada egemen yaratık olmuştur.

Bu noktada, doğal dünyada yaşamak artık yeterli değildi. Belki de büyüyen nüfus ya da değişen iklim tarafından yönlendirilen insanlar, doğal dünyayı kendi yararlarına manipüle etmenin yollarını buldular. Bu devrim niteliğindeki gelişme, bitki ve hayvanların evcilleştirilmesi yoluyla gıda üretimi, insanların yerleşmesine, kumaştan megalitlere kadar birçok başka teknolojik eser yaratmasına izin verdi.

Fakat ilerleme bu muydu? Arkeologların incelediği erken çiftçilerin kemikleri, avcı-toplayıcı atalarından daha kısa, daha kötü beslenmiş ve daha hastalıklı olduklarını göstermekteydi. Ayrıca yılın belirli mevsimlerinde avcı-toplayıcı topluluklardan çok daha fazla çalışmış olmalıydı. Çabalarının çoğu hayatta kalmak, kuraklıkla baş etmek, sel, çekirge veya veba salgını gibi şeylerin geçim kaynaklarını yok edebileceği riskli bir girişimi önlemeye gitti. Yine de artık geri dönüş yoktu. Çiftçilik ve hayvan yetiştiriciliği, belirli bir ortamda avcı-toplayıcılık işleminden daha fazla insanı destekleyebilirdi. Sayıları çoğaldıkça, tarımla ilgilenen insanlar avlanmaya ve toplamaya geri döneemezlerdi ancak yeni yaşam biçimlerini biraz daha yoğunlaştırabilirlerdi. Bazıları diğerlerinden daha başarılıydı.

2. Bölüm

Suya Dayalı Uygarlıklar

Incil'deki "Tekvin/Yaratılış Kitabı", Yaratılışın 3. gününü şu sözlerle açıklar:

Tanrı, "Göğün altındaki su, kuru toprakta görünebilecek bir alana toplansın," dedi. Ve öyle oldu. Tanrı kuru toprağı Dünya olarak adlandırdı ve suların toplandığı yere ise deniz adını verdi. Ve Tanrı bunun iyi olduğunu gördü. Ve Tanrı, "Yeryüzünün bitki örtüsünü filizlendirmesine izin verin: tohum veren bitkiler, tohumla meyve veren her türden meyve ağaçları" dedi. Ve öyle oldu. Dünya bitki örtüsünü getirdi: her çeşit tohum taşıyan bitkiler ve içinde tohum bulunan her türden meyve ağaçları. Ve Tanrı bunun iyi olduğunu gördü.

Şimdi bunun nasıl olduğunu biliyoruz. Altı bin yıl önce Sümerliler olarak adlandırılan insanlar, Neolitik çiftçilerin yaptığı gibi yağmur suyuna güvenmek yerine toprağı sudan ayırmaya ve yeni ıslah edilen sulak alanlarda ekim yapmaya başladılar. Böylece ilk uygarlığı yarattılar. Tarihçiler ve antropologlar tarafından kullanılan uygarlık kelimesi, üyeleri vergilere, emeğe veya devlete haraç veren ve liderlerine saygı gösteren büyük ölçekli toplumları ifade eder. Bu tür toplumlar, üyeleri birbirlerini tanıyan ve kan veya evlilikle ilintili olan Neolitik köylerden veya yiyecek arama gruplarından tamamen farklıydı. Medeniyetler sadece daha fazla insan yaratmadı; aynı zamanda anıtlar ve şehirler inşa ettiler; yazıyı, matematiğini ve takvimleri icat ettiler ve ayrıntılı dinler, edebiyat, felsefe ve diğer kültür biçimlerini yarattılar. Bazı medeniyetler nihayetinde dışarıdakiler tarafından yıkıldı veya fethedildi, ancak diğerleri bin yıl boyunca hayatta kaldı. Daha sonraki yüzyıllarda insanlar uygarlaşmadan önce nostaljik bir şekilde "Altın Çağ"a ya da "Cennet Bahçesi"ne baktılar. Ama bir kez çizgiyi geçtikten sonra artık asla geri dönemezlerdi.

Herkesin yiyecek sağlamaya yardım ettiği Neolitik köylerden farklı olarak, daha büyük toplumlarda, bazı insanlar tarım veya hayvancılıktan başka işler de yaptılar. Bazıları tam zamanlı dini, siyasi veya askeri işlerle meşgullerdi. Bazıları savaşçı, zanaatkar ve tüccardı. Diğerleri seçkinlere veya üst sınıflara hizmet ediyordu. Onları beslemek için çiftçiler, çobanlar ve balıkçılar tükettiklerinden daha fazla yiyecek üretmek zorundaydılar. Bu nedenle Neolitik köylerden medeniyetlere geçişin anahtarı, tarım yapmayanları beslemek için fazla yiyecek üretmek için kullanılan yöntemlerdi. Yeni ve daha üretken tarım uygulamaları, toplumun radikal biçimde yeni örgütlenmesiyle el ele gitti.

İlk uygarlıklar, ılıman bölgedeki verimli yağmurlu topraklarda ortaya çıkmadı. Bunun yerine, suyun bir nehir, göl veya bataklıktan geldiği kuru veya çöl bölgelerde başladılar. Nehrin kıyısında ya da gölün veya bataklığın kıyısında ekin yetiştiren çiftçiler, her zaman yıkıcı alanların veya kuraklıkların merhamesine kalmışlardı. Ancak suyu kontrol etmeyi başardıklarında sonuçlar muhteşimdi. Ortadoğu'daki Neolitik çiftçiler, yağmurlu topraklarda ettikleri her bir tahıl için dört veya beş tane arpa tanesi yetiştirmeyi umabilirken, bir nehir vadisinde, büyüme mevsimi boyunca doğru miktarda su alan bir arpa tanesinden 40 taneye kadar toplayabiliyorlardı.

Nehirlere en yakın yerlere yerleşen çiftçiler, alanlarını sulamak için periyodik sel baskınlarına güvenebilirler. Ancak daha sonra gelenler nehir kıyılarından daha uzağa yerleştiler. Alanlarına su getirmek için kanallar, hendekler kazmak ve diğer toprak işlerini yapmak zorunda kaldılar. Bu işleri başlatmak ve sürdürmek, bir kadro insanın yönlendirdiği yüzlerce hatta binlerce insanın emeğini gerektiriyordu. Çiftçiler emeklerine katkıda bulunmak zorunda olsalar da, kamçılarla yönetilen köleler değillerdi. İnsanlar, mahalle baskısı nedeniyle birlikte çalışma ihtiyacını fark ettikleri ve reddetmenin tanrıların gazabını indireceğinden korktukları için itaat ettiler. Dahası, gidecek başka yerleri olmadığını biliyorlardı. Yağmurlu ortamlarda, insanlar yeni toprak arayışı içinde dolaşabilirler ancak çöl bölgelerinde nehir vadilerinin dışında hayatta kalmak imkânsızdı.

İlk medeniyetin ortaya çıktığı yer, Yunanlıların Mezopotamya olarak adlandırdığı “nehirler arasındaki toprak” anlamına gelen, Dicle ve Fırat'ın arasında kalan Irak'tır. Vadi iyi bir alüvyonlu toprağa sahiptir ancak çiftçilik için zor bir alandır. Yazın çok sıcak ve kurak, kışın soğuk ve kurudur. Vadiye az miktarda yağmur yağmasına rağmen, ilkbaharda karlar eriyince su dağlardan doğuya ve kuzeye doğru akar. Nehirler, kıyılarını yıkıcı ortamlarda aşırı derecede tüketene kadar yavaş yavaş çevredeki ovaların üzerine yükselten çok miktarda silt

taşırılar. Bölgedeki tüm halklar, en ünlüsü *İncil*'de anlatılan Nuh'un Gemisi'nin İbrani hikâyesini anlatırlar. (Yaratılış 5-9).

Çevredeki tepelerde yaşayan Neolitik çiftçiler için, taşkın ovasında yaşam hem bir fırsat hem de bir meydan okuma sundu. MÖ 6. binyılda, daha cesur olanlar ovalara inerek köy inşa ediyorlardı. 5. yüzyılda, alanlarını sulamak ve fazla suyu boşaltmak için kısa kanallar kazıyorlardı. Alanların mahsullerini su altında bırakmasını önlemek için, hendekler inşa ettiler. Ekinlerin suya en çok ihtiyaç duyduğu yaz aylarında ve sellerin azaldığı zamanlarda suyun bir kısmını tutmak için çiftçiler küçük su depoları inşa ettiler. Suyu elde tutmak önemli bir görevdi çünkü alüvyon kanalları tıkar ve içerdiği tuz ve alçıtaşı düzgün bir şekilde tahliye edilmediği zaman tarlaları zehirlerdi. Nüfus büyüdükçe, çiftçiler bataklıklarını boşalttılar ve nehirlerden daha uzak kanallar ve su depoları inşa ettiler; bunun için daha büyük çalışma ekipleri gerekti. Başarı; iyi liderlik ve binlerce işbirlikçi çalışmaya bağlıydı.

Zengin alüvyonlu toprağı dikkatlice sulayarak, çiftçiler mercimek, fasulye, bezelye, soğan ve sazlık ile birlikte bol miktarda arpa, buğday ve hurma ağaçları yetiştirdi; bunun dışında evler ve tekneler inşa ettiler. Koyun, keçi, eşek, sığır ve domuz yetiştirip kanallarda balık yakaladılar. Çiftçiler ve çobanlar için yiyecek fazlasıyla yeterliydi. MÖ 3500'den sonra, Güney Irak'ın sulak alanlarındaki köyler kasabalara, kasabalar da şehirlere dönüştü. Sümerler tarafından kullanılan teknikler yavaş yavaş nehirlerin ve vadinin dışına yayıldı. MÖ 2000'den sonra, çiftçiler alanlarını bir sulama aletiyle veya ucunda bir kova asılı olan bir direk (suyu) iyice yayararak, bir uçtan bir uca sulamaya başladılar. Atalarının sahip olduğu gibi bir çapa veya kazma çubuğu kullanmak yerine, alanlarını öküzle çizilmiş bir saban ile ekine hazırladılar ve tohum ekme işlemini, tohumları düzenli aralıklarla düşüren bir aletle yaptılar. Bahçecilikten gerçek tarıma bu geçiş çok daha fazla verim sağladı. Liderlerin yönetimi altında, işçi grupları 75 fit genişliğe ve kilometrelerce uzunluğa kadar ulaşan kanallar kazdı. Kralların en ünlüsü olan, MÖ 1792'den 1750'ye kadar hüküm süren kanun koyucu Hammurabi, kanallarından birini "Hammurabi-büyük bolluğu" olarak adlandırdı.

Mısır, Mezopotamya'ya kıyasla çiftçilik için kolay bir araziydi. Nil, hasattan sonra yaz sonlarında ve sonbaharın başlarında vadisini muhafaza ederdi. Dicle ve Fırat'ın aksine, Nil Nehri'nin sularının yükselmesinin zamanlaması tahmin edilebilirdi ve taşıdığı alüvyon verimli ve tuzsuzdu. Mısırlılar, araziye havzalara bölen alçak kırışlar inşa ettiler ve suyun Nil'in deltasına akmadan önce, yaklaşık bir ay boyunca alüvyonu biriktirmesine ve toprağı ıslatmasına

olanak sağladılar. Ekinler ekim veya kasım aylarında ekilir ve nisan veya mayıs aylarında, bir sonraki ekimden önce hasat edilirdi.

Neolitik halklar Nil Vadisi'nde yüzyıllarca yaşadı, nehir kıyılarında tarım yaptı ve arazinin bol olduğu yerlerde vahşi hayvanlar avlayıp balıkçılık yaptı. MÖ 4000. yılda Mısır, her biri kanalların inşası ve alanların sulanması için planlanan bir "su evi" bulunan küçük krallıklara ayrıldı. 3000. yılın başlarında, alt ve üst Mısır Firavun altında birleştikten sonra, mühendisler nilometreler dediğimiz şeyi, nehrin yüksekliğini ölçen aletleri kurdular. Suların yükselmesinin düzenliliği, onları 365 günlük bir takvim tasarlamaya yöneltti. Şafak zamanı gökyüzünde yükselen güneşe paralel olarak yükselen en parlak yıldız Sirius'u gördüklerinde, suların yükselmesinin yakın olduğunu biliyorlardı. Ayrıca, alanların ve sulama havzalarının kenarlarını işaretlemek ve sınır taşları yerleştirmelerine yardımcı olmak için ölçme aletleri ve pratik bir geometri geliştirdiler. Suyu kanal seviyesinin üzerine çıkarmak için sulama aletleri, makaralar ve değirmen gibi diğer araçları kullandılar. Ortaya çıkan gıda fazlası, sadece eski Mısır'ın her zaman ünlü olduğu ayrıntılı kültürün ve hayranlık uyandıran anıtların oluşturulmasını desteklemekle kalmadı, aynı zamanda dünyanın şimdiye kadar bildiği en güvenli ve sürdürülebilir (yalnızca kısa kesintilerle) 3000 yıllık medeniyetini de üretti.

Mezopotamya'nın bin üç yüz mil doğusunda yer alan İndus Nehri, şimdi Pakistan'ın bir eyaleti olan Sind'den geçiyor. İndus Vadisi'nin çevresi, zengin bir toprak, sıcak, kuru bir iklim ve ovaya periyodik olarak sızan şiddetli bir nehir ile Mezopotamya'ya benziyordu. Ne yazık ki, orada ortaya çıkan medeniyet hakkında Sümer veya Mısır'dan çok daha az şey biliyoruz, çünkü geriye kalan az sayıdaki yazı henüz çözülmedi. Vadide yer kontrolü organizasyonunun MÖ 3200 ile 2600 arasında başladığını biliyoruz. Köylüler sulama ve drenaj kanallarını kazdılar, alanları kontrol etmek ve yerleşimlerini korumak için setler inşa ettiler. Buğday ve arpa yetiştirdiler ve bu ürünleri metaller, yarı değerli taşlar, kereste, koyun ve keçiler için yakın göçebe kabilelerle takas ettiler. Ayrıca her iki yerde bulunan Indus (Hint) çanak çömlek parçaları ve metal nesnelerle kanıtlandığı gibi Sümer ve Arap Yarımadası halklarıyla da ticaret yaptılar. MÖ 1700'den bir süre sonra, tam olarak anlamadığımız nedenlerle, nüfus küçüldü, su kontrolü kaybedildi ve İndus Vadisi şehirleri sel felaketiyle yok oldu.

Mısır ve İndus Vadisi'nin ayırt edici kültürlerine yakındaki Mezopotamya örneğinden ilham alındı. Çin, Meksika ve Peru'da, üç farklı tarım sistemi dışarıdan bağımsız olarak gelişti. Doğu Asya'daki en eski uygarlık merkezi, Kuzeydoğu Çin'in düzlüklerinde, Sarı Nehir boyunca ortaya çıktı. Oradaki

toprak, kazma çubukları ile yetiştirilecek kadar yumuşak olan lös¹, rüzgâr üflemeli ve su bazlı alüvyondan oluşan son derece verimli idi. Ortalama olarak, Mezopotamya’da, Nil ve İndus nehir vadilerinden farklı olarak, tarım için yağış yeterliydi ve çiftçiler darı ve buğday gibi kuru toprak bitkileri ekebilirlerdi. Bununla birlikte, bazı yıllar toprak kurak dönemlere girdi. Orta Asya dağlarına çok fazla yağmur yağdığı yıllar, iş daha da kötü bir hal alıyordu. Daha sonra Sarı Nehir, yatağını toprak ovasının üzerine inşa eden alüvyonla öylesine yüklü hale geldi ki yollarındaki her şeyi süpüren öfkeli sellerle doğal setlerinden ayrıldı. Bu yüzden Çin halkı buna “Çin’in üzüntüsü” diyor.

4000. yıla gelindiğinde Neolitik çiftçiler, Sarı Nehir’in sularını kontrol etmek için ormanları temizleyip hendekleri, kanalları ve su depoları inşa ediyordu. Ancak bölge sakinlerini korumak ve artan nüfusu desteklemek için daha iyi bir yer kontrolüne ihtiyaç vardı. Efsanevi Xia hanedanının kurucusu Kral Yu, MÖ 2200 yıllarında Çin’deki ilk büyük ölçekli akış kontrol projesi ile itibar kazandı. Shang hanedanlığı sırasında (MÖ 1600 ila 1046 civarı), Sarı Nehir ovasının, darı ve buğday yetiştiren, domuz ve ipekböceği yetiştiren ve çanak çömlek yapan binlerce köyle dolu olduğuna dair çömlek parçaları, duvarlar ve diğer kalıntılarla kanıtlarımız var. Ayrıca mühendislik projelerini denetleyen, şehirler inşa eden ve komşularıyla savaştan bir savaşçı aristokrasisini de yönetti.

Çin diğer erken uygarlıklardan neredeyse kopmuş olsa da, Amerika bölgesi tamamen tecrit edilmişti. Böylece, Yerli Amerikalılar Columbus 1492’de gelene kadar dışarıdan rahatsız edilmeden kendi hızlarında ilerlediler. Çok geç de olsa, kendi başlarına, Eski Dünya’dakilere benzer şekilde su kontrolüne dayanan etkileyici medeniyetler yarattılar.

Eski Dünya’da olduğu gibi, ekolojik koşullar Amerika’nın bir bölümünden diğerine değişiklik gösteriyordu ve insanların toprağı ve suyu en iyi şekilde kullanmak için tasarladığı yöntemler de değişti. Altı bin yıl önce, Meksika sakinleri mısır, fasulye, kabak ve pul biber ekmeye ve köpek ve hindi yetiştirmeye başladı. Evcilleştirilebilecek hiçbir büyük hayvan yoktu, bu yüzden tüm işlerin insanlar tarafından yapılması gerekiyordu. MÖ 2000 yılına gelindiğinde, köyler farklı ekolojik bölgeler arasındaki ticareti destekleyerek Meksika’nın merkezindeki manzaraya dikkat çekti.

Amerika’da, belki de dünyada, en görkemli su kontrol sistemi Meksika Vadisi’nde bulundu. Orada, çevredeki dağlardan gelen akarsular bir dizi sığ gölü besledi. Bu göllerin kenarlarında, özellikle Texcoco ve Xochimilco, çiftçiler kanallarla ayrılmış, 15 ila 30 fit genişliğinde, 300 fit uzunluğunda dik-

1 Killi, yumuşak toprak.

dörtgen *chinampa*'lar yarattı. Bunu kanalların dibinden çamur çekerek ve dik-dörtgen parsellere dökerek yaptılar. Toprağın ıslanmasını önlemek için kamış bariyerleri koyup söğütler diktiler. Periyodik olarak, kanallardan taze çamur ve bitki örtüsü katmanları eklediler, böylece toprağı bereketli tuttular. Tohumlar fidanlıklarda filizlenmiş ve daha sonra dikkatli bir şekilde chinampalara dikilmiştir. Bol tatlı su, verimli topraklar, sıcak iklim ve sürekli işçilik, chinampaların yılda yedi kere ekin alınmasına izin verdi. Her dönümlük chinampa beş ya da altı kişi için yeterli yiyecek üretti, bu da dünyanın başka hiçbir yerinde karşılaşılmayan eşsiz bir verimdi. En erken chinampalar, daha önce olmasa da, MÖ 1. yüzyıldan kalmaz. Vadinin nüfusu arttıkça, daha fazla sulak alan chinampaya dönüştü. MS 8. yüzyılda Amerika'nın en büyük şehri Teotihuacán'ı desteklediler. Teotihuacán'ın düşmesinden ve Toltec ve Aztek imparatorluklarının yükselmesinden sonra bile, çiftçiler göllerden toprak sağlamaya devam etti.

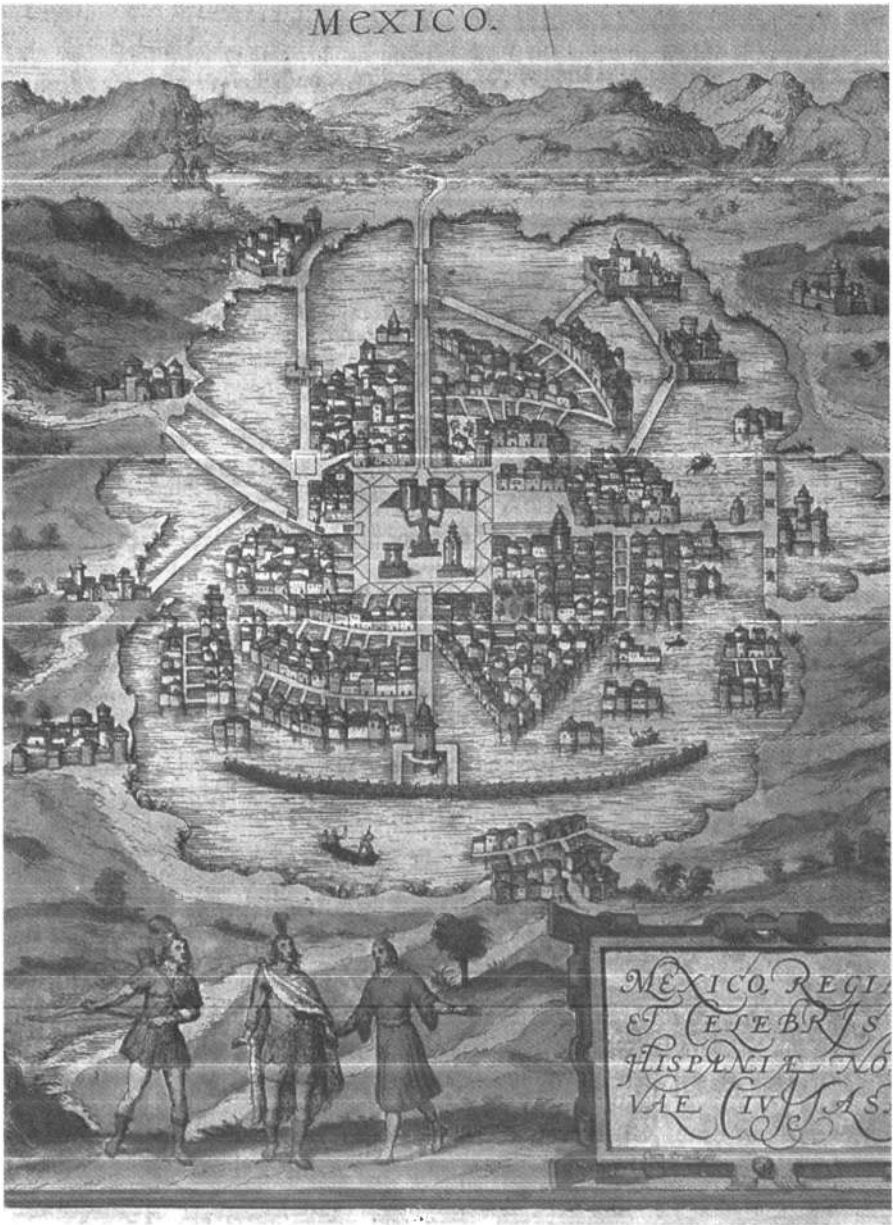
MS 14. yüzyılda Aztekler adlı küçük bir kabile Texcoco Gölü'ndeki bir adaya sığındı. Orada, Tenochtitlán şehrini inşa ettiler ve Amerika'daki en ayrıntılı hidrolik mühendislik projesini inşa etmeye devam ettiler. Doğu Texcoco Gölü'nün tuz yüklü sularının, yıllık ilkbahar aylarında şehrin batısındaki chinampalara zarar vermesini önlemek için, göl boyunca, su seviyesini kontrol etmek için kapıları olan on mil uzunluğunda bir hendek inşa ettiler. Chinampalara ve şehre tatlı su sağlamak için yakındaki tepelerdeki su kaynaklarına ulaşılar ve adaya su kemerleri ve geçitler inşa ettiler. 1519-1521'de Meksika'yı fetheden İspanyol seferine liderlik eden Hernán Cortés şunları yazdı:

Bu büyük şehre giden yollardan biri boyunca harçtan yapılmış iki su kemeri vardır. Her biri iki adım genişliğinde ve yaklaşık altı fit derinliğindedir ve bunlardan bir tanesi boyunca bir insanın vücudu genişliğinde çok iyi bir tatlı su akışı var, şehrin kalbine doğru uzanır ve herkes buradan su içer. Boş olan diğer kanal, ilk kanalı temizlemek istediklerinde kullanılır. Su kemerleri köprüleri geçtiğinde, su bir öküz kadar geniş olan bazı kanallardan geçer ve böylece tüm şehre hizmet eder.(1)

MÖ 1500 yılında, İspanyol istilasının arifesinde, chinampaslar neredeyse 30.000 dönümlük bir alanı kapladı ve o zamanlar dünyanın en büyük ve en zengin şehirlerinden biri olan 100.000'den fazla nüfusa sahip bir şehir için yiyecek sağladı.

Meksika'daki medeniyetin yükselişiyle aynı dönemde, Güney Amerika'nın batı kıyısında, üç ayrı ekolojik bölgenin birbirine yakın bir yerde bulunduğu bir başkası ortaya çıktı. Bunlardan ilki Andes'in yaylalarında ve eteklerinde, soğuk olan ancak ekin yetiştirmek için yeterli yağmur alan bir bölge idi.

1 Bataklıkların saz ve toprak ile kurutularak adacık haline getirilen, tarımsal kullanıma yönelik araziler.



Aztek İmparatorluğu'nun başkenti olan Tenochtitlán şehri, Texcoco Gölü'ndeki bir adada inşa edildi. Su ile çevrili olan Tenochtitlán o kadar güvendedi ki, İspanyolların şehri ilk alma girişimi başarısızlıkla sonuçlandı. İkinci denemelerinde ise İspanyollar şehri ancak tekneler inşa ederek alabildiler. Bildarchiv Preussischer Kulturbesitz / Sanat Kaynağı, NY

Orada insanlar, et ve kaba yün sağlayan ve yük hayvanı olarak kullanılabilen lamaları ve daha ince bir yün veren daha küçük bir tür olan alpakaları evcilleştirdiler. Ayrıca patates ile kinoa adı verilen bir tahıl yetiştirdiler. İkinci bölge Peru kıyılarındaki sular. Dünyanın en zengin sahaları arasında olan Peru'da, MÖ 1500 yıllarına kadar balıkçılıkla geçim sağladılar. Üçüncü bölge dar kıyı ovasıydı. Dünyanın en kurak bölgelerinden biri olmasına rağmen, And Dağları'ndan gelen nehirlerle kesişir. Nehirlerin kıyıları boyunca çiftçiler mısır, fasulye, kabak ve pamuk gibi sıcak iklim bitkileri yetiştirdiler. Çok erken zamanlardan başlayarak, üç bölgenin sakinleri birbirleriyle ticaret yaptılar.

MÖ 1900'lerde, kıyı nehirleri boyunca yaşayan insanlar, daha geniş alanlara su ve besin açısından zengin silt getirmek için çoğu 50 milden uzun kanallar kazmaya başladı. Çiftçiler ayrıca, kıyılarında yüzyıllardır biriken deniz kuşlarının dışkıları olan guano¹ ile alanlarını gübrelemeyi öğrendiler. Dağlık bölgelerde, çiftçiler dik yamaçlarda ekin yetiştirmek için ayrıntılı teraslar inşa ettiler. Moche eyaleti, MÖ 200 civarında kıyı vadilerinin çoğunu fethetti ve 800 yıl boyunca zenginleşti; bol sulanan ovalardaki çiftçiler, dağlık çobanlar ve sahil boyunca balıkçılar arasında aktif bir ticaretle desteklendi. MS 600'den sonra Moche'nin yerini iki rakip medeniyet aldı: Titicaca Gölü çevresindeki güney dağlık bölgelerde bulunan Tiwanaku ve kuzey kıyısındaki Chimu. 1460'larda Chimu devrildiğinde, sulama kanalları 60'tan fazla kıyı vadisinde milyonlarca dönüm araziye su getirdi.

Bu ilk medeniyetlerin hidrolik mühendislik projeleri hem büyük bir popülasyona ihtiyaç duydu hem de bu büyük nüfusu destekledi. Ancak bu medeniyetler, yapı projeleri ve yalnızca yerleşik ortamlarda yaşayan uzmanlar tarafından üretilebilecek zengin bir el sanatları çeşitliliği ile de tanınırlar. Stonehenge ve diğer megalitlerin kanıtladığı gibi, inşa etme isteği medeniyetler ortaya çıkmadan önce vardı. Ancak Neolitik zamanlarda, bu tür inşaatlar, yiyecek elde etme ihtiyacı nedeniyle şehir sakinlerine çok az boş zaman bıraktı. İlk uygarlıklarda, aksine, tarımın verimliliği, inşaat işçilerini beslemek için kullanılacak bir gıda fazlası sağladı. Ayrıca, devasa hidrolik mühendislik projeleri üzerinde birlikte çalışmanın getirdiği işbirliği ve itaat alışkanlıkları da seçkinler tarafından siyasi ve dini inşaat projelerine yönlendirilebilir.

Sümerler tarafından üstlenilen ilk bina projeleri tapınaklar ve şehirlerdi. Az odun kullandılar ve taş kullanmadılar ancak kil ve samandan tuğla yapıp güneşte kurumaya bıraktılar. Güneşte kurutulmuş bu tuğlalarla, zigguratlar², tapınaklar, depolar ve atölyeler içeren piramit şeklinde kuleler inşa ettiler. Sıradan inşaatlar için çok pahalı olan pişmiş tuğlalar sadece dekorasyon için kullanıldı. Her tapınak

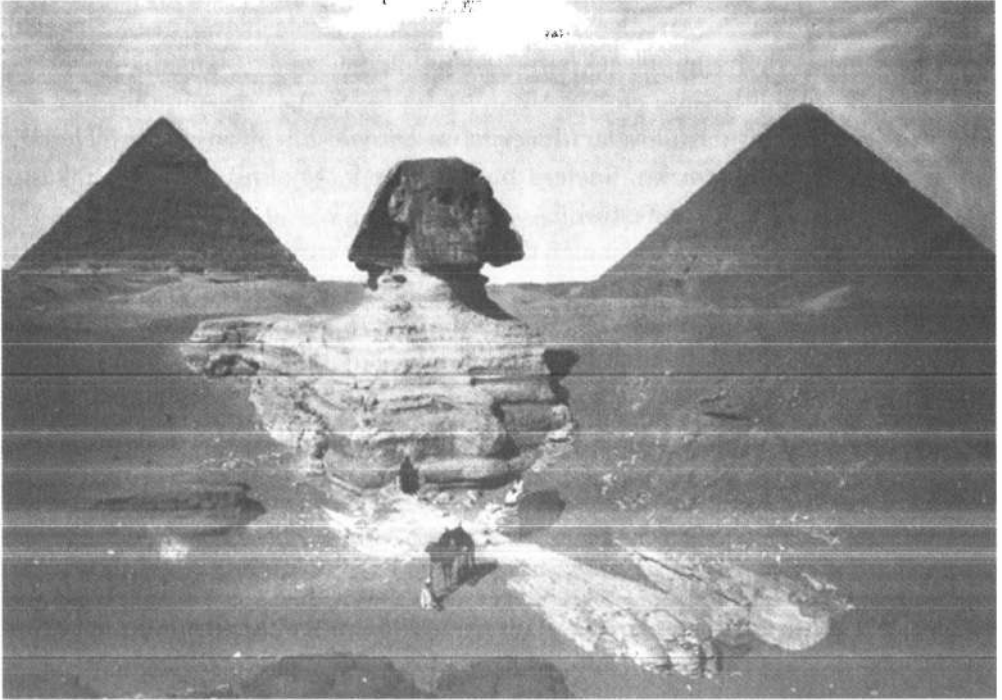
1 Guano, esasen penguen ya da karabatak gibi deniz kuşlarının dışkılarından oluşan bir madde. (y.n.)

2 Zigguratlar eski Mezopotamya'da Sümerlerde, Babillerde ve Asurlarda bir çeşit tapınaktır. (y.n.)

kompleksinin profesyonel rahiplere ve zanaatkârlara, tüccarlara ve hizmetçilere ihtiyacı vardı. Şehirler on binlerce kişiye kadar büyüdü; ilki MÖ 4000'den önce inşa edilmiş olan Ubaid idi.

Su kaynağına yakın bir arazi o kadar değerliydi ki, komşu şehirler arasında anlaşmazlıklara yol açıyordu. Savaşlar patlak verirken, rahipler ve emekliler gibi çiftliklerden gelen fazla gıdalar ile desteklenen bir grup profesyonel savaşçı ortaya çıktı. Savaşlar Mezopotamya şehirlerini, geceleri ya da bir saldırı durumunda kapanabilecek yüksek duvarlar ve ağır kapılarla çevrelemeye zorladı.

Mısırlılar Mezopotamya halklarından daha şanslıydı, çünkü Nil Vadisi iyi kireçtaşı kayalıklarıyla çevriliydi. Taş tapınaklar ve saraylar binlerce yıldır hayatta kalırken, güneşte kurutulmuş tuğlalardan yapılmış sıradan evler, dikkatli bir şekilde muhafaza edilmezlerse hızla toprağa karışırdı. Dünyanın en görkemli yapıları olan Giza piramitleri, 5.000 yıl sonra neredeyse yeni yapılmış kadar iyi durumdadır: En büyükleri Khufu, 481 fit yüksekliğinde ve 13.5 dönümlük bir yer kaplamaktadır; Khafre neredeyse onun kadar büyüktür ve Menkaure ise ancak iki büyük komşusunun üçte biri büyüklüğündedir.



Sfenks ve Giza'nın büyük piramitleri, eski Mısırlıların yığma inşaat ustalığının harika kanıtlarıdır. Kireçtaşı anakayasından oyulmuş Giza Sfenksi, dünyanın en büyük tek taş heykelidir. Kongre Kütüphanesi LOT 13550, no. 34 [P&P]

Bu muazzam anıtlar hangi amaçla inşa edildi? Genel cevap Firavunlar için mezar oldukları. Yine de Mısır tarihinin en eski firavunlarından biri olan, MÖ 2613'ten 2589'a kadar hüküm süren Sneferu, arka arkaya üç tane piramit inşa etti; bir mezar olarak ihtiyaç duyduğundan iki tane fazla. İlk olarak Meidum'da bir basamaklı piramit olarak başladı; 52 derece kenarlı gerçek bir piramide dönüştürmek için daha sonra eklenen bir dış manto, moloz haline geldi. Daha sonra 52 derece kenarlı gerçek bir piramit olarak başladığı için Bent Piramidi geldi ancak hedeflenen yüksekliğin üçte birine ulaştığında, 43½ derecelik düşük bir açıyla hızla bitirildi. Üçüncüsü, 43½ derecelik kenarlarıyla gerçek ama bodur bir piramit olan Kızıl Piramit'ti.

Devasa kireçtaşı bloklarını yerleştirmek için, üç aylık sezonda toplanan on binlerce çiftçinin işgücüne ihtiyaç vardı ve önceki hasat sırasında vergi olarak alınan tahıllarla beslendiler. Bununla birlikte, iş ilerledikçe, büyüyen piramidin tepesine daha az işçi sığabiliyordu. İşten çıkarılmak yerine, diğerleri yeni bir piramit başlatılarak çalışmaya devam ettirildi. Bu yüzden Bent Piramidi bükülmüştü: Mimarlar Meidum'un çöküşünü öğrendiklerinde inşaat aceleyle bitirilmişti. Felaketten korktukları için bir sonraki kırmızı olanı düşük bir açıda inşa ettiler. Bu süreçte, büyük taş bloklarını güvenli kullanma tekniğinde ustalaştılar. Ancak o zaman, Sneferu'nun halefleri Khufu ve Khafre, en ünlüleri Giza'da olan, dik kenarlara sahip gerçek piramitler inşa etmeye cesaret edebildiler. Aslında, piramit inşasının amacı; Mısır halkını tanrı-kralları Firavun'un emriyle büyük inşaat projelerinde işbirliği yapmaya alıştırmaktı. Sneferu bunu yaparak, Neolitik çiftçilerin ülkesini tek bir ulus olan Mısır'a dönüştürdü.

İndus Vadisi'ni sulayan insanlar da şehirler inşa ettiler. Bunlardan ikisi, Harappa ve Mohenjo-Daro, ayrıntılı ama çok sıkı kontrol edilen bir medeniyet ortaya koyuyor. Köylerden, gelişigüzel olarak büyüyen Mezopotamya şehirlerinden farklı olarak, iki İndus şehri, planlı olduklarının kanıtı olan dikdörtgen bir ızgaraya yerleştirilmişti. Duvarları değil, setleri vardı çünkü insanlardan değil, sellerden korkuyorlardı.

Amerika'da, şehirler ortaya çıkmadan çok önce, uygarlık yıl boyunca az sayıda insanın yaşadığı ancak birçoğunun özel tatillerde geldiği büyük tören merkezlerinin inşası ile ilişkilendirildi. MÖ 1. binyılda, Meksika Olmekleri, 20 tona kadar devasa taş heykeller oydu ve bunlar taş ocaklarından 100 mil kadar uzağa taşındı. MÖ 1. yüzyılda, Oaxaca Vadisi'ndeki Monte Albán'ın tapınakları ve piramitleri, bir kasaba olarak nitelendirilecek kadar tüccar, zanaatkar ve diğer çiftçi olmayanları cezbedi. Aynı şekilde, Güney Meksika ve Guatemala Mayaları, binlerce insanın bulunduğu köylerle çevrili Tikal gibi tapınak kompleksleri yarattı.

Amerika'daki ilk gerçek şehir Meksika Vadisi'ndeki Teotihuacán'dı. MÖ 200 civarında kuruldu, 300'den 700'e kadar sürdü ancak daha sonra çöktü. Bölge halkı yüzlerce daha küçük piramit, tapınak, dini veya siyasi bina ile birlikte iki büyük piramit, Güneş Tapınağı ve Ay Tapınağı inşa etti. Etraflarında, obsidyen, çanak çömlek, kumaş, deri ve kuş tüyü zanaatkarlarına ayrılmış ve Meksika'nın diğer bölgelerinden gelen tüccarların yaşadığı mahalleleri olan bir şehri dikdörtgen bir ızgaranın üstüne inşa ettiler. En parlak döneminde Teotihuacán'ın 100.000'e yakın nüfusu vardı.

Amerika'nın diğer bölgelerinde, Meksika'da olduğu gibi, tören merkezleri şehirlerden önce geldi. Peru'daki El Paraíso, MÖ yaklaşık 1800 yılında inşa edilmişti; altı büyük bina içeriyordu ve 100.000 ton taş gerektiriyordu. 2.000 yıl sonra, Güney Amerika'da inşa edilen ilk gerçek şehir Chan Chan oldu. Amerika Birleşik Devletleri'nin güneybatı kesiminde, Ancestral Pueblo (veya Anasazi) halkı; Chaco Kanyonu, New Mexico'daki Pueblo Bonito ya da 220 oda ve 23 kivas¹ ile Arizona, Mesa Verde'deki daha ünlü Cliff Palace gibi birçok tören merkezi inşa etti. Bu merkezler sadece küçük bir daimi nüfusa sahipti ancak dış köylerden binlerce insana özel günlerde buluşma yeri olarak hizmet ediyorlardı.

İlk medeniyetlerin tüm teknolojileri, su kontrol sistemleri veya şehirler ve anıtsal binalar kadar büyük ve ortak çaba gerektirmedi. Bazıları daha küçük çaptaydı, ancak hayati önem arz ediyordu. Bunlardan ikisi, herkes için, hatta en fakirler için bile yararlı olan dokuma ve seramikti. Metalürji ve tekerlekli araçlar gibi diğerleri, daha çok üst sınıfların ilgisini çekiyordu.

Hayvan derileriyle kendilerini giydiren avcılarının ve toplayıcıların aksine, tarımsal insanların tekstile ihtiyacı vardı. Her uygarlıkta dokuma kumaş, hem erkekler hem de kadınlar tarafından yapıldı ancak iplikçilik her zaman kadınların çalışmasıydı. İbranice *İncil*'de erdemli kadın "Yün ve keten arayıp elleriyle istekli bir şekilde işler. Ellerini iğne koyar ve örekeyi tutar." (Özdeyişler 31:13, 19, 24). Öreke, fitili veya gevşek lifleri tutan uzun bir çubuktur, iğne ise düşerken dönen, ipliğe sararken bir bükülme veren kısa bir çubuktur. Bu basit aletleri kullanarak kadınlar yürürken veya başka görevleri yerine getirirken ipliği sarabilirler. Bugüne kadar, öreke ve iğne sözcükleri bu kadim kadınların mesguliyetlerini yansıtıyor.

Neolitik halklar tarafından yapılan iplikler ve kemerler; ipek, kenevir ve ketenden üretilmiştir. MÖ 4. binyılda, Mezopotamya halkı keçilerin ve koyunların yünlerini kırarak yünlü kumaş örüyorlardı; daha sonra özellikle yün için koyun yetiştirdiler. Yün ilk önce liflerin bir araya getirilmesiyle keçeye dönüştürülerek yapılmıştır. Sümer şehri Ur'da yazılan belgeler, koyun sürülerini ve kadınların

1 Pueblo halkının köylerinde genellikle dini törenler esnasında kullanılan geniş yeraltı odası. (y.n.)

eğirme ve dokuma mesleklerini tanımlar. MÖ 2300 yıllarında, Akdeniz'deki Girit Adası'ndaki çobanlar taranabilen, iplik haline getirilebilen ve kumaş dokunabilen uzun yünlü postlu koyunlar yetiştirmeye başladılar. Kenevir ve ketenin aksine, yün ipliği doğal olarak siyahtan beyaza kadar çeşitli renklerdeydi ve dahası canlı renklere boyanabilirdi. Girit ve yakındaki Yunanistan kadınları, Doğu Akdeniz'de ticareti yapılan, dimi ve goblen gibi yeni örgüler de dahil olmak üzere renkli tekstiller üretmeye başladı. Yunan şair Homeros şöyle yazdı: "Ve 50 kadın Alcínöüs'e hizmet ediyor: bazıları sarı mısır öğütüyor, değirmenleri elinde; ve diğerleri ağlarını örüyor veya otururken parmakları rüzgâr tarafından sallanan kavak ağaçlarının yaprakları gibi parlarken hızlı iğlerini büküyorlar... Phaeácians erkekleri deniz aşırı gemilerde yelkende en uzmanları, kadınları da örgüde eşsizdir."(2)

Yün, Peru yaylalarının halkı tarafından kullanılan başlıca tekstildi. Sıradan insanlar lama yününden yapılmış kumaş giyiyordu. Seçkinler tarafından giyilen kumaş, özellikle bu amaçla yetiştirilen alpaka yününden elde ediliyordu. İnç başına 500 iplikle dünyanın en iyi ve en ustaca dokunmuş kumaşıydı ve kuşların, jaguarların ve yılanların ayrıntılı tasarımlarıyla çok renkliydi.

Antik çağın halkları arasında yalnızca Mısırlılar, neredeyse yalnızca ketenden yapılmış keten giysiler giyerlerdi. Mısır keteninin parçaları MÖ 4500'e kadar uzanmaktadır. Mısırlılar ketenleri sadece yaşayanları giydirmek için değil, aynı zamanda gömülecek mumyaları sarmada ve Nil'i aşan tekneler için yelken yapımında kullandılar. Erkekler yetiştirdi, hasat etti, keten liflerini hazırladı ve hem kadınlar hem de erkekler kumaşı dokudu. Erkek işçilerin (ve bazen kadın) gözetmenlerinin dikkatli gözü altında çalıştığı büyük atölyelerde çok fazla dokuma yapıldı. Yunan tarihçi Herodot bu durum karşısında şaşkına döndü: "Alışkanlıkları ve gelenekleri diğer insanların tam tersidir. Bunlar arasında kadınlar pazarları ve dükkânları işletirken, erkekler kapalı mekânlarda örgü yapıyorlar..."(3) Keten bezleri boyanmadığından, varlıklı Mısırlılar Sahra altı Afrika'dan altın, Ege'den gümüş, İran'dan lapis lazuli,¹ Baltık'tan kehribardan yapılmış renkli mücevherlerle süslenmiş beyaz kıyafetler giyiyorlardı ve diğer değerli malzemeler ise tüccarlar tarafından uzun mesafelere taşınıyorlardı.

MÖ 4. binyıldan önce, Batı Avrasya ve Kuzey Afrika'da olduğu gibi Çin'de de kadınlar kumaş dokuyordu; kumaşlar, ikisi de bitkisel ürün olan kenevir veya ramiden yapılırdı. Sonra Çinliler sadece dut yaprakları yiyen ipekböceği *Bombyx mori*'yi yetiştirmeyi öğrendi. İpek yapmak; kozaların kaynatılmasını, makaraların sarılmasını veya çözülmesini ve onları iplikler halinde bükmeyi içerir. Sonuç, parlak renklerle boyanabilen, tekir ve brokar gibi birçok desene dokunabilen, oldukça

1 Lapis lazuli veya laciverttaş, çok eski çağlardan beri mücevher olarak kullanılan bir taş türü. (y.n.)

güçlü ve pürüzsüz bir ipliklidir. Bu lifi büyük olasılıkla çiftçiler keşfettilerse de, Çin efsanesi onu efsanevi İmparatoriçe Xi Ling-shi'ye atfeder. “Kadınlar örür, erkekler toprağı işler”(4) atasözünde olduğu gibi, Çinliler de diğer kültürlerdeki gibi görevleri cinsiyetlere göre ayırdılar. Shang hanedanıyla, sıradan insanlar kenevir, rami veya pamuktan giyinirken aristokratlar ipek elbiseler giymişlerdi. Birkaç bin yıl boyunca ipekböceğı yetiştirmenin ve ipek yapmanın sırrı sadece Çinliler tarafından biliniyordu.

Pamuğun iki kaynağı vardır: Hindistan ve Amerika. İndus Vadisi halkı MÖ 3500 yılında pamuk yetiştirdi ve kumaş dokudu. MÖ 700'de gezginler bitkiyi, kullanımının Mısır'a ve Sahra altı Afrika'ya yayıldığı Mezopotamya'ya getirdiler. Başka bir pamuk çeşidi, bitkinin iyi büyüdüğü ve kumaşın iklime yünden daha uygun olduğu tropik bölgeler olan Peru ve Mezoamerika'nın alçak bölgelerindeki halklar tarafından kullanılıyordu.

Tekstillerin yanı sıra çömlek de eski zamanların en önemli sanatıydı. Çanak çömlek tarihi özenle incelenmiştir; çanak çömlek parçaları, tekstilden farklı olarak, zeminde bırakıldığında bozulmaz. Kaplar ağır ve kırılğan olduğundan, göçebe halklar için hiçbir faydaları yoktu. İlk çömlekçiler, Japonya'nın Jomon halkı, kalıcı köylere sahip olmaları bakımından toplayıcılar arasında benzersizdi. Başka yerlerde, çanak çömlek Neolitik halkların ve medeniyetlerin bir özelliğiydi.

Jomon'dan sonraki en eski çömlekçiler Mezopotamya'nın kuzeyinde Zagros Dağları'nın sakinleriydi. MÖ 7. binyıldan başlayarak, saman veya çakılla karıştırılmış kilden spiraller oluşturarak çömlekler yaptılar, daha sonra düzelttiler, kuruttular ve bir şenlik ateşinde veya fırında ateşlediler. Çanak çömleklerin birçok faydası vardı. Tahıl, yağ ve şarap saklamak için büyük kaplar kullanıldı. İnsanlar su taşımak, yemek yapmak, bir şeyler içmek ve yemek yemek için daha küçük olanları kullandılar. Eğirme ve dokuma gibi, çömlek yapımı da yerli nesneler yaratan bir yerli sanattı; birçok kültürde kadınlar tarafından uygulandı. Saksılar sıklıkla dekore edildi, her kültür ve dönem kendi kendine özgü bir desen yarattı. Bu, arkeologların toprakta bulunan çanak çömlek parçalarının kökenini tanımlamasına ve stillerin yayılımını, ticaret kalıplarını izlemesine izin verdi. Mezopotamya'da İndus Vadisi'nde çanak çömlek parçaları bulundu ve Çin çömleklerinin Doğu Asya'da ticareti yapıldı.

Metalürji doğal bakır ve altın kullanımı ile başladı. Kuzey Amerika'nın ve Anadolu'nun (şimdiki Türkiye) Büyük Göller bölgesinde yaşayanların bıçak, keski, balta ve ok uçlarına dövdükleri bakır parçaları işte bunlardı. Alplerin Buz Adamı'na ait balta bıçağı yerli bakırdandı. Bununla birlikte, doğal metaller nadirdir. Doğada çoğu metal; metal oksitler ve diğer bileşikler içeren cevherler veya mineraller şeklinde bulunur. Taş Devri araştırmacıları, ısıtıldığında metalik bakır sızan

malakit ve azurit gibi birçok farklı taş türüne aşınaydı. Tüccarlar bu tür cevherleri MÖ 5. binyılda Mezopotamya'ya ve daha sonra Mısır, İndus Vadisi ve Kuzey Çin'e getirdiler. Oldukça yaygın olmasına rağmen, bakır cevherleri Anadolu, İran, Sina Yarımadası, Umman, Kıbrıs ve Nubya gibi belirli yerlerde yoğunlaşmıştır. Böylece cevherler ve metaller, uzun mesafeli ticaretin en önemli kalemleri arasındaydı.

Maden cevherleri çıkarmak ve onları bakıra dönüştürmek karmaşık süreçlerdi. Yüzey birikintileri hızla tükendi ve yeraltı cevherleri, eritilmeden önce ezilmesi ve kavrulması gereken kükürt (kükürt içeren bileşikler) olma eğilimindeydi. Güçlü bir çekişe ve çok miktarda yakıtı ihtiyaç duyan eritme fırınları gerekiyordu. İlk fırınlar, tekrar tekrar ısıtılması ve gerekli şekilde dövülmesi gereken metali eritecek kadar sıcak değildi. Kükürt, bir hava patlaması oluşturmak ve yangının sıcaklığını bakırın erime noktasına (1200 santigrat derece) yükseltmek için, MÖ 2. yüzyılın sonlarına kadar kullanılmadı. Ancak bu tarihten sonra, erimiş metali istenen şekildedeki kalıplara dökmek mümkün oldu.

Metal nesneler yapmakla ilgili birçok beceri, uygulayıcılarını, sırlarını büyük bir özveri ile koruyan ve babadan oğula geçiren tam zamanlı uzmanlara –madencilik, eriticiler, demirciler ve diğerleri– dönüştürdü. Balta ve keser kafaları, testere bıçakları, tahliye boruları, bıçaklar, kılıçlar, zırhlar ve diğer birçok nesne yaptılar. Ancak bu tür eşyalar çok masraflıydı ve seçkinler için ayrılmıştı. Çiftçiler ve sıradan zanaatkarlar bakırın zenginlere ulaşmasından çok sonra bile hâlâ taş ve ahşap aletleri kullanmaya devam ettiler.

Bakırın işlenmesi kolay olsa da, kullanımla sert ve kırılğan hale gelme eğilimindedir ve periyodik olarak yeniden ısıtılıp şekillendirilmesi gerekir. MÖ 3. binyılda, metalle çalışan kişiler, çalışması daha kolay ancak saf bakırdan daha güçlü ve daha dayanıklı alaşımlar oluşturmak için bakırı daha yumuşak metallerle karıştırmayı öğrendiler. Bunlardan ilki arsenikti, genellikle bakır cevherleriyle karıştırılarak arsenik bronz adı verilen bir alaşım üretiliyordu. Arsenik bir zehirdir ve çok geçmeden yerini, çalışmak için daha az tehlikeli olan teneke almıştır. Bakır ve kalaydan yapılmış bronz (genellikle 10:1 oranında) her açıdan üstün bir metaldir; bakırdan daha düşük bir erime noktasına sahipti, dökülmesi kolaydı ve kırılğan değildi. Bununla birlikte, kalay cevherleri nadirdi ve Ortadoğu'ya İngiltere kadar uzaklardan ithal edilmek zorundaydı. İsimleri uzun zamandan beri unutulsa da, arkeologlar Ortadoğu seramik parçalarını üretildikleri yerden binlerce mil uzakta buldukları için tüccarların uzun mesafelerde ticaret yaptığını biliyoruz.

Bronz; Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Avrupa'da iyi biliniyordu ancak metali karmaşık şekillere dökmek için balmumu yöntemini mükemmelleştiren Çinlilerdi. İlk olarak kil ile istenen nesnenin kaba bir modelini oluşturdular. Kuruduktan sonra, içini ince detaylar oydukları balmumu ile kapladılar. Daha sonra balmumunu kil

ile kapladılar ve tekrar kurutarak bir kalıp oluşturdular. Daha sonra ısıtarak erimiş mumun kalıpta kalan deliklerden dışarı akıttılar. Bu, kalıbın içinde, balmumu tarafından boşalan şekli tam olarak alan erimiş bronz döktükleri bir boşluk bıraktı. Kalıp soğuduğunda, onu kırarak açtılar ve içinden balmumu oymacılığının bronzdan tam bir kopyasını ortaya çıkardılar. Shang hanedanlığı döneminin aristokratları, bakır ve kalay madenlerine erişimi kontrol etti ve bronzun işlendiği izabe tesislerini ve atölyeleri yönetti. Bronz demirciler, bu talimatları izleyerek karmaşık bir şekilde dekore edilmiş ritüel kapları, müzik aletleri, at arabası parçaları ve özellikle soyluların nüfusun geri kalanı üzerinde güçlerini sürdürdüğü silahlar yaptılar.

Amerika'da ayrıca metalürji merkezleri de vardı. Yeni Dünya'nın çeşitli yerlerinde yerli bakır, altın ve gümüş bulundu. Peru demircileri, MÖ 500 gibi erken bir tarihte altını dekoratif eşyalara dönüştürdüler. MÖ 1. yüzyılda demirciler Kolombiya'da ve daha sonra Peru ve Meksika'da bakır dökmeyi öğrendiler. MÖ 5. yüzyılda demirciler bronz nesneler üretiyorlardı. İspanyol işgalinin arifesinde, metal ustaları kayıp balmumu yöntemini kullanıyorlardı ve güzel altın, gümüş ve platin nesnelerinin yanı sıra bıçaklar, silahlar ve bakır ve bronz aletler yapıyorlardı.

Bu eski medeniyetlerin sakinleri birçok alanda dikkat çekici bir şekilde yaratıcıydı ancak yavaş yavaş geliştirdikleri teknolojik bir eser vardı; tekerlek. Günümüz dünyasında, tekerlek o kadar yaygın ve vazgeçilmezdir ki onsuz bir dünya hayal etmek zordur. Ancak erken medeniyetler insanı tekerleğin prensibini anlasa bile, bunu çok az kullandılar.



Shang kültürü bronz işçiliği ve diğer askeri teknolojilerde büyük ilerleme kaydetti. Bu nesne at arabası olabilir. Charles Lang Freer'in hediyesi, F1911.89, Freer Sackler Galerisi.

Çömlekçinin çarkı 5. binyılda Mezopotamya’da ortaya çıktı ve Avrasya’nın birçok yerinde kabul edildi. MÖ 3700 yıllarında Kafkas Dağları’nın kuzeyindeki ovalarda yaşayan sığır çobanları, liderlerini faydacı araçlardan ziyade zenginlik ve gücün işaretleri olan iki tekerlekli arabalar veya öküzlerin çektiği dört tekerlekli arabalarla gömmeye başladılar. Büyük bakır çivili deri kayışlarla çevrelenmiş üç ağır kalastan yapılmış tekerlekleri, onlarla birlikte dönen akslarına sıkıca bağlıydı. Bu tür araçlar MÖ 3000’de Mezopotamya ve Suriye’de ve 500 yıl sonra İndus Vadisi’nde yaygınlaştı. Ayrıca MÖ 3000’de Kuzey Avrupa’da ve MÖ 1650’den sonra Mısır’da kullanıldılar. Bununla birlikte, çok ağırdılar ve yumuşak topraklarda batıyorlardı ve kayalık arazide kullanılamıyorlardı. Tekerleğin bulunmasından çok sonra, eşek kervanlarıyla uzun mesafelerde mal taşımak çok daha kolaylaştı. Amerika halkları hiç tekerlekli araçları kullanmadılar çünkü onları çekecek kadar büyük evcilleştirilmiş hayvanları yoktu.

Eski uygarlıklardan miras aldığımız en önemli teknolojilerden biri, nesneleri, fikirleri ve sesleri temsil etmek için semboller yazarak uzayda ve zamanda bilgi depolamanın ve iletmenin bir yolu olan yazıdır. Dünyada birçok farklı yazı sistemi ortaya çıktı. Mezopotamya, Çin ve Mezoamerika’nınkiler bağımsız olarak icat edildi. Mısır hiyeroglifleri ve kendi alfabemiz gibi diğerleri de komşu toplumların yazılarından ilham aldı.

Sümerler, çivi yazısı denilen, “kama şeklinde” anlamına gelen ilk yazı sistemini yarattılar. MÖ 8000 civarında, Mezopotamya’nın içindeki ve yakınındaki insanlar koyun, tahıl ölçekleri veya yağ kavanozları gibi şeyleri temsil etmek için küçük kil jetonları kullanmaya başladılar. MÖ 8000 civarında, Mezopotamya’daki ve yakınındaki insanlar; koyun, tahıl ölçüm aleti veya yağ kavanozları gibi şeyleri temsil etmek için küçük kil işaretler kullanmaya başladılar. Bu arada, diğerleri çömlek üzerine tasarımlar çiziyordu. MÖ 3300 ve 3200 arasında, Sümer dindarları sadece insanları ve nesneleri değil soyut fikirleri de tasvir etmeye başladılar. İnanç kelimesini göstermek için bir arı ve yaprak resmi çizmek gibi bilmece esasını kullandılar. Bu sembolleri küçük ıslak kil tabletlerine kama şeklinde bir sopayla yazdılar. Güneşte kuruduktan sonra, bu tabletler binlerce yıl sağlam kaldı.

Çivi yazısı geliştirildikten sonraki ilk 500 yıl boyunca, sadece listeler yapmak, tapınaklara yapılan bağışları takip etmek vb. işlerde kullanıldı. Bulunan tabletlerin yüzde 90’ı defter tutma ve idari belgelerdir. Katipler ancak daha sonra tarihler, yasalar, efsaneler ve diğer edebiyat biçimlerini yazmaya başladılar. Bunu yapmak için, öğrenmesi uzun yıllar gerektiren 500 ila 600 farklı işarete ihtiyaçları vardı. Sadece çok az insan bu ezoterik beceriyi öğrenebilmek için boş zamana veya çocuklarını okula göndermek için servete sahipti. Yazı, okuryazar seçkinleri nüfusun geri kalanından ayırmanın bir yolu haline geldi.



Bir çivi yazısı tableti, MÖ 2000 yılından kalma ve Türkiye’de bulunan bir yazıt ve mühür ile kil zarfın içine yerleştirilmiştir. Kama şekillerinin bir kombinasyonundan oluşan çivi yazısı, yüksek düzeyde ticari ve hükümet işlemlerine izin verdi. Silindirik mühür ile nemli kilden etkilenen üstteki şekiller, büyük olasılıkla bir tanrı olan daha büyük bir oturma şekline hediye veya haraç sunan bir adamı (muhtemelen bir kral) temsil eder. Yazıt yukarıdan aşağıya dikey olarak yazılmıştır. Kongre Kütüphanesi LC-USZ62-82973

İlk medeniyetler sadece tarımda ve inşaatda değil, aynı zamanda sanat, zanaat ve bilimde de birçok takdire şayan yenilik ortaya koydu. Bu medeniyetler geleneksel olarak “tarihin şafağı” olarak adlandırılır. Onların başarılarını kutlamak için iyi nedenler var, çünkü kendi medeniyetimiz onlarınkine dayanmaktadır.

Fakat kanıtlar da medeniyet kelimesi gibi zengindir. Bu eski medeniyetlerin bıraktığı tüm yazılar, anıtlar ve eserlerin çoğu seçkinler tarafından ya da seçkinler için yaratıldı. Onları tanımlayan tarihçiler ve eserlerinin okuyucuları aynı zamanda okuryazar seçkinlerin üyeleridir. Hem onlar hem de bizim için medeniyet, onlardan önce gelen avcı-toplayıcıların ve Neolitik çiftçilerin yaşamları üzerinde büyük bir ilerlemeyi temsil ediyor.

Medeniyet böylesine bir gelişmeyi temsil ediyorsa, neden birkaç bölgeyle sınırlı kaldı ve yüzyıllar boyunca dünyanın geri kalanına yayılmadı? Bu soru genellikle Kuzey Amerika, Afrika ve Avustralya’nın yerli halkları hakkında sorulur. Aynı soru, Mısır uygarlığının başlamasından sonra 2000 yıl boyunca medeniyetin cazibe merkezlerine direnen Yunanlılar ve diğer Avrupalılar hakkında da sorulabilir. Onlar bir şekilde “engelli” miydi?

Aslında, tam tersi doğrudur. Bugünün Avrupalılarının ataları, yaklaşık 10.000 yıl önce Anadolu’da yaşayan Neolitik çiftçilerdi. Gıda arzı arttıkça sayıları da arttı ve bazıları, verimli yağmurlu topraklar arayanlar, göç etmeye başladı. Nereye yerleşirlerse yerleşsinler, sayıları, çok geçmeden yerli avcı-toplayıcıları rakamlarını

aştı. Mezopotamya, Mısır ve İndus Vadisi'nde medeniyetler ortaya çıktıktan çok sonra, bu ilk çiftçiler hâlâ çiftçilik için yeni topraklar buluyorlardı. Mümkün olduğunca uzun süre medenileşmekten kaçındılar. MÖ ilk binyıla kadar Yunanistan ve İtalya sakinleri tüm ekilebilir arazileri işgal etmemişlerdi ve Ortadoğu halklarını medeniyeti benimsemeye iten aynı çıkmaza girmediler. Ancak o zaman vergiler, yasalar ve dini veya siyasi otoriteler disiplinine boyun eğdiler.

Bu nedenle, ilk uygarlıkları karakterize eden teknolojiler, insanların doğa üzerindeki gücünde büyük bir ilerlemeyi temsil etti, aynı zamanda küçük bir seçkin kesimin kurallarını çok sayıda insana empoze etme olanağı da oldu.

3. Bölüm

Demir, Atlar ve İmparatorluklar

MÖ 23 ila 79 yıllarında yaşamış, ülkesinin gücünün zirvesinde yaşayan bir Roma asilzadesi olan Yaşlı Pliny, demirin icadına büyük şüphele baktı. Demir hakkında yazdığı şeyler, diğer birçok teknolojik gelişmeye için de söylenebilir.

Şimdi demiri, hem en değerli ve hem de insanlık için en kötü metal olarak düşüneceğiz. Yardımı ile dünyayı ikiye ayırırız, ağaç fidanlıkları kurarız, ağaç keser, işe yaramaz parçaları üzümlerden çıkarır ve onları her yıl yenileriz; evler inşa etmeye, yontma taş vb. birçok işte bize yardımcıdır. Ancak bu metal savaş, cinayet ve soygun için de kullanılır ve sadece yakın mahallelerde, insandan insana değil, aynı zamanda projeksiyon ve ışıkla da; çünkü balistik makinelerle ya da insan kollarının gücü ile ya da oklar şeklinde fırlatılabilir. Ve bana kalırsa bu insan aklının en suçlu ürünüdür. (1)

Pliny'nin ifade ettiği demir –ve başka bir yenilik, atların evcilleştirilmesi– Avrasya'nın eski nehir vadisi medeniyetlerini bozdu. Bu medeniyetler sadece küçük değişikliklerle 1000 yıldan fazla sürdü, çünkü dini ve siyasi seçkinlerinin statülerini tehdit edebilecek yeniliklerden kazanacakları çok az ve kaybedecekleri çok şey vardı. Yine de kendi sınırlarının dışındaki yağmurla sulanan topraklar üzerinde hiçbir kontrolleri yoktu. İşte bu marjinal alanlarda yenilikler ortaya çıktı. İlk olarak, demir ve atlar, onlara sahip olan insanların eski medeniyetleri fethetmelerine veya bozmalarına fırsat verdi. Sonunda, göçebe savaşçılar ve yerleşik nehir vadisi halkları, merkezi hükümetler tarafından yönetilen milyonlarca nüfusa sahip yeni imparatorluklar oluşturmak için birleşti. Bunlar Asur, Pers, Roma, Çin ve Hindistan imparatorluklarıydı.

Bu geniş imparatorlukları ve sakinlerini bir arada tutmak ve genellikle yabancıları uzak tutmak için yöneticiler sadece güçlü ordulara ve ayrıntılı bürokrasilere değil, aynı zamanda yeni teknolojilere de ihtiyaç duydu. İmparatorluk hükümetleri kaynakları yollar, su kemerleri ve duvarlar gibi büyük kamu işleri projelerine ayırdı. Ayrıca gemi yapımını ve gemiciliği ve daha az ölçüde el sanatları ve makine mühendisliğini teşvik ettiler.

Demiri işleyen ilk insan olan Hititler, MÖ 1500'den sonra Anadolu'da yaşadı. Demiri eritmek, bakırı ve bronz eritmekten çok daha zordu. O zamanlarda kullanılan basit fırınlar –bir yamaçta kazılmış ve taş veya kil ile kaplanmış çukurlar– demiri eritecek kadar ısınamazlardı. Ortaya çıkan şey, ham demir olarak bilinen süngerimsi demir ve cüruf (veya kir) karışımıydı. Cürufu çıkarmak için demircilerin ham demiri tekrar tekrar ısıtması ve işlemesi gerekiyordu, bu da çok fazla zaman ve odun, kömür gerektiren sıkıcı bir süreçti. Sonuç; dövme demir, bronzdan daha yumuşaktı, kolayca çatladı ve hızla paslandı. Bununla birlikte demirin muazzam bir avantajı vardı: Cevherleri hemen hemen her ülkede, genellikle yüzeye yakın, kazımları kolay alanlarda ve büyük miktarlarda bulunuyordu.

Yavaş yavaş deneme yanılma yoluyla demirciler ürünlerini geliştirdiler. Çatlamayı önlemek için sıcak demiri soğuk suya daldırarak soğutmayı öğrendiler. Daha az kırılğan hale getirmek için, söndürülmüş demiri birkaç kez yeniden ısıtarak ısınısını dengelediler. Yanan kömürle doğrudan temas eden bir demir nesneyi defalarca yerleştirerek yüzeyini çeliğe dönüştürdüler. MÖ 4. yüzyılda demirciler, bronz kesmeye yetecek kadar sert çelik kenarlı demir kılıçlar yapıyordu.

Demir hem savaş hem de barışı değiştirdi. Birkaç yüzyıl boyunca Hititlere düşmanlarına karşı bir avantaj sağladı. Hitit İmparatorluğu MÖ 1200 yılında yıkıldığında, teknoloji diğer Ortadoğu ülkelerine de yayıldı. Takip eden aksaklıklar İngiltere'den kalay ithalatını engelledi, böylece demire geçişi hızlandırdı.

Demirciler demir eritme sanatında ustalaştıktan sonra, ürünleri bakır veya bronz ürünlerden çok daha ucuz hale geldi. Köylüler ve zanaatkarlar bile metal aletler alabilir hale geldiler. Demirciler demir maşa ve örs kullandılar; çiftçiler demir pulluk, balta başları ve çapa bıçakları kullandılar; marangozların demir testereleri, kesikleri, törpüleri ve keserleri vardı; aşçılar demir bıçak, tencere ve tava kullandılar. Lambalar ve mobilyalar bile demirden yapılmıştı. Çoğu insan için Taş Devri'ne son veren, bronz değil demirdi. Demir eritme sadece yerleşik medeniyet merkezlerinde yaygın olmakla kalmadı, aynı zamanda bu alanların dışındaki çiftçilerin demir baltalarıyla ormanları temizlemesine ve tarımı dünyanın yeni bölgelerine yaymasına izin verdi.

Demir üretimi MÖ 1000 yılı gibi kısa bir süre sonra Mezopotamya'dan Hindistan'a ulaştı. Demir baltalarla donanmış çiftçiler, Ganj Vadisi'ni kaplayan kalın ormanları kesip araziye öküzle sürdü. Yavaş yavaş, tarım bir zamanlar ormanlarla kaplı olan alt kıtaların geri kalanına yayıldı. Sıcak ve nemli Ganj Vadisi, Indus Vadisi'nde yetişen buğday ve arpadan çok daha yüksek verimle, ıslak pirinç tarımına katkı sağladı. Çok geçmeden bölge, yoğun bir nüfusa ev sahipliği yapan köylerle ve tarlalarla kaplandı.

Demir eritme bilgisi MÖ 700 yıllarında Çin'e ulaştı ve demir iki yüzyıl sonra yaygın olarak kullanıldı. Çin dökümhaneleri demir eritme teknolojisini dünyadaki

her şeyin ötesine taşıdı. Demir ustaları havayı cevher, odun kömürü ve kireç karışımından geçirmek için körüklü büyük fırınlar inşa ettiler. Daha sonra, körükleri akan akışlarla döndürülen su çarklarına tutturdular. MÖ 4. yüzyılda, bu gelişmeler fırının sıcaklığını demirin erime noktasına (1.537 santigrat derece) yükseltti. Erimiş demir, tencere-tavalar, çanlar, oraklar, heykeller ve daha birçok nesne yapmak için kalıplara dökülebilir hale geldi. Dökme demir, esnek olmasa da, dövme demirden çok daha zordu. Çinliler diğer insanlardan 1000 yıl önce demir döküyorlardı. Ayrıca demiri kömürle ısıtmanın yollarını da buldular; bu teknik, 2000 yıldır başka yerde üretilmemiştir. Demir baltaları, çapaları ve pullukları olan çiftçiler, Çin'in merkezindeki Yangzi Vadisi'ne sulu pirinç tarımını getirdiler. Kısa süre sonra, Orta ve Güney Çin'in nüfusu, Çin medeniyetinin başladığı Sarı Nehir Vadisi'ne rakip oldu.

Demir Afrika'ya üç yoldan ulaştı. Mısırlılar, MÖ 7. yüzyılda Mısır'ı fetheden Mezopotamya halkı Asurlulardan demir eritmeyi öğrendiler. Oradan, Mısır'ın güneyindeki Kush'a yayıldı. Kush'un başkenti Meroë, birkaç yüzyıl boyunca demir mallar üreterek büyük cüruf yığınları bıraktı. Arabistanlı demirciler, MÖ 9. veya 10. yüzyılda Etiyopya'ya demir üretimini getirdi. Üçüncü yol ise Filistin'den Tunus'taki Kartaca'ya; oradan, Sahra'ya geçen gezginlerin, MÖ 1. yüzyılda Kuzey Nijerya'ya demir yapma becerilerini tanıttıydı.

O zamana kadar Etiyopya'nın güneyindeki Afrika ve Kuzey Nijerya'da avcı-toplayıcılar tarafından seyrek olarak işgal edildi. Bakır biliniyordu ama çok az kullanılmıştı. Kıtayı değiştiren demirdi. Sahra'nın güneyindeki demirleri yakan ilk Afrikalılar, Bantu ailesinin dillerini konuşan Kuzey Nijerya ve Kamerun sakinleriydi. Demirin eritilmesi erkekler tarafından yapıldı. Genellikle belirli aileler veya klanlarla sınırlıydı ve gizli ritüelleri içeriyordu. Kadınlar cevherleri topladı, ayırdı ve yıkadılar, odun kömürü hazırladılar ve demir işçileri için yiyeceklerle bira yaptılar, ancak demiri dövmelerine ya da eritmelerine izin verilmedi. Demir eritme işlemine benzer bir teknoloji olan çanak çömlek yapımı –zeminden hammadde almak, hazırlamak ve bir fırın içinde pişirmek– neredeyse her yerde kadınların, çoğu zaman demir işçilerinin eşlerinin çalışmasıydı.

Bantu dilini konuşan Afrikalılar demirle ağaç devirmeyi ve ormanlık alanları ekime açmayı başardılar. Çapaların bıçaklarında, toprağı işlemek için kullanılan tahta kazma çubuklarından daha etkili olan demir aletler kullandılar. Kesilen ağaçlar çoğunlukla erkeklerin işiyken, ürün yetiştirmek kadınlar tarafından daha sık yapıldı. Demir kullanan çiftçiler tropik iklimle özgü ürünler yetiştirdi: kurak bölgelerde sorgum ve darı, pirinç ve patates; yağmurlu bölgelerde ise muz. Kalıcı köyler inşa ettiler, kumaş ve seramik yaptılar. Tarım için çok kurak olan çayırılık bölgelerde, göçebe çobanlar sığır yetiştirdi. Bantu dilini konuşan tarımcılar bu yeni teknolojileri ve becerileri kullanarak orijinal anavatanlarından dışarıya göç ettiler. İlk binyıl sonunda,

Doğu, Orta ve Güney Afrika'daki halkların çoğu Bantu dillerini konuşuyordu. Yeni gelenler tarafından yerlerinden edilen toplayıcılar, daha da uzak ormanlara ve çöllere çekildiler, burada bir kısmı hâlâ avcılık ve toplayıcılık yaparak hayatta kalıyordu.

Atların büyüdüğü Sudan otlaklarında, atlar ve demir silahların kombinasyonu, Avrasya'da olduğu gibi, krallıkların yükselişine yol açtı. İlk Müslüman tüccarlar 753'te Sahra Çölü'nü geçtiğinde, kralların hâkim olduğu köklü devletler ve atlı savaşçılardan oluşan bir aristokrasi buldular. 10. yüzyılda Orta Sudan'ı ziyaret eden Arap gezgin el-Muhallabi, Afrikalıların krallarına gösterdikleri övgüyü onaylamadı: "En yüce olan Allah'ı unutarak, ona saygı gösterirler ve taparlar. Dinleri, krallarına ibadettir, çünkü onlar diriltmeyi ve ölümü, hastalığı ve sağlığı kendilerine onların getirdiğine inanırlar." (2)

Orta Asya ve Güney Rusya'nın otlaklarına özgü küçük, sert hayvanlar olan vahşi atlar, MÖ 3. binyılda göçebe halklar tarafından evcilleştirildi. Bununla birlikte, Batı Avrasya'da kullanılan boğaz ve kolan koşumları onları boğduğu için, bir pulluk veya ağır bir araba çekmek için pek uygun değillerdi. Etiyopya, Kuzey Afrika ve Batı Afrika'daki halklar da at yetiştirdiler, ancak atlar ölümcül uyku hastalığını taşıyan sinekler yüzünden Afrika'nın başka bir yerinde hayatta kalamadılar. 2. binyılın ortalarında, Kafkasya'daki marangozlar, sağlam tekerleklerden çok daha hafif ve daha az kırılğan olan dört veya altı kollu jantlar yapmaya başladılar. Bu tür tekerlekler, iki at tarafından çekilen ve hem sürücü hem de okçu taşıyan hafif iki tekerlekli araba yapmalarına olanak sağladı. Bu buluş, hızlı ve ölümcül at arabalarının savunmasız yaya askerleri reddettiği bir savaş dönemini başlattı. MÖ 1700 ila 1300 arasında, Güney Rusya ve Orta Avrupa'dan gelen at arabaları eski medeniyetleri fethetti ve sık sık savaşan kısa ömürlü krallıklar kurdular; Mısır'ı istila eden Hyksos ve Kuzey Hindistan'ı istila eden Aryanlar ise arabalı savaşçılar arasındaydı.

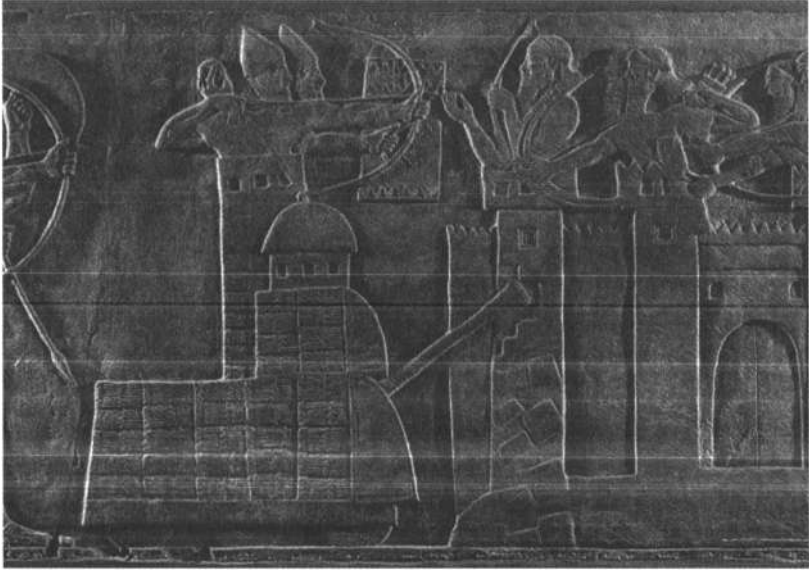
Savaşta, silahlardaki devrimci yenilikler asla kalıcı değildir, çünkü karşı silahların gelişimini teşvik ederler. Bronzun baskın metal olduğu zamanlarda ortaya çıkan at arabaları ilk önce demir ve süvari kombinasyonuna meydan okudu ve daha sonra eski hale getirildi.

MÖ 2. binyılın sonunda, Güney Rusya'dan gelen göçebeler, bir insanı taşıyacak kadar büyük ve güçlü atlar yetiştirdi. Ayrıca ok atarken veya bir mızrak ya da kılıç kullanırken bir atı bacaklarıyla nasıl kontrol edeceklerini öğrendiler. Kendilerinden önceki at arabaları gibi, süvariler de en iyi silahlı ve organize piyadeler hariç herkes için tehlikeliydi. Atlara ve ucuz demir silahlara sahip olmak Avrasya'daki savaşları teşvik etti. Birçoğu göçebe olan süvariler, bu durumu yerleşik tarım bölgelerine saldırarak ve istila etmek için fırsat olarak gördüler. Mısırlıların Deniz Halkı olarak adlandırdıkları göçebeler Mısır'ı işgal etti ve Dorlar Girit'teki ilk Yunan uygarlığını yok etti. Güney Rusya'dan ata binen göçebe Frigler, bir zamanlar at arabasına binen

güçlü Hititleri devirdi. Mezopotamya’da, yükselen Asur İmparatorluğu piyadelerini demir kılıçlar ve koçbaşılarla silahlandırdı. Bu yeni silahlarla köylü askerleri MÖ 10. ve 7. yüzyıllar arasında Mezopotamya, Suriye, Filistin ve Mısır’ı fethetti.

Yaklaşık MÖ 900’den sonra Hindistan, MÖ 1500 civarında alt kıtayı istila eden Aryan savaşçılarınin soyundan gelen küçük krallıklara bölündü. Köylüler arazilerinden ve tarlalarından uzaklaşırken, demir silahlarla donanmış savaşçı kast üyeleri toprak kontrolü için birbirleriyle savaştılar. Son olarak, MÖ 4. yüzyılda Chandragupta Maurya, İndus’tan Bengal Körfezi’ne uzanan ve alt kıtaların çoğunu kapsayan bir imparatorluğu fethetti. Kurduğu hanedan bir asırdan biraz daha fazla sürmesine rağmen, Hindistan tarihinin 19. yüzyıldan önceki en büyük krallığıydı.

MÖ 1122’de Shang’ın yerini alan Zhou (“joe” olarak telaffuz edilir) hanedanı, yerel savaş ağalarının liderliğindeki rakip eyaletlere bölündü. Savaşan Devletler (MÖ 403-221) adı verilen bir dönemde, büyük piyade orduları demir silahlar ve zırhlarla savaştı. Son olarak, MÖ 221’de, savaşan devletlerin en saldırganı olan Qin’in (Chin) lideri Shi Huangdi (“Şi Vonji” olarak telaffuz edilir) diğerlerini fethetti. Kurucusundan güçlükle kurtulmasına rağmen, Çin kelimesini aldığımız Qin hanedanı, sadece Çin tarihindeki en despotik hükümet olarak değil, aynı zamanda Çin’i birleştiren hükümet olarak da hatırlanıyor.



Dokuzuncu yüzyılda Asur Kralı Ashurnazirpal liderliğindeki bir ordu, Mezopotamya şehri- ni kuşatma makineleriyle dövüyor. Kuşatma makineleri, askerlerin bir şehri, savunucuların okla- rından korurken, duvarları veya kapıları ağır bir kirişle çarpacak kadar yakına gelmelerine izin verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu tür makineler genellikle şehir duvarları kadar uzundu. Erich Lessing / Sanat Kaynağı, NY

Bir sonraki hanedan olan Han Hanedanı (MÖ 202-MS 220), demir ve ulusal birliğin faydasını gördü. Dört yüzyıl boyunca, Han imparatorları geniş ve müreffeh arazi üzerinde hüküm sürdüler. Demir yapımını bireysel demircilere bırakmadılar, binlerce işçinin çalıştığı büyük dökümhaneler kurdular. Erimiş demiri dayanıklı kalıplara döken bu dökümhaneler, bilinen ilk seri üretim örneği olan aynı nesneleri büyük miktarlarda ortaya çıkardı.

Batı Avrasya'da Romalılar demirden daha çok bronz kullandılar. 4.200 ile 6.200 kişilik lejyonlar halinde teşkilatlanan piyadeler, deri ile tutturulmuş bronz veya demir plakalardan zırhlar kuşandılar ve demir kılıçlar ve ciritlerin yanı sıra kamplarının çevresinde çitler inşa etmek ve hendek kazmak için aletler taşıyorlardı. Ancak imparatorluklarının doğu sınırında, süvari ve atları tamamen zırhlı olan Güney Rusya'dan göçebe bir halk olan Parthialılar (Ak Hunlar), Germenler tekrar tekrar imparatorluğun kuzey sınırını işgal ederken, Romalıları yendi.

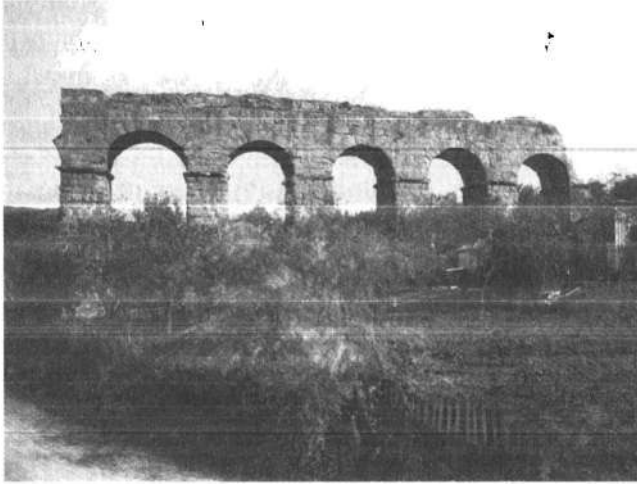
İmparatorluklarının başarısına rağmen, teknolojik temelleri (demir ve atlar) devletler veya medeniyetler tarafından tekelleştirilemezdi. Bunun yerine, bu teknoloji onlara göçebe çobanlara ve savaşçılara medeni imparatorlukları taciz etmek ve bazen de yenmek için silahlar verdi. Yerleşik imparatorluklar ve göçebe çobanlar arasındaki çelişkiler, Avrasya tarihinin 1000 yıldan uzun süredir devam eden temalarından biridir. MÖ 1500'den MS 500'e kadar, Avrasya'nın dört ana bölgesi –Güney Avrupa, Ortadoğu, Hindistan ve Çin– her biri öncekinden daha büyük imparatorlukların ardılları tarafından yönetildi. Nüfus artışı ve yeni teknolojiler, özellikle demir, yağmurlu alanlarda tarım şehirlerini, hükümetleri ve orduları, yani medeniyetleri destekleyecek kadar verimli hale getirdi. Uzak eyaletlerden haraç toplamak ve bu bölgeler üzerindeki kontrolünü sürdürmek için emperyalist hükümetler etkin iletişim ve ulaşım araçlarına ihtiyaç duyuyordu. Bütün illerinden toplanan servetle yollar, şehirler inşa ettiler ve özenli kamu işleri yaptılar.

Bu, inşaat ve inşaat mühendisliğinin büyük bir çağıydı. İnşaat mühendisliğinde, o dönemin şampiyonları MÖ 3. yüzyıldan MS 5. yüzyıla kadar Akdeniz dünyasının ustaları Romalılarıydı. Antik Mısır'dan bu yana binalara ve kamu çalışmalarına daha fazla kaynak ayırmakla kalmadılar, aynı zamanda birçok önemli yenilik de sundular. Biri, her iki tarafta sütunlarla tutulan kama şeklindeki taşlardan yapılmış kemerdi. Romalılar kemerleri silindirik kubbeleri oluşturmak için uzattılar ve iç sütunlar olmadan doksan fit genişliğe kadar salonlar inşa edebildiler. Kubbe yapımında ustalaştıktan sonra, iki kubbenin haç şeklinde kesişmesini ve daha sonra kalın duvarlarda duran bir kubbe veya yarımküre yapmayı öğrendiler. En etkileyici yapılarından ikisi, MÖ 110 ile 125 arasında inşa edilmiş 142 fit iç çapa sahip kubbeli bir bina olan Pantheon ve 600 metre uzunluğunda 175 metre yüksekliğinde bir stadyum olan 50.000 seyirci kapasiteli, MÖ 72 ile 80 arası inşa edilen Colosseum'du.

Romalıların büyük binalar ve diğer yapılar yapabilmelerinin nedenlerinden biri, ki- reçle karıştırıldığında su veya yangından etkilenmeyen bir çimento oluşturan volkanik bir toprak olan *pozzolanayı* keşfetmeleridir. Çimento yapma tekniği Roma'nın 5. yüzyılda düşmesinden sonra unutulmuş ve 19. yüzyıla kadar yeniden keşfedilmemiştir. Çoğunlukla tuğla veya taşla kaplı beton yapılarının çoğu 2000 yıl sonra bile ayakta durmaktadır.

Şehirlerine tatlı su sağlamak ve kirli suyu ve kanalizasyon sularını uzaklaştırmak için Roma mühendisleri, antik dünyada en ayrıntılı su tedarik sistemlerini yarattı. Kasaba yakınlarında kısa su kemerleri inşa eden Yunanlıların eserlerini incelediler. Ürdün'deki Petra başka bir rol modeliydi; yıllık ortalama yağış miktarı dört inçten az olan bir çölün ortasında yer alsa da, 30.000 nüfuslu bu şehir, ayrıntılı havza ovaları ve seramik borularla sulanan banyolar, havuzlar ve bahçelerle süslendi.

Romalılar, su tedarik sistemlerini öncekilerden çok daha büyük bir ölçekte inşa ettiler. Roma şehrine tedarik etmek için, Apennine Dağları'ndaki derelerden tatlı su getiren toplam 300 mil uzunluğunda dokuz kanal inşa ettiler. Bu kanallar, iki ile üç inç mil arasında sabit bir eğimi takip ederek yamaçlar boyunca ilerliyordu. Vadileri geçmek için Romalılar, çoğu hâlâ ayakta olan su kemerleri inşa ettiler. Güney Fransa'daki Pont'du Gard zirvede 900 fit uzunluğunda ve 160 fit yüksekliğindedir; İspanya'daki Segovia su kemeri yarım mil uzunluğunda ve hâlâ kullanılıyor. Bir vadinin köprü kurmak için çok derin olduğu yerlerde, ters çevrilmiş sifonlar, bir taraftan aşağıya ve diğerine akan kurşun boru hatları inşa ettiler. Su varış noktasına ulaştığında, rezervuarlarda depolandı ve çeşmelere, hamamlara ve zenginlerin evlerine bağlandı. Bu, çoğu şehir sakininin yirminci yüzyıla kadar unutulmuş bir uygulama olan günlük banyo yapmasına izin verdi.



Cezayir Konstantin'teki bir su kemerinin kalıntıları, genişleyen imparatorlukları boyunca onları inşa eden Romalıların hidrolik uzmanlığına tanıklık ediyor. Kongre Kütüphanesi Lot 13553, no. 12 [P&P]

Romalılar başarılarından gurur duyuyorlardı. MS 97'den 103'e kadar Roma'nın su idarecisi ve *De aquis orbs Romae* adlı mühendislik el kitabının yazarı Sextus Julius Frontinus'un dediği gibi, "Çok fazla su taşıyan böyle bir vazgeçilmez yapı dizisi ile Yunanlıların boşa kalan Piramitleri veya ünlü olsa da işe yaramaz eserlerini karşılaştırabilirsiniz." (3)

Çinlilerin hidrolik mühendisliği, Romalı çağdaşlarınınkinden kadar etkileyiciydi ancak amacı şehirler yerine tarım ve gemicilik için su sağlamaktı. Kuzey Çin'de, hidrolik mühendisleri saha kontrolüne yoğunlaştı. Orta ve Güney Çin'in tropikal ovalarında, pirinç, her bir ekime göre, ancak sulanırsa, dönüm başına çok daha fazla yiyecek verdi. İnsanların ve hükümetlerin çabaları, dik yamaçlarda bile mümkün olduğunca pirinç yetiştirmek için barajlar, kanallar ve teraslar inşa etmeye odaklandı.

İlk büyük sulama projesi MÖ 3. yüzyılda Çin'in orta kesimindeki Sichuan'da inşa edildi. Ancak Çin'in ünlü olduğu bazı büyük inşaat projelerini başlatan Qin İmparatoru Shi Huangdi idi. Projelerinden biri olan 20 mil uzunluğundaki Sihirli Kanal, 2200 yıl sonra bile hâlâ kullanılıyor. Orta Çin'den hükümetinin bulunduğu, kuzeye doğru pirinç ve diğer ürünlerin etkili bir şekilde taşınmasına izin vermek için, daha sonra imparatorların Sarı ve Yangzi Nehri vadilerini bağlamak için genişleyen Büyük Kanal'ın yapımına başlandı. Aynı zamanda, Shi Huangdi, Kuzey Çin'in yerleşik tarım alanlarını Moğolistan otlaklarından daha kuzeyde yaşayan göçebe çobanlardan korumak ve tarım topluluklarına periyodik olarak saldırmak için sıkı örülmüş bir toprak duvar inşa etmeye başladı. Bu, daha sonra imparatorların önümüzdeki 2000 yıl içinde tamamladıkları ünlü Çin Seddi'nin kökeniydi.

Tüm inşaat projeleri su temelli değildi. Bütünleşik kalabilmek için, tüm imparatorlukların iyi ulaşım ihtiyacı vardı. Bu nedenle yol inşası, kısmen ticaret için fakat daha da önemlisi, başkent ve diğer iller arasında hızlı iletişimi ve birliği sağlamak için önemli bir faaliyetti. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, MÖ 10. yüzyıldan 6. yüzyıla kadar Ortadoğu'ya hâkim olan Asuriler, uzun mesafeli iletişim için atları kullanmaya başladıktan hemen sonra imparatorluklarını bir arada tutmak için bir yol ağı kurdular. Ortadoğu'daki baskın imparatorluk olarak Persler, altıncı ve dördüncü yüzyıllar arasında Asur yol ağını tamamladılar. Kraliyet Yolu, güney İran'daki Susa'dan Ege Denizi'ndeki Efes'e 1677 mil uzanıyordu. Kraliyet Yolu askerler tarafından muhafaza edildi ve gözlendi. Tüccar karavanları ve sıradan gezginler bu mesafeyi üç ayda giderken, kraliyet kuryeleri bir hafta içinde yolculuk yapabilirlerdi. Yunan tarihçi Herodot bundan çok etkilendi:

Hiçbir ölümlü bu Pers elçileri kadar hızlı seyahat edemez. Tüm plan bir Pers icadıdır; ve bu da onun yöntemidir. Tüm yol boyunca, yolculuğun sürdüğü gün sayısına eşit sayıda atlarla konuşlandırılmış

adamlar var; ve bu adamları, ne kar, ne yağmur, ne sıcak ne de gecenin karanlığıyla gitmek zorunda oldukları mesafeyi en iyi hızda yapmaktan alıkoymayacaktır. İlk binici gönderiyi ikinciye teslim eder ve ikincisi onu üçüncüye iletir; ve böylece, meşale yarışındaki ışık gibi tüm hat boyunca elden ele taşınır. (4)

Diğer imparatorluklar Perslerle aynı sebeplerden dolayı yollar yaptılar. Çin’de, Shi Huangdi, resmi kuryeler için ayrılmış özel şeritlerle yolların inşa edilmesini emretti. Ayrıca, yumuşak toprakta arabadaki sürtünmeleri önlemek için tüm arabaların ve at arabalarının aks genişliğini standart hale getirdi. Han imparatorları yol ağını genişletti ve çakılla döşedi. MÖ 1. yüzyılda tüccarlar Han’ın başkenti Changan ve Orta Asya vahaları arasında bir rota açtı. İpek Yolu dediğimiz bu rota, resmi kuryeler için vardiya değişim istasyonları ve gezginler için konuk evleri ile donatılmıştır.

Romalılar Avrasya’daki en geniş yol ağını kurdu. İlk yolları, MÖ 312’de Napoli yakınlarındaki Roma ve Capua arasındaki Via Appia idi. Bir sonraki, Via Flaminia, Roma’dan kuzeye, Rimini’ye gitti. Daha sonraki yüzyıllarda, imparatorlukları boyunca 50.000 mil yol inşa ettiler. Yol inşaatçıları Roma toplumunda büyük saygı görüyordu; Vitruvius, mühendis, mimar ve klasik eser *Mimarlık Üzerine*¹’nin yazarı, bir mühendisi şöyle tanımladı: “harflerin adamı; yetenekli bir ressam; matematiğe, tarihe, felsefeye ve müziğe aşina biri gergin tellere vurarak nasıl akort edileceğini bilmek için)... tıbbı, yıldızlara, astronomiye ve hesaplamalara karşı da kayıtsız olmayan biri ... (5)

Roma yolları dört fit kalınlığındaydı ve suyun akması için kavisliydi. Beş katmandan oluşuyorlardı: en alt katman kum, sonra düz taşlar, daha sonra kilden veya betondan çakıl, sonra daha fazla beton ve son olarak betona döşenmiş büyük parke taşları. Yollar, ağır silahlı lejyonerlerin yürümesi gereken mesafeyi en aza indirmek için mümkün olduğunca düzdü. Köprüler, aralarında yarım daire şeklindeki kemerlerle 100 fit arayla yerleştirilmiş beton iskelelere dayanıyordu. Karayolları boyunca, resmi posta servisi olan kamu çalışanları, her 10 ile 12 mil arasında bir aktarma istasyonu ve her 30 ile 40 mil arasında bir, seyahat edenler için hanlar işletiyordu. Tüccarlar ayrıca malları arabalarda veya atların, katırların ve eşeklerin sırtlarında taşımak için de yolları kullandılar. Su kemerleri gibi, Roma yolları ve köprüleri de o kadar sağlam bir şekilde inşa edilmişti ki, çoğu bugün hâlâ kullanılıyor.

19. yüzyılın ortalarına kadar su üzerinde ulaşım karadan daha kolay, daha ucuz ve daha güvenliydi. İlk teknelerin neye benzediğini bilmiyoruz; muhtemelen, kütüklerden oyulmuş veya bir sal halinde birbirine bağlanmış birkaç kütükten ya-

1 *De Architectura*. (y.n.)

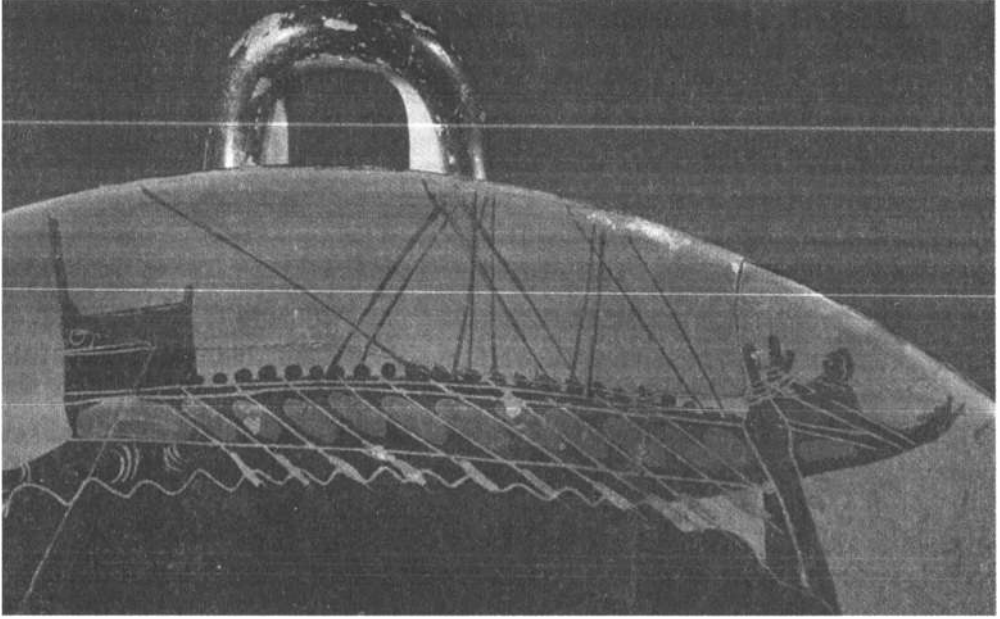
pılmıştır. Belgeleyebileceğimiz ilk tekne, Neolitik Mısır'daki papirüs sazlarından yapılmıydı. Firavun döneminde Mısırlılar, kuzey rüzgârı patladığında onları Nil'e taşımak için basit kare yelkenli ahşap tekneler yaptılar. Kuzeye gitmek için yelkenleri açtılar ve akımın onları taşınmasına izin verdiler. Bazıları piramitler için taş blok taşıyacak kadar büyüktü. Mezopotamya'da insanlar, nehirde yukarı doğru taşınması kolay olan hayvan derilerinden sallar yaptılar.

MÖ 2. binyılda küçük tekneler Akdeniz'e, Kızıldeniz'e ve Basra Körfezi'ne yelken açıyordu. Bazı denizciler Hindistan'a kadar geldiler, sahili kıyı boyunca doluştılar ve geceleri teknelerini karaya çektiler. Yavaş yavaş, daha fazla risk aldılar. MÖ ilk 1000 yılda, Filistin kıyılarında yaşayan Yunanlılar ve Fenikeliler düzenli olarak Akdeniz'de gezinmeye başladılar. Vatanlarının toprağı buğday için çok ince olduğundan, Yunanlılar üzüm ve zeytin yetiştirdi ve Sicilya ve Karadeniz kıyılarında buğday karşılığında şarap ve yağ ticareti yaptılar. Bunu yapabilmek için denizci oldular. Daha sonra Romalılar, Akdeniz'i hem Fenikelilerin mirasçıları olan Kartacalılardan hem de Yunanlılardan aldılar. Ve buraya *Mare Nostrum*, "bizim denizimiz" dediler.

Akdeniz'in denizcileri –Yunanlılar, Fenikeliler ve Romalılar– hem ticari gemiler hem de savaş gemileri inşa ettiler. Ticari gemileri geniş tabanlı ve kısmen güverteliydi, tek bir direk üzerinde kare bir yelken ve her iki tarafta birer tane olmak üzere iki dümen vardı. Rüzgârdan çok önce yol çıktılar, ancak rüzgâra karşı ilerlemekte büyük zorluklar yaşadılar. Bir Roma yük gemisi, rüzgâr arkasından gelirse bir hafta içinde Sicilya'dan Mısır'a gidebilirdi, ancak dönüş yolculuğunu yapması 40 ila 70 gün sürerdi. Bu gemiler elverişsiz rüzgârlarda yelken açmak için çok uygundu, tüm seyirler denizin fırtınalı ve rüzgârların belirsiz olduğu ekimden nisana kadar sona ererdi. Yavaş ve ağır kargo gemilerinin aksine, savaş gemileri hafif ve hızlıydı ve kürekçiler tarafından sürülüyordu. Pentekonter olarak adlandırılan Antik Yunan savaş gemileri, her biri bir kürek çeken 50 kürekçi taşıyordu; modern bir yarış kabuğundaki gibi saatte 11 mil azami hıza ulaşabiliyorlardı. MÖ 6. yüzyılda, Atina donanması, 170 kürekçi tarafından çekilen, her iki tarafında üç sıra kürek bulunan (bu nedenle adı) uzun dar gemiler olan triremelerle donatıldı ve kürekçiler mükemmel bir uyum içinde kürek çekmek için eğitildi. Çok kısa süre için de olsa triremeler saatte azami 13 mil hıza ulaşabilir. Düşman gemilerinin gövdelerini delmek için önde bronz koçlar taşırlardı. Deniz savaşları, çarpma, düşman gemisine çıkma ve göğüs göğüse mücadeleyi içeriyordu. Yunan tarihçi Thucydides, *Peloponez Savaşı*'nda, MÖ 413'te Atina ve Siraküza donanmaları arasındaki savaşta önemli bir anı böyle aktardı:

Bir gemi hücumu yaklaştığında, güvertedeki adamlar onun üzerine mızraklar, oklar ve taşlar yağdırdılar; ancak yan yana geldiklerinde,

ağır piyadeler göğüs göğüse savaşarak birbirlerinin gemisine binmeye çalıştı. Birçok mahallede, dar oda nedeniyle, bir gemi düşmana bir taraftan hücum ederken, diğer taraftan kendisine hücum ediliyordu ve iki veya bazen daha fazla gemi zorla birinin etrafında dolaşıp dümençileri burada savunma yapmaya mecbur bırakıyordu, orada suç, aynı anda bir şeye değil, her taraftan birçok kişiye; birbirine çarpan gemilerin yarattığı büyük gürültü ise sadece korku salmakla kalmadı, vagonların emirlerini de duyulmaz hale getirdi.(6)



Her iki tarafta üç sıra kürek ile triremeler son derece hızlıydı ve Atina'nın deniz savaşı alanında hâkimiyet kazanmasına yardımcı oldu. Bir kylix'in (içki bardağı) kenarındaki bu detay, kürekle bir kavgayı tasvir eder. MÖ 6. yüzyıl. Erich Lessing / Sanat Kaynağı, NY

MÖ 4. yüzyıldan başlayarak, gemiler mancınıklarla, taşları kırabilecek ve bir düşman gemisini çarpmadan batırabilecek sallanan kolu olan büyük ahşap makinelerle donatılmıştı. Bu gelişme Yunan şehir devletleri arasında bir silahlanma yarışını tetikledi. Onlar daha güçlü mancınık taşımak için daha büyük savaş gemileri inşa ettiler: İlk quadrireme (her katında kürekçiler olan 4 katlı gemi) daha sonra 286 kürekçi ile quinquereme (trireme'den daha uzun ve geniş savaş gemisi) ve son olarak her kürekte 10 kişi olmak üzere 4.000 kürekçinin çektiği bir behemoth. Böyle muazzam bir gemiyi hareket ettirmek ve gemiyle manevra yapmak oldukça zordu ve bu yüzden kısa bir sürede modası geçti. MÖ 2. yüzyılda, gücü piyadeler olan Romalılar, bir düşman savaş gemisinin güvertesine indirilebilen, deniz kuvvet-

lerin gemiye binerek teke tek dövüşmelerini ve gemiyi ele geçirmesini sağlayan menteşeli ve çivili bir geçitle donatılmış büyük ama basit gemilere döndüler. Hint Okyanusu ve Batı Pasifik'teki ilk gemi, ağaç kütüğünden yapılmış bir kanoydu.

MÖ 2. binyılda bir zamanlar, Tayvan ve Malay Yarımadası kökenli insanlar, kanadın ana gövdesinin kenarına tutturulmuş çok ince bir gövde olan bir avara demiri takmaya başladı; böylece alabora olma olasılığı azalıyordu. MÖ 2000 yılına gelindiğinde, denizcileri Melanezya ve Yeni Kaledonya'ya yerleşmişlerdi. Önümüzdeki birkaç yüz yıl boyunca, onların soyundan gelenler zamanla, günlerce açık denizde gezinme sanatına hâkim oldular, Pasifik'te doğuya doğru ilerlediler ve kuzeyde Hawaii, güneydoğuda Easter (Paskalya) Adası ve güneybatıda Yeni Zelanda arasındaki üçgendeki Polinezya adalarına yerleştiler. 18. yüzyılda Polinezya'yı keşfe çıkan ilk Avrupalı Yüzbaşı James Cook, bu adaların sakinlerinin binlerce kilometre arayla yakından ilişkili diller konuştuğuna şaşırıldı. "Olağanüstü," diye yazdı, "aynı millet, kendilerini Yeni Zelanda'dan, dünyanın çevresinin neredeyse dördüncü bir parçası olan bu (Paskalya) Ada'ya, bu geniş okyanusun tüm adalarına yayabilirdi." (7) Polinezya'yı ziyaret ettiğinde tanıştığı kişiler, Taş Devri çiftçileri ve zayıf görünümlü açık uskundura kanolarına çıkan ve nadiren karadan uzakta bulunan balıkçılardı. Uzak takımadalar arasında hiçbir temas yok gibi görünüyordu. Öyleyse, ataları Polinezya'yı içeren binlerce adaya nasıl yerleşmişti?

1976'da bir grup Polinezyalı geleneksel gezinme tekniklerini kullanarak Hawaii'den Tahiti'ye Hokule adlı yeniden inşa edilmiş bir uskundura kanoyla yelken açtı. Deneylerinin gösterdiği şey, modern Polinezyalıların atalarının fırtınalar tarafından savrulmadıkları ya da söylenenler doğruysa, sadece şansla bir adaya girene kadar hâkim rüzgârlarla çaresizce sürüklenmedikleri yönünde. Bunun yerine, gün boyunca güneşin konumunu ve geceleri ay ve yıldızları not ederek gezdiler. Bulutlu günlerde, okyanusun şişliklerini hissederek ve bulutların rengine ve kuşların ışıklarına dikkat ederek dolaştılar. Hokule'ün cesur denizcileri, Polinezyalıların 3000 yıldan fazla bir süredir kullandığı ve buharlı gemiler ve hassas aletler çağında neredeyse unutulmuş antik denizcilik sanatını canlandırmıştı. Aynı zamanda Malay yelken kanoları Hint Okyanusu'nu geçiyordu.

MS 1 yılında Malaylar büyük Madagaskar adasına yerleşmişti. Burada, Batı Pasifik'te olduğu gibi, yaz aylarında Asya'ya esen ve kışın Asya'dan uzaklaşan musonları, rüzgârları kullanmayı öğrendiler. Akdeniz'in denizcileri gibi rüzgâra karşı yelken açamadılar ancak rüzgârın döneceğini biliyorlardı ve eğer karaya çıkamazlarsa, rüzgâr onları eve getirirdi.

Avrasya'nın büyük imparatorlukları mimari eserleri ve inşaat mühendisliği ile ünlü olsalar da, işi özel/belirli görevlere bölerek mekanik sanatlara katkıda bu-

lundular. MÖ 400 civarında Pers İmparatorluğu'nda seyahat eden Yunan tarihçi Ksenofon bu fenomeni fark etti:

Küçük kasabalarda, aynı işçi sandalyeler, kapılar ve pulluklar ve masalar yapıyor ve genellikle yine aynı esnaf evler inşa ediyor... Ve tabii ki bir kişinin birçok işin hepsinde verimli olması imkânsızdır. Öte yandan, birçok insanın her bir endüstri dalında talepte bulunmalarına rağmen, tek başına bir ticaret dalı hatta çoğu zaman bir daldan bile daha azı bir erkeğin insanı desteklemek için yeterlidir. Örneğin bir adam erkekler için, diğeri kadınlar için ayakkabı yapar. Ve birinin sadece ayakkabı dikerek, bir başkasının keserek, diğeri-nin sayayı¹ birbirine dikerek geçimini kazandığı yerler bile var. Bu işlemlerin hiçbirini gerçekleştirmeyen ancak sadece parçaları birleştiren başka bir kişi var. (8)

Bu tür zanaatkârlar basit araçlar kullanmış olabilirler, ancak uzmanlıkları daha etkili ve verimli çalışmalarını sağladı. Klasik imparatorluk döneminde kadınların yaptıkları görevler çok değişmedi ancak sosyal sınıflar arasındaki iş bölümü belirgin bir şekilde arttı. MS ilk yüzyılda yaşayan Romalı çiftçi Columella, bu terimlerdeki değişiklikleri anlattı:

“Günümüzde eşler genelde kendilerini lüks yaşama ve tembelliğe kaptırdıklarından dolayı, yün imalatı yapma görevini icra etmeye tenezzül etmiyor, evde yapılan kıyafetleri küçümsüyor ve büyük meblağlara mal olan kıyafetler arzuluyorlar. Ev hanımlarının görevlerini yerine getirmek için çiftliğe kâhyalar atamak zorundayız. Köle kadınların açık havada çiftlik işleri yapamadığı yağmurlu ve soğuk günlerde, yünlerin önceden taranması ve hazırlanması gerekir, böylece eğirme ve dokumada kendilerini meşgul edebilirler ve kâhyanın karısı günlük iş miktarını tam olarak belirleyebilir. Çalışanların iplikleri evde hazırlaması, denetlemesi ve üst seviyedeki çalışanların da sahiplerinin yüklerini azaltmasından zarar gelmez.” (9)

Han hanedanlığı döneminde, Çin el sanatları dünyanın en gelişmişleriydi. Demir üreticileri demiri eritecek kadar yüksek sıcaklıklara ulaştılar, böylece erimiş demiri kalıplara dökabiliyor ve demirleri döverek zor veya yapması imkânsız olan tencere ve orak bıçakları gibi kitlesel ürünler üretebiliyorlardı. Çinliler, diğer alanlarda da diğer medeniyetlerden yüzyıllar öndeydi. Seramik sırlamaya başladılar, yani; tencerenin yüzeyini pişirdikten sonra tuz ya da kurşun sırlar uyguluyorlar,

1 Ayakkabının yumuşak olan üst bölümü.

daha sonra pürüzsüz ve su geçirmez bir yüzey vermek için tekrar pişiriyorlardı. Bundan sonraki yüzyıllar boyunca, İngiltere'de Çin porseleni olarak anılan seramikleri, tüm dünyaya ihraç edilenlerden çok daha üstündü. İlk okuryazar Çinliler, keskin bir alet kullanarak birbirine dikilmiş kemik veya bambu şeritlerine yazdı. Han hanedanlığı döneminde zanaatkarlar, ipekten kâğıt yapmanın ve daha sonra pirinç samanından veya odun hamurundan kâğıt yapmanın bir yolunu buldular. Kâğıt ilk olarak kırılğan öğeleri sarmak ve daha sonra yazmak için kullanıldı. Kâğıt yapımı, edebi eserlerin yanı sıra resmi belgelerin taşınmasını da teşvik etti. Kâğıt, para basmak için bile kullanılıyordu.

Çinliler ayrıca at tasmaşını da icat etti. Batı Avrasya'da kullanılan boğaz kuşağının aksine, tasma atların boğulmadan ağır yükleri çekmesine olanak sağladı. Bu icat, at arabalarında dolaşan zengin Çinlilere yaradı ancak tarımda çok az kullanıldı çünkü ekilebilir arazilerde ve meralarda kullanmak için çok değerliydi. Moğolistan'ın göçebe kabilelerine karşı savaşlarında, Han orduları, yayı çekmek için bir krank ve oku serbest bırakmak için bir tetik kullanan güçlü bir yay olan Tatar yayını tasarladı.

Han hanedanının çağdaşları olan Yunanlılar ve Romalılar, mekanik sanatların ikisinde de önemli başarılar elde ettiler: ağır silahlar ve su gücü. Mancınıkları, enerji depolamak için bükülmüş tel veya saç demetleri kullanan kaidelerdeki büyük Tatar yaylarıydı ve daha sonra 36 kg'a kadar taşları veya demir noktaları olan büyük okları fırlatmak için serbest bıraktılar. Bunlar, düşman şehirlerinin duvarlarını yıkmak için kullanıldı. Akdeniz eyaletleri, askerlerin kuşatılmış bir şehrin kapılarına veya duvarlarına yaklaşmalarına izin vermek için bazıları tekerleklerle monte edilen ve bir çatı ile kaplı meyilli koçları da kullandı. Daha sonraki yüzyıllarda, her Roma lejyonu mancınık, vurucu koç ve diğer ağır ekipmanlarla donatılmıştı.

Mekanik çark, su çarklarının gelişiminde de belirgindi. Mühendis Vitruvius'un adını taşıyan Vitruvius çarkı, su ile döndürülen ve değirmen taşlarını döndürerek tahıl öğütmek için tasarlanmış dikey bir tekerlekti. Sulama için su kaplarını kaldırmak için bir derenin enerjisini kullanan bir Pers çarkı olan *saqiya*'dan ilham aldı. Yedi metrelik bir alt tekerlek –yani suyun tekerleğin alt kısmını ittiği bir tekerlek– bir saat içinde 80 insana yetecek kadar yiyecek öğütülebilirdi. Bu, kadınların evde tahıl öğütme ihtiyacını azaltarak, eğirme veya dokuma gibi diğer işleri yapmalarına izin verdi.

MS ilk yüzyıllarda Romalılar, su gücü sağlayan akarsuların veya su kemerlerinin olduğu her yere su çarkları inşa ettiler. Güney Fransa'daki Barbegal'de MS 310'da inşa edilen, arka arkaya 16 aşırı hız tekerleği kullanıldı. Su bir çarkın üzerinden akıyor, onu döndürüyor, sonra bir sonraki çarktan devam ediyordu. Saatte üç ton tahıl öğüterek 80.000 kişiyi doyurabilecek kapasitedeydi. Başka bir deyişle,

18. yüzyıl Sanayi Devrimi'ne kadar dünyanın bu bölgesinde bir daha görülmeyecek türden bir yapıydı.

Büyük Avrasya imparatorlukları çağı, onlardan önceki daha muhafazakâr nehir vadisi uygarlıklarından radikal bir ayrılığa işaret ediyordu. MÖ 1500'den önce nehir vadisi medeniyetleri ile çevredeki bölgelerde yaşayan Neolitik çiftçiler ve çobanlar arasında kabaca bir denge vardı. MÖ 1500'de ancak demir, evcil atlar ve tekerlekli araçlar olmak üzere üç teknolojik yenilik, bu dengeyi bozarak Avrasya ve Kuzey Afrika'nın çoğuna yayılan uzun bir savaş dönemine yol açtı. Bu savaşlardan çıkan imparatorluklar, daha önce hiç olmadığı kadar geniş alanlarda çok daha fazla insanı yönetti. Büyük şehirler, kanallar ve diğer anıtsal bayındırlık projeleri inşa etmek ve yeni silahlar ve savaş gemileri geliştirmek için önemli kaynaklar ayırdılar.

Zenginliklerine ve güçlerine rağmen, Avrasya'nın yeni imparatorlukları, sakinlerinin çoğunluğuna çok az fayda sağladı, çünkü zenginlikleri yapılan işten ve kadınların, yoksul köylülerin ve kölelerin yaptıklarından geliyordu. Ataları olan nehir vadisi uygarlıklarından daha güvenli değillerdi. Güvenliklerinin dayandığı aynı teknolojiler –demir, atlar ve savaş arabaları– emperyalist kontrolün dışında yaşayan insanlar için de mevcuttu. Roma, Çin, İran ve Hindistan halklarına, imparatorluklarına saldıran ve işgal eden yabancılar “barbarlar” olarak biliniyordu. Yeni teknolojiler onlara sahip olanlara yeni tehlikeler ve faydalar getirdi.

4. Bölüm

Klasik Dönem Sonrası ve Orta Çağ Devrimleri (500-1400)

13. yüzyılın sonlarında Çin'e yaptığı ziyarette, İtalyan gezgin Marco Polo özellikle "İhtişamı ve güzelliğinin yanı sıra bereketli tatlarıyla bir cenneti andıran; üstünlüğü ile dünyadaki diğer herkese erdem bahşeden, adıyla kutsallığına dikkat çeken, asil ve nefes kesici Kin-sai şehrinde" etkilendi. (1) Polo, Kin-sai'yi (şimdi Hangzhou) 1.600.000 ailenin yaşadığı, çevresi 100 mil kadar olan bir yer olarak tanımladı. On iki bin köprü birçok kanalı kapsıyordu. On ana meydanında, her biri yarım mil uzunluğunda ve yarım mil genişliğinde pazarlar, Polo'nun şimdiye kadar gördüğünden daha fazla ürün barındırıyordu. Sokakları, il genelindeki ana yollar gibi taş ve tuğla ile döşenmişti. Şaşırtıcı bir şekilde, seyahat anılarında, "Şehrin sakinleri putperesttir ve kâğıt parayı para birimi olarak kullanıyorlar... Ve büyük bir kısmı genellikle ipek giyiyor." (2) diye not düştü. Marco Polo sık sık abartılı olmasına rağmen, Çin'in en büyük şehri Hangzhou'nun, Polo'nun memleketi olan ve Batı'da dönemin en zengin şehri Venedik'ten daha büyük, daha zengin ve daha gösterişli olduğu su götürmez bir gerçektir. Marco Polo'nun şaşkınlığı, geri kalmış bir yerden dünyanın en gelişmiş ve modern bölgesine gelen bir ziyaretçinin şaşkınlığıydı.

Sümer döneminden beri, ülkelerin zenginliği tarıma dayanıyordu. Çiftçiler tarafından üretilen ihtiyaç fazlası ürünler; hükümeti, ticareti ve şehir hayatını desteklemekteydi. Bir toplumun doğası ve kentlerinin büyüklüğü ve refahı, tarımının verimliliğinin sonucuydu. MS 500'den sonraki yüzyıllarda, dünyanın üç bölgesinde tarımda dikkate değer gelişmeler görüldü: Çin, Ortadoğu ve Avrupa.

2.000 yıldan fazla bir süredir Çinli insanların çoğu, yağmurlu topraklarda buğday ve darı yetiştirdikleri Sarı Nehir yakınında kuzeyde yaşıyordu. Zamanla,

tarımlarını daha verimli hale getiren bir dizi çiftlik aleti geliştirdiler. Bıçaklı pulluk, çimi dilimleyen dikey bir pulluk veya bıçak, toprağı tabandan kesen yatay bir pulluk ve onu çeviren kavisli bir bıçaktan oluşuyordu. Çinliler ayrıca, toprak parçalarını parçalayan tırmıklar ve tohumları aralayan ve onları gübre ile kaplayan ekim makineleri de tasarladılar. Yine de Kuzey Çin'in soğuk ikliminde çiftçiler yılda sadece bir ürün yetiştirebiliyorlardı.

MS ilk binyılın başlarında Çin halkı yavaşça Güney Yangzi Nehri Vadisi'ne ve Güney Çin'in tepelerine göç etti; burada sıcaklık ve su gerektiren pirinç yetiştirebilirlerdi. 10. yüzyıl, sıkıntıların olduğu bir dönemdi, bu sırada kuzey kısmı, Moğolistan meralarından göçebe savaşçılar tarafından periyodik olarak işgal edildi ve taciz edildi. Bu barbar saldırılarını önleyemeyen Song hanedanının yöneticileri Çin halkını güneye taşınmaya teşvik etti. Zhenzong imparatoru, tarımını iyileştirmek için 1012'de Vietnam'dan 30.000 kile pirinç tohumu ithal etti. Champa pirinci denilen bu tür o kadar hızlı olgunlaştı ki, yılda iki hasat, hatta tropikal enlemlerde üç hasat yapmak mümkün oldu. Champa ve diğer pirinç çeşitleri sadece suda büyüyordu. Arazi veya daha çok pirinç tarlalarındaki çamur, bir su mandası veya birkaç adam tarafından çekilen bir kalıp pulluk ile birkaç kez sürülmek zorunda kaldı. Fideler özel kutularda hazırlandıktan sonra elle çeltiklere dikildi. Su seviyesi dikkatle izlenmeli ve düzenlenmeli ve sahalar bir bir temizlenmeliydi. İlk birkaç yıl boyunca, pirinç tarlaları kül, nehir alüvyonu ve kentsel çöplerle gübrelenmeliydi. Bundan sonra, suda büyüyen algler havadan azot emerek her geçen yıl bu bahçeleri daha verimli hale getirdi.

Nehir kıyısı boyunca düz alanlar işgal edildikten sonra, yeni göçmenler başka topraklar aradılar. Yangzi deltası gibi bataklık alanların boşaltılması ve hendeklerle korunması gerekiyordu. Yamaçlar, arazinin hatlarını takip eden ve taş duvarlarla yerinde tutulan dar ama mükemmel düzlükteki alanlar teraslanarak ıslah edildi. Islak pirinç alanları sadece hendek ve kanallar için değil, aynı zamanda çeltiklerin içine veya dışına su kaldıran aletler için karmaşık su kontrol sistemleri gerektiriyordu. Bir ucunda bir kova ve diğer ucunda bir ağırlık bulunan karşılıklı olarak dengelenmiş kuyudan su çekmeye yarayan alet (well-sweep) yüzyıllardır kullanımdaydı; nehrin akımıyla çalışan bir su çarkı olan kovalı su çekeceği, Ortadoğu'nun bir buluşuydu; ancak bir koşu bandında bir adam tarafından döndürülen bir kova zinciri olan "ejderha omurga makinesi" yeni bir Çin buluşuydu. Hükümet, büyük nehirler üzerinde yer kontrolünden sorumluydu, ancak sulama ve drenaj çalışmalarının çoğu, yerel yetkililerin gözetimi altında kürek ve sepetlerle inşa edilen yerel projelerdi.

Song ve daha sonraki hükümetler, tohum sağlamanın yanı sıra bir dizi önlemlerle pirinç tarımına yeni toprakların açılmasına katkıda bulundu. Kiracı çiftçilerine alet

ve tohum temin eden varlıklı erkeklere arazi hibesi verdiler ve yeni geri kazanılmış arazilere düşük faizli kredi ve vergi iadeleri sağladılar. Toprak sahiplerini kiracılarına karşı yeni teknikler kullanmaya ikna etmek için, “usta çiftçiler”i tarımsal yayım ajanları olarak hareket etmeye atadılar ve 14. yüzyıl ziraat uzmanı Wang Zhen’in yabancı ot temizlemeyi tanımladığı gibi tarım ve su kontrolü üzerine pratik el kitapları yayınladı.

tahta bir paten şeklinde, bir fit kadar uzun ve kabaca üç inç genişliğinde, altına bir düzine kadar çiviyle çivilenmiş . . . çiftçi, ekin sıraları arasındaki çamuru ve yabancı otları karıştırır, böylece yabancı otlar çamura gömülür . . . Bazı bölgelerde, tarlalarını elle ayıklayan, güneş sırtlarını kavururken ve çamur uzuqlarını ıslatırken elleri ve dizleri üzerinde mahsuller arasında sürünen çiftçiler gördüm, gerçekten acımacak bir kader, hayırseverlerin buradaki el tırnuğının kullanımlarını yaygınlaştırması ümidiyle. (3)

Toprağın verimliliği esas olarak üzerindeki emeğin miktarına bağılıydı. Özenle ve titizlikle işlenirse, ıslak pirinç tarımı, dünyanın en yüksek nüfus yoğunluğunu destekleyebilecek herhangi bir tarım biçiminin en yüksek verimini, yani dönüm başına en fazla yiyeceği sağlamıştır. Orta Çin’deki Sichuan’ın bir bölümünde, 5 milyon kişi 40x50 mil alana sahipti. Bununla birlikte, kişi başına düşen verimlilik çok düşüktü, bu da çiftçilerin çok sıkı çalıştığı ve çok az kazandığı anlamına geliyordu. 14. yüzyıl yazarı Wang Mian’ın açıkladığı gibi, kadınlar erkeklerden daha da kötü durumdaydı:

Gündüzleri kocalarını takip ederek sahalarda çalışırlar ve gece boyunca kenevir örerler. Yatağa gitmezler. Eğdirdikleri kenevir, kumaştan alınan resmi verginin o kısmını karşılamak için kullanılan kumaş haline getirilir. Tarlalarda emekle kazanılan pirinçler, resmi tahıl ambarlarına gider. Memurlara yapılan ödemeler tam olarak karşılanmadığı sürece, bastırılmış depresyondan mustariptirler.(4)

Tabii ki tüm çiftçilik pirinç üretimine ayrılmamıştı. İpek böceği beslemek için dut ağaçları yetiştirmek, bazı bölgelerin ana faaliyetiydi ve diğerleri çay, bambu, pamuk, yağlı tohumlar, narenciye ve diğer meyveleri ürettiler. Tarımla birlikte ipek dokuma, çay yaprakları hazırlama veya odun kömürü, kâğıt, vernikli ürünler veya pirinç şarabı yapma gibi birçok el sanatları gelişti. Song alanları boyunca zanaat üretiminde bir artış ve pazar ekonomisinde bir büyüme oldu. Çin’in nüfusu ikiye katlandı. 1080’de, Hangzhou gibi büyük şehirlerde olmak üzere güneyde ülkenin kuzeyindekinin iki katı Çinli yaşıyordu.

Bu arada, Avrasya'nın batı ucunda, Batı Roma İmparatorluğu Germen barbarlarının saldırısı altında çöktü. Şehirler terk edildi, nüfus azaldı ve Roma'nın mimarlık ve inşaat mühendisliğindeki başarılarının çoğu kayboldu. İmparatorluğun doğu yarısı bin yıl daha zenginleşti, ancak önce Bizans İmparatorluğu ve ardından Araplar altında. En önemli değişiklik, Arabistan halkının İslam dini ile harekete geçmesiyle, 7. ve 9. yüzyıllar arasında Kuzey Afrika ve Güneybatı Asya'yı fethettiğinde meydana geldi. Araplar öğrenmeye ve karşılaştıkları halklarla fikir alışverişinde bulunmaya hevesliydi. Aktif ticaret yaptılar ve Irak'ta Bağdat, Mısır'da Kahire ve İspanya'da Cordoba gibi harika şehirler inşa ettiler.

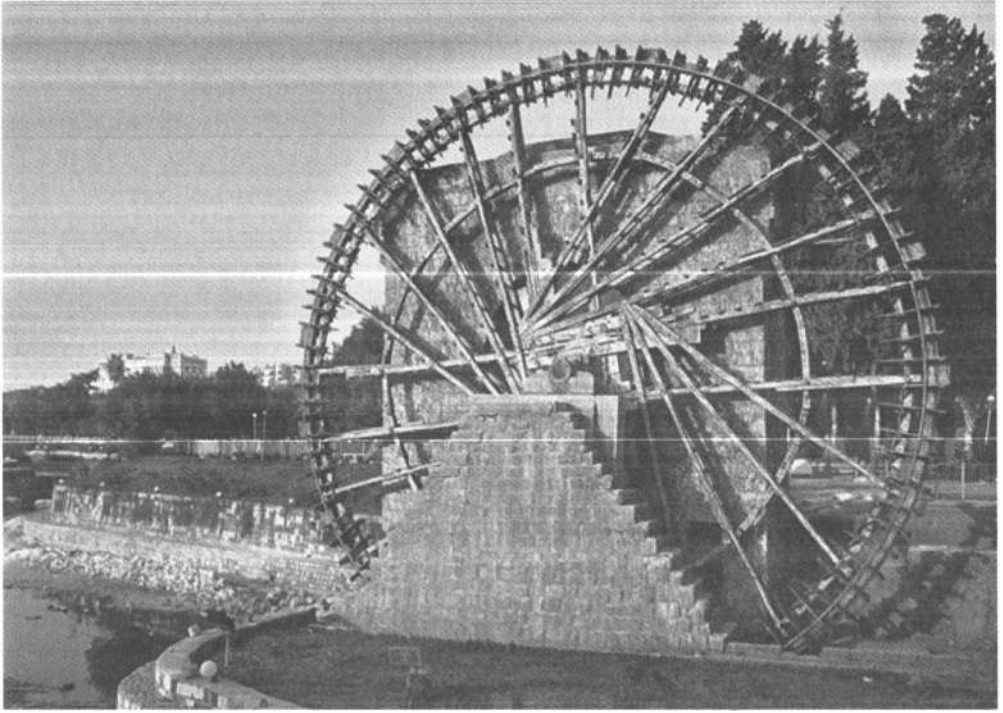
Çöl halkı olan Araplar özellikle sulama ve su kontrolü ile ilgileniyorlardı. Mezopotamya ve Mısır gibi uzun süredir su kontrolü uygulayan bölgelerde, mevcut sulama ve drenaj sistemlerini yeniden inşa ettiler, geliştirdiler ve genişlettiler. Sulama suyunu uzun mesafelerde taşıyan bir tünel olan kehriz fikrini ödünç aldılar ve İran'dan Ortadoğu'nun diğer bölgelerine yaydılar. Ayrıca gözleri bağlı bir hayvanın daire çizerek dönmesinin gücünü kullanarak suyu kaldırmak için bir tencere zinciri olan *saqiya*'yı geliştirdiler.

Arap tüccarlar Çin, Hindistan veya Güneydoğu Asya'dan yeni ürünler getirdiler ve imparatorluklarına yaydılar. Çin'den portakal ve limon getirdiler; Hindistan'dan şeker kamışı ve pamuk; Asya'nın diğer bölgelerinden kavun, kuşkonmaz, muz, ıspanak ve diğer lezzetleri getirdiler. İmparatorluklarının zirvesinde, 7. yüzyılın ortasından 11. yüzyılın ortalarına kadar, Araplar Ortadoğu ve Kuzey Afrika'nın Greko-Romen zamanlarında bildiği refah ve teknolojik gelişmişlik seviyesini aştı. Sadece Çin daha gelişmişti.

Ortadoğu'nun Araplar altındaki refahı, bazıları kâğıt ve pusula gibi Çin'den miras alan, diğerleri de Araplar tarafından geliştirilen diğer teknolojik ilerlemelere dayanıyordu. Navigasyon için hayati önem taşıyan bir bilim olan astronomi konusuna özel önem verdiler. Matematikte de başarılı oldular. Arap matematikçiler "Arapça" rakamlarını ve sıfır kavramını Hindistan'dan Ortadoğu'ya ve oradan Avrupa'ya aktardılar. Algoritma kelimesi adını, *Kitab al-Jabr*¹ kitabında bize cebir kelimesini veren Arap matematikçi El Harezmi'nin isminden almıştır. Kimyanın kökeni simyadaki deneylerden, yani Arapçadan türetilmiş bir kelimeden izlenebilir. Onların tıp bilgisi Yunanlıların çok ötesinde ilerledi. Hekim Abu al-Qasim al-Zahrawi, birkaç yüzyıl boyunca tıp okullarında kullanılan bir tıbbi ansiklopedi yazdı. Diğerleri ameliyatta anestezi kullanımına öncülük ettiler ve bitkilere dayanan birçok ilaç geliştirdiler. Orta Çağ boyunca,

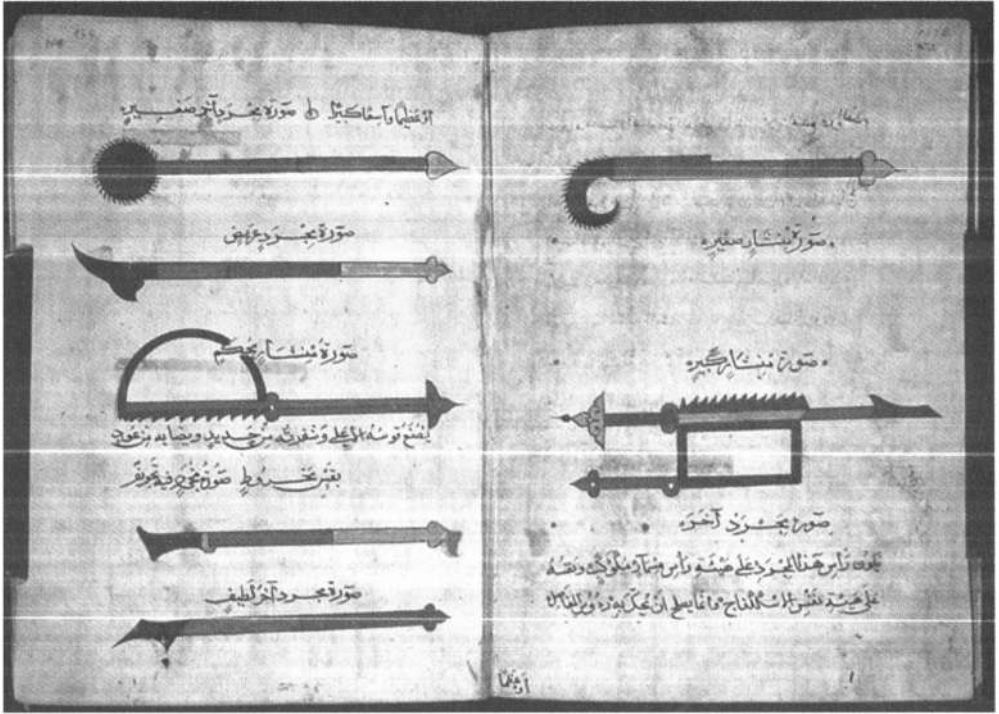
1 Özgün tam adı: *Kitâbü'l-Muhtaşar fî hisâbî'l-cebr ve'l-mukabele*. [TDV İslam Ansiklopedisi] (y.n.)

Hıristiyan Avrupalı bilginler, Arap bilimadamlarının eserlerini tercüme etmek ve böylece Yunanlıların, Hintlilerin ve Çinlilerin birçok bilimsel ve teknik keşfini Hıristiyan Avrupa'ya aktarmak için –o zamanlar Müslüman yönetimi altında olan– İspanya'ya geldiler.



Kuru bir topraktan gelen Araplar, imparatorlukları boyunca hevesle sulama sistemleri tasarladılar veya yeniden inşa ettiler. Suriye'nin Hamah kentinde halen kullanılmakta olan bu 14. yüzyıldan kalma su çarkı, suyu içme ve sulama suyu sağlayan su kemerlerine kaldırmıştır. DeA Resim Kütüphanesi / Sanat Kaynağı, NY

Avrupa tarihinde, 500'den 1000'e kadar olan yarım binyıl, genellikle Karanlık Çağlar olarak adlandırılmaktadır. Barbar kabileleri Batı Roma İmparatorluğu'nu istila ederken, emperyalist hükümet çöktü; ticaret ve imalatlar geriledi. Şehirler harabeye döndü; bir milyon nüfuslu Bağdat veya neredeyse yarım milyon nüfuslu Cordoba ile karşılaştırıldığında, Batı Avrupa'nın en büyük şehirleri sadece kasabalardan ibaretti: Bir zamanlar bir milyonluk metropol olan Roma'nın nüfusu 35.000'e, Paris'in 20.000'e ve Londra'nın 15.000'e düştü. Okuryazarlık da neredeyse ortadan kayboldu. 768'den 814'e kadar Franks'ın kralı Şarلمان, okuma yazma bilmiyordu. Avrupa toplumu neredeyse köy seviyesine düştü.



Neşter, bisturi ve pens gibi Orta Çağ cerrahi aletler, modern bir cerrahın tanıyacağı şekillerde bronz, demir veya gümüşten yapılmıştır. Bu görüntü, Avrupalılar tarafından Orta Çağ İslam'ın en büyük cerrahi olarak bilinen Ebu'l Kasım Halef ibn Abbas ez-Zehravî'ye atfedilen bir Arapça el yazmasından alınmıştır. O dönemin Arap hekimleri mesleğin öğretimi ve rehberliği için çok sayıda tıbbi inceleme ve ansiklopedi üretti. Bildarchiv Preussischer Kulturbesitz / Sanat Kaynağı, NY

Avrupalıların çoğu yerel tüketim için üretim yapan çiftçilerdi. Üstlerinde, daha yüksek lordlara ve krallara bağlılıkları olan ama asıl uğraşları köylülerini korumak ve birbirleriyle savaşmak olan şövalyeler ve savaşçılar vardı. Din adamları üçüncü bir grup oluşturdular; bazıları Latince okuyup yazabiliyordu ama bazıları okuma yazma bilmiyordu. Ancak bu toplum tarımda modern dünyaya zemin hazırlayan teknolojik bir devrim yarattı. Bu devrim üç yeniliğe dayanıyordu: döner kulaklı pulluk, üç alanlı dönüş ve atın çok daha etkili kullanımı.

Bıçaklı saban, Romalılar tarafından kullanılan pulluktan çok daha ağır ve daha karmaşık bir aletti. Çin'de 3. yüzyıldan beri bilinen böyle bir saban, Avrupa'da bağımsız olarak icat edildi ve ilk olarak 6. yüzyılda, Doğu Avrupa'daki Slav köylüler tarafından kullanıldı ve buradan yavaş yavaş batıya doğru Kuzeybatı Avrupa'ya yayıldı. Ağır olduğu ve toprağın derinliklerine indiği için yeni saban, Romalılarınkinden çok farklı tarım yöntemleri gerektiriyordu. Yeni toprağı kırmak için sekiz

öküzlü bir ekip gerekiyordu ve iyi işlenmiş topraklar bile ortalama bir çiftçinin karşılayabileceğinden daha fazla dört öküz gerektiriyordu. Bu nedenle, çiftçiler alanlarını sürmek için bir araya gelmek zorunda kaldılar. Saban toprağı o kadar iyi parçaladı ki, çiftçilerin üst toprakta sadece ince bir oluk açan pullukta olduğu gibi ikinci kez dik açıyla sürmelerine gerek kalmadı. Bir öküz takımını çevirmek çok zor olduğu için, çiftçiler kare yerine uzun ve dar olan alanları tercih ettiler. Bıçaklı sabanın en büyük avantajı, Kuzeybatı Avrupa'nın ağır, ıslak topraklarında, özellikle de Romalıların hiç hâkim olmadığı verimli nehir diplerinde kullanılabilmesiydi.



Orta Çağ'ın başlarında icat edilen döner kulaklı pulluk, toprağın üzerinde dönerek, fazla suyun boşalmasını ve yabancı otların öldürülmesini sağladı. Tarımın, sadece basit bir pulluk kullanan Romalıların kolonileşemediği Kuzey ve Batı Avrupa bölgelerine yayılmasına olanak sağladı. Scala / Sanat Kaynağı, NY

Üç alanlı rotasyon, Avrupa tarımı için ağır saban kadar katkıda bulunmuştur. Geleneksel olarak, çiftçiler belirli bir yılda topraklarının sadece yarısını ekmiş ve diğer yarısını doğurganlığını geri kazanmasına izin vermek için nadasa bırakmıştı. Ertesi yıl alanları değiştirdiler. Orta Çağ'ın başlarında, Avrupalı çiftçiler, topraklarının üçte birinde buğday, çavdar veya yulaf yetiştirebileceklerini ve son üçte birini nadasa bırakırken, üçte birinde bezelye veya diğer baklagilleri yetiştirebileceklerini öğrendiler. Baklagillerin havadan aldığı azot, hayvan gübresi ile birlikte toprağı gübreledi. Eski iki alanlı rotasyonla karşılaştırıldığında, bu yöntem toprağın verimliliğini üçte bir oranında artırdı ve ek emek gerektirmedi. Ayrıca mahsul yetmezliği riskini azalttı, insanların beslenmelerinde daha fazla protein sağladı ve atlar için yulaf üretti.

Orta Çağ'dan önce, atlar, boğaz ve çevre koşumları onları boğduğu ve yük çok ağırsa arkaya doğru gitmelerine neden olduğu için çiftçilik yapmak veya ağır yükleri çekmek için kullanılamazdı. MÖ 3. yüzyılda Çinliler, atın yükü omuzlarıyla çekmesini sağlayan ve nefes almasına müdahale etmeyen hamutu icat etti; bu şekilde boğaz kayışından dört veya beş kat daha fazla yük çekebiliyordu. Aynı alet, geç Roma döneminde Tunus'ta develeri arabalara ve sabanlara bağlamak için kullanıldı; Avrupalıların muhtemelen fikri edindiği yer burasıdır. 9. yüzyılın sonlarında, hamutu olan atlar İskandinavya'da sabanlar çekiyordu ve 1100'de Batı ve Orta Avrupa genelinde yaygındı.

Başka bir buluş, çivilenmiş at nalı, atların toynaklarının yumuşaklaştığı ve çabuk aşındığı Batı Avrupa gibi nemli iklim bölgelerinde ağır yük çekmede kullanıldı. Bu buluş 9. veya 10. yüzyılda Sibirya'da ortaya çıktı ve 11. yüzyılda Çin ve Avrupa'ya yayıldı. O zamana kadar her köyde demirci vardı ve demir Roma döneminde olduğundan çok daha yaygın hale geldi.

Son olarak, Avrupalılar Orta ve Doğu Asya'da bulunanlardan daha büyük ve daha güçlü atlar yetiştirdi, atlar ağır tarım işleri için çok uygundu. Bu atlar öküzlerden daha hızlı yürüyordu ve günde bir veya iki saat daha uzun süre çalışabiliyordu; kısacası, bir öküzün yaptığı işin iki katını yapabiliyorlardı. Ancak sığırlar gibi saman ve hasattan sonra tarlada kalan anızla geçinemezlerdi; yulafa ihtiyaçları vardı. Üç alanlı rotasyon sistemi ile atlar için üç yılda bir yulaf yetiştirmek mümkün oldu. Ortaya çıkan şey, yıl boyunca birçok faaliyetin yayıldığı, hayvanları ve bitkileri birleştiren karmaşık bir tarım sistemiydi. Kırsal yaşamı dönüştürdü, çünkü çiftçiler artık kendi alanlarının yakınındaki izole mezralarda yaşamak zorunda kalmıyorlardı ancak aynı zamanda bir kilisenin, demirci dükkânının ve bir tavernanın olduğu daha büyük köylerde yaşayabiliyorlardı. Yeni tarımın ürettiği fazla mallar, ticaretin yeniden canlanmasına yol açtı. Nüfus arttıkça köyler kasabalara dönüştü ve kasabalar kent oldu; 1300'e gelindiğinde Paris'in 228.000 nüfusu vardı.

MÖ 500'den 1400'e kadar insan zekâsı, tarım ve diğer sivil çabaları iyileştirmekle sınırlı kalmadı, aynı zamanda bir kez daha savaş sanatını dönüştürdü. Geçmişte sık sık olduğu gibi, savaş alanındaki avantaj piyadeler ve süvariler arasında gidip geldi; kasabalarda ise savunma duvarları ve saldırı silahları arasında değişti. Bu döneme damgasını vuran yenilikler arasında zırhlı şövalyeler ve kuşatma makineleri vardı.

Atlar binlerce yıldır Avrasya ve Kuzey Afrika'da biliniyordu. Rusya ve Orta Asya otlaklarında göçebeler onları sığır gütmeye, baskın ve savaş için kullandı. Yerleşik tarım bölgelerinde, atlar uzun zamandır haberci taşımak ve tören olayları için kullanılan pahalı lükslerdi. Diğer alanlarda faydalı olmaları için bazı teknik ilerlemeler gerekiyordu.

MÖ 1. yüzyılda İran toprak sahipleri, tamamen silahlı bir şövalye taşıyacak kadar güçlü bir büyük at cinsi yarattılar. MÖ 101'de Han imparatoru Wudi, Çinlilerin "kan terleyen atlar" olarak adlandırdığı şeyi geri getirmek için Orta Asya'ya bir keşif heyeti gönderdi. Böylesine güçlü hayvanlar, tek başına otların üzerinde yaşayamaz, insan ihtiyaçlarıyla rekabet eden yulaf ve yoncaya ihtiyaç duyardı.

MS 220'de Han hanedanının sona ermesi ve 476'da Batı Roma İmparatorluğu'nun yıkılmasıyla savaş Avrasya'da kalıcı hale geldi. Yeni silahlar ve nişan alma yolları yenilikçilere belirleyici avantajlar sağladı ama asla uzun sürmedi. Belirli ortamlara özgü tarım tekniklerinden farklı olarak, savaşçılar düşmanlarını taklit ettikçe askeri teknoloji bir kişiden diğerine hızla yayıldı. Klasik imparatorlukların tümü, mızrak veya yay ve oklar kullanarak süvari saldırılarını önleyebilecek piyadelere güveniyordu, çünkü biniciler tehlikeli bir şekilde at üstünde oturarak bir elleriyle de tutunmaları gerekiyordu ve süvariler genellikle savaş alanına ulaştıklarında dağılıyorlardı.

Süvarilere, piyadelere karşı üstünlük sağlayan şey, basit bir alet olan üzen-giydi. Ayakları üzeni demirine dikilmiş bir eyer üzerinde otururken, bir binici artık düşme riski taşımaz. Aslında atıyla bir olur. Ayak üzengileri MÖ 2. yüzyılda Hindistan'da biliniyordu ve ayak üzengileri MS 1. yüzyılda Kuzey Afganistan'da ortaya çıktı. Oradan, 5. yüzyılda yaygın oldukları Çin'e yayıldılar. Bununla birlikte, üzeni, hayatlarının çoğunu at sırtında geçiren Çinlilerin uzun süredir düşmanları olan göçebe Moğollara avantaj sağladı. Uzman okçular olduklarından, artık Çinli piyadeleri ve süvarileri ezerek dörtlü ok atabiliyorlardı.

8. yüzyılın başlarında üzeni, savaşta bir devrime neden olduğu Avrupa'ya ulaşmıştı. Frenklerin lideri Charles Martel, süvarilerini kol altında ağır bir mızrakla donatma potansiyelini fark eden ilk Avrupa lideriydi. Mızrak biniciye sıkıca tutturulmuş ve binici üzeni demirleri ile ata bağlıken, mızrak sadece kendi ağırlığını değil, aynı zamanda binicinin ve atın ağırlığını da iletmiştir. Bu nedenle atılan ciritten veya oktan çok daha güçlü bir silahtır. Birkaç yüzyıl boyunca, yalnızca başka bir şövalye veya bir şehrin duvarları mızrak taşıyan bir şövalyeyi durdurabilirdi. Kendilerini birbirlerinin mızraklarından korumak için şövalyelerin ağır zırh takımları giymeleri ve sol kollarında ağır kalkanlar taşımaları gerekiyordu. Daha sonra, atlar bile zırhlanmıştı. Atlar, binicinin ve zırhının ağırlığını taşımak için büyük ve güçlü olarak yetiştirildi. Her şövalyenin bir zırh elbisesi ve en az iki savaş atı vardı (biri binmek için diğeri ise yedek). Şövalyeler, atlara bakmak için yaverler ve atların güçlü kalması için gereken yulafları yetiştirmek için kiracı çiftçiler kullandı. Diğer şövalyelerle çocukluklarından itibaren turnuva denilen sahte savaşlara katıldılar. Savaş, profesyonel savaşçıların ana faaliyeti haline geldi ve krallar, savaş zamanlarında savaş alanında sadık hizmet ve kahramanlık karşılığında en iyi savaşçılara topraklar ve köyler verdi. 1066'da İngiliz Kanalı'nı geçen Normandiyalı William, öyle

bir ordudaydı. Hastings Muhaberesi'nde, Kral Harold'ın İngiliz savaşçıları, savaş alanına ulaştıklarında sadece William'ın şövalyelerinin mızraklarıyla bozguna uğradılar.

Ağır zırhlı şövalyelerin ortaya çıkmasına tepki olarak, zırhlılar Tatar yayını geliştirdi. Avrupalı okçular tarafından geleneksel olarak kullanılan uzun yay, okçu tarafından geri çekilen bir yay ile porsukağacı gibi elastik bir tahta parçasıydı ve serbest bırakıldığında enerjisini oklara veriyordu. Bu basit cihazın aksine, Tatar yayını bükmek o kadar zordu ki, ip yalnızca okçunun kol gücüyle çekilemiyordu, dönen bir manivela kullanılması gerekiyordu. Bir Tatar yayı, okçu için uzun bir yaya göre daha az güç veya beceri gerektirse de, birkaç demir parça gerektirdiği için yapılması daha zordu. Savaşta, bir zırhlı delebilecek ağır bir ok fırlattı ve o kadar güçlüydü ki, 1139'da Papa II. Innocent'ın Hristiyanlara karşı kullanımını yasakladığı söylenir. Bu yasağa rağmen, 14. yüzyılda Tatar yayı, zırhlı şövalyenin Avrupa savaş alanlarında uzun zamandır sürdürdüğü keyifli avantajını kaybetti.

Tüm mücadele savaş alanında gerçekleşmez. Kasabalar ve şehirler kendilerini yağmacı savaşçılara karşı korumak için duvarlar inşa ettiler. Kalelere ve istihkâmlı kasabalara saldırmak için, Çinliler ve Hintliler gibi Yunanlılar ve Romalılar uzun süredir dönen mancınıklarını veya saçları bükerek enerji depolayan büyük makineleri kullanmışlar ve aniden ağır bir taş atmak üzere serbest bırakmışlardı. Bununla birlikte, bu tür aletler, saçların ve mancınıkların elastikiyetini kaybettiği Güney Çin ve Batı Avrupa gibi ıslak iklimlerde sınırlı kullanımdaydı. Orada, mühendisler yeni prensiplerle çalışan bir mancınık geliştirdiler. Birincisi, bir ucunda bir mermi ve diğer tarafta insanlar tarafından çekilen halatlar ile uzun bir kirişin bir çerçeveye döndüğü salıncak kollu mancınıktı. 1200 yılına gelindiğinde, dönen mancınıkları hızla değiştiren Avrupa'da yaygındılar. Daha da güçlü olanı, "trebuchet" veya karşı ağırlıklı mancınıktı. Bu, 40-60 kiloluk taşlar fırlatabilen dönen mancınığa kıyasla, bir ton veya daha fazla ağırlığa sahip bir kaya fırlatabilecek menteşeli bir karşı ağırlığa sahip büyük bir salıncak kolu olan mancınıktı. Muhtemelen Ortadoğu kökenliydi, çünkü ilk olarak 1270'lerde Çin'de Müslüman taş atıcı adı altında ortaya çıktı ve Moğollar tarafından o ülkenin fethinde kullanıldı. Avrupa ve Ortadoğu'da da yaygın olarak kullanılmıştır.

Trebuchet, yaklaşık 500'den sonra gerçekleşen makine mühendisliğindeki ilerlemelere bir örnektir. Avrasya boyunca, insanlar su çarkları, değirmenler, dönen tekerlekler ve saatler gibi hareketli parçalara sahip mekanizmalara daha aşina hale geldi. Genellikle tahtadan yapılmış olmalarına rağmen, bu aletlerin çoğu önceki medeniyetlerinkinden daha karmaşıktı.

Han hanedanlığından bu yana Çinliler, demir dövmek ve pirinç soymak için bir patlama sağlayan körüklere güç sağlamak için su çarklarını ve ayrıca tahıl öğütmek için değirmen taşlarını kullandılar. Dikey bir düzlemde dönen daha yaygın su çarklarına ek olarak, Çinliler, günümüzde hidroelektrik barajlarda kullanılan türbinlerde olduğu gibi, üstünden veya altından değil, suyun tekerleğe dolduğu yatay tekerlekler geliştirdiler.

İslam dünyası da su çarklarını biliyordu ancak daha az üzerinde duruluyordu çünkü Kuzey Afrika ve Batı Asya'nın kuru bölgelerinde daha az akarsu vardı. Yine de 1000 yıllarında Basra Körfezi'nde bir gelgit değirmeni ve Bağdat'ta Dicle Nehri üzerinde yüzen su çarkları varmış gibi görünüyor. İlk üç yüzyılda, Romalılar su çarkları ile çalışan değirmenler inşa ettiler ancak bu, o zamanlar alışılmadıktı. 8. yüzyıldan sonra, yağmurlu bir iklimin bol miktarda akarsu yarattığı Batı Avrupa genelinde su üreten üreticiler çoğaldı. İlk başta, sadece tahıl öğütmek için kullanıldılar, ancak yaklaşık 1000 yılında, su çarkları kereste fabrikalarına, dolgun kumaşlara, demir dövme demirlere, kırma cevherine ve diğer birçok işleme güç veriyorlardı. 1086'da Fatih William tarafından sipariş edilen İngiltere'nin bir nüfus sayımı olan *Domesday Book*, her 50 hane için bir tane olmak üzere 3.000 toplulukta 5.624 değirmen saydı. Cansız enerjiyle taşınan bu karmaşık makineler neredeyse tüm Avrupalıların günlük deneyiminin bir parçası haline geliyordu.

Akarsu ve nehirler genellikle kışın donar veya yazın kurur. Bu nedenle bazı yerlerde, rüzgâr daha güvenilir bir enerji kaynağıydı. 10. yüzyılda İran ve Afganistan'da inşa edilen ilk yel değirmenleri dikey bir dingil ve kavisli kanatlara sahipti. Dikey değirmenler Ortadoğu'nun diğer bölgelerine ve Çin'e yayıldı, ancak hiçbir zaman çok yaygın değildi. Avrupa yel değirmeni, aksine, bir kulenin tepesinde ve enerjiyi yer seviyesine iletmek için dişlide yatay bir aksa sahipti. Bu tür ilk yel değirmeni 1185 yılında İngiltere'nin Yorkshire şehrindeki Weedley'de inşa edilmiştir. Fikir hızla yayıldı; yedi yıl içinde Avrupa'nın çoğunda ve Suriye kadar doğuda yel değirmenleri vardı. Papa III. Celestine, yel değirmenlerine bir vergi getirdi. Yel değirmenleri tahıl öğütüyor, su pompalıyor ve Hollanda gibi rüzgârlı bölgelerde başka görevler üstleniyordu. Avrupa'da yüksek işçilik maliyeti nedeniyle, orada görevliler ve kadınlar tarafından bu tür görevlerin gerçekleştirildiği Çin veya Ortadoğu'dan daha popülerdi.



Sargı cihazları başlangıçta Çin'de uzun ipek liflerini ipliklere dönüştürmek için kullanıldı ve bu teknoloji daha sonra pamuğa uyarlandı. Çıkrık tekerlekleri Çin'de 11. yüzyılda yaygın olarak kullanılmıştır. Sanat ve Mimari Koleksiyonu, Miriam ve Ira D. Wallach Sanat, Baskı ve Fotoğraf Bölümü, New York Halk Kütüphanesi, Astor, Lenox ve Tilden Vakıfları.

Çin ve Hindistan tekstil makinelerinde dünyanın geri kalanından birkaç yüzyıl ilerideydi. Hindistan, diğer ülkelere ihraç edilen ince pamuklu kumaş konusunda uzmandı. Çıkırık, işi yapan kadınların oturarak çalışmalarına izin verdi; daha eşit dönüş hızı, ipliği eski iğden daha hızlı ve daha düzgün üretti. MS 8. yüzyılda Hindistan'da ortaya çıktı; 12. yüzyılda Ortadoğu, Avrupa ve Çin'e yayılmıştı.

Çıkırık, kadınların evlerinde kullandıkları el işi aletiydi. Çin'de, vergiler aynı olarak ödendiği için eğirme ve dokuma yaygındı: Her köylü hanesi hükümete yılda iki cıvata düz bez ve iki kile tahıl borçluydu. Sırmalı ipek kumaş ve saten gibi daha ayrıntılı dokumalar için Çinliler, büyük kentsel atölyelerde kullanılmak üzere karmaşık endüstriyel makineler geliştirdi. 11. yüzyılda mükemmel hale getirilen ipek makaralı makine, kaynar suya batırılmış kozalardan aynı anda birkaç metre ip çekti. Ziraat Mühendisi Wang Zhen 1313 yılında yayınlanan *Tarımsal İncelemesi*'nde, bir su çarkı ile çalışan 32 iğli kenevir eğirme makinesini tanımladı; "yerine aldığı kadın işçilerden birkaç kat daha ucuz".(5) Bunun gibi işgücünden tasarruf sağlayan aletler emeğin verimliliğini artırdı ancak el sanatları işçilerinin pahasının bu şekilde modası geçmiş oldu.

El arabası, çiftliklerde ve şantiyelerde büyük miktarda emek tasarrufu sağlayan başka bir basit aletti. Diğer birçok icatta olduğu gibi, el arabası da ikinci yüzyıldan beri bilinen Çin'de ortaya çıktı. Kavram 12. yüzyılda Avrupa'ya, belki de Ortadoğu üzerinden yayıldı.

Avrupalıların diğer medeniyetleri aştığı bir alan, zamanın ölçülmesiydi. Zamanı ölçen ilk alet, günün saatini bildiren bir gölge oluşturan dikey bir çubuk olan Mısır *gnomon*'uydu. Yunanlılar ve Romalılar günü 12 eşit parçaya bölen güneş saatleri yaptılar. MS 13. yüzyılda, Arap Ebu el-Hasan el-Marakushi günü eşit saatlere ayıran bir güneş saati icat etti. Güneş saatleri elbette sadece güneşli günlerde çalışır. Geceleri ve bulutlu havalarda zamanı anlatmak için halklar "clepsydra" veya su saatleri kullandılar. Eski Babiller ve Mısırlılar dibinde bir delik bulunan gemiler yaptılar; su damladığında, kalan su seviyesine göre zamanı okuyabiliyorlardı. 807'de Bağdat halifesi Harun Reşid'in, İmparator Şarlman'a dişlileri, hareketli atlılar ve çanlar çaldıran ayrıntılı bir su saati verdi. 1086-1094'te Su Sung, Çin imparatoru için yapılmış ve zaman, güneş, ay ve yıldızların hareketlerini gösteren, su ile çalışan bir mekanizmaya sahipti. Ancak su saatleri, sular donduğunda duruyordu ve su ihtiyaçları nedeniyle onları bir kulenin üstüne koymak zordu.

Genellikle bulutlu ve bazen don olan bir bölgede yaşayan Orta Çağ Avrupalıları, ağırlıkla çalışan mekanik saatler inşa edenlerin başında geliyorlardı. Mekanik saati mümkün kılan, 13. yüzyılın sonlarında, düşen bir ağırlığın hızlanan hareketini eşit uzunlukta bir dizi kısa harekete dönüştüren bir aletti. Erken saatler o kadar yanlıştı ki sadece akrepleri vardı. Ancak, yerel prens veya kasaba kurucularının

görmek için bir kuleye yerleştirilebilirler ve varlıklı insanların evlerine sığacak kadar küçük yapılabilirlerdi.

Demir üretiminde, diğer birçok alanda olduğu gibi, Song hanedanı dünyanın geri kalanından çok daha öndeydi. Han hanedanlığından beri Çinliler, cevheri ham demire dönüştürmek için suyla çalışan hava pompalarını kullanarak bir fırının sıcaklığını nasıl yükselteceklerini biliyorlardı. İşlenmiş demire dövülmesi gereken başka yerlerde yapılan süngerimsi çiçeklerin aksine, erimiş pik demir kalıplara dökülerek çömlek, çan, saban demiri, ok ve mızrak uçları, hatta heykeller yapılabilirli.

Çinli demir işçileri, odun arzının az olduğu yerlerde bir gereklilik olan, demir fırınlarında kömür olarak yakıt kullanan ilk topluluktur. Bununla birlikte kömür genellikle, demire zarar veren dumanlar üretir, bu nedenle demir üreticileri sadece antrasit adı verilen çok saf bir kömür türü kullanabilirlerdi. 11. yüzyılın başlarında, kirliliği gidermek için ilk önce fırınlayarak ve nispeten temiz bir karbon formu olan kok kömürü bırakarak sıradan kömür kullanmanın bir yolunu buldular.

10. ve 11. yüzyıllarda Song hanedanlığı, Khitan ve daha sonra bozkırlardan kuzeye doğru göçebe savaşçılar Jürchen ile savaştı. Hükümet 1.250.000 askerle o zamana kadar görülen en büyük orduyu topladı. Bunları donatmak için, yılda 16 milyon ok başı ve 32.000 zırh giysisi üreten devasa bir silah endüstrisi işletiyordu. Sadece 1078'de Hebei-Henan'ın yüksek fırınları 125.000 ton demir üretti, 19. yüzyıla kadar dünyanın hiçbir yerinde geçmeyen ve muhtemelen dünyanın geri kalanından daha fazla bir rakam. Demirhanelerden bazıları yüzlerce işçi istihdam eden büyük sanayi kuruluşlarıydı. Demir o kadar ucuzdu ki, Çin karayolunu destekleyen demir zincirlerle asma köprüler bile inşa etti.

Büyük ordularına rağmen, Song Hanedanlığı 1126'da yenildi ve Hebei-Henan demirleri de dahil olmak üzere Kuzey Çin'in kontrolünü kaybetti. Bir buçuk yüzyıl boyunca Çin ikiye bölündü. Song Hanedanlığı güneyi, dağları, ırmakları, gölleri ve bataklıkları olan bir ülkeyi yönetti; burada okçular, uzun mızrakları veya zıpkınları olan askerler ve mancınıklarla dolu bir nehir teknesi ile kendilerini korudular. Bu arada Jürchen, Jin hanedanı adını alarak kuzeyi yönetti. Song hanedanlığı, kuzeyden Jin savaşçıları tarafından saldırıya uğradığında, Li Kang adlı bir general, düşmanların oklarına karşı savunma için demir plakalarla zırhlı tekerlekli araçlar tasarladı.

Jürchen altında üretilen demirin çoğu Moğollara, göçebe çobanlara ve Moğolistan meralarından savaşçılara satıldı. Jürchen gibi, Moğollar da eriticiler kurmak ve demir silah üretmek için Çinli uzmanlar istihdam ettiler. Demir mızrak ve ok uçlarıyla donanmış Moğollar, 1226'da Jürchen'i ve 1277'de Son hanedanlığını yenerek Çin'in ve Asya'nın geri kalanının hükümdarı oldular. Savaş kargaşasında,

demir üretimi Song dönemindeki zirvesinin dörtte birine veya daha azına düştü ve sekiz yüzyıl boyunca toparlanamadı.

Çinliler kitlesel olarak üretilen ucuz demirde mükemmelleşirken, Ortadoğu'daki zanaatkârlar, kılıç ve hançerlerinin kalitesinde Çinlileri aştı. Suriye'deki Şam kentinin adını taşıyan Şam bıçakları, Hindistan'dan ithal edilen *wootz* adı verilen özel bir çelikten yapılmıştır. Hokey disklerinin büyüklüğündeki *wootz* külçeleri, kömür ve yapraklarla birlikte kil potalara konuldu ve yaklaşık 1200 santigrat dereceye kadar ısıtıldı. Bu, metale yüzde 1,5 karbon içeriği verdi, bu da onu sert ama kırılğan hale getirdi. Metalin esnek olmasını sağlamak için, disk daha sonra çıkarıldı, dövüldü, yavaşça soğumaya bırakıldı ve sonra sert ve esnek, ancak çok keskin bir bıçak haline gelene kadar tekrar tekrar 50 kez tekrar ısıtıldı ve dövüldü. Sonuçta havada süzülen ipek bir mendili bile dilimleyebileceği söylendi. Hint *wootz*'u, çeliğin eşit şekilde karışmak yerine daha koyu ve daha açık renk bantlarında birikmesine neden olan iki nadir metal olan vanadyum veya molibden eser elementleri (yüzde 0.03'ten az) içeriyordu. Bu, Şam bıçaklarına yüzyıllardır hayran kalanın ancak asla taklit edilemeyen ayırt edici bir model oluşturdu.

O zamanlar Avrupalı demir işçileri, Çinlilerden çok daha az ve Ortadoğulu demircilerden çok daha düşük kalitede demir üretiyorlardı. Bununla birlikte, demir Avrupa Orta Çağlarında Roma dönemlerinde olduğundan daha yaygındı. Avrupa'daki diğer pek çok şey gibi, demir yapımı da âdemimerkeziyetçiydi, her bölgede demir fırınları ve her köyde demirci, dövme nalları, saban demirleri, oraklar, kürekler, diğer aletler ve ara sıra zırhlar vardı.

Artan ekonomik faaliyet ve askeri kampanyalar ile uzun mesafeler boyunca seyahat ve ticarete bir artış meydana geldi, böylece daha iyi ulaşım araçları geliştirildi. Büyük ölçüde seyahat ve ticaret deniz yoluyla yapılsa da (5. bölümde göreceğimiz gibi), iç ulaşım da önemli ölçüde değişti. Bu bölümde anlatılan dört medeniyet –Song Hanedanlığı, Arap İmparatorluğu, Batı Avrupa ve İnkalar– malların iç kısımlara taşınması için çok farklı yöntemler geliştirdi.

Çin'in batıdan doğuya doğru akan birkaç nehri vardır ancak kuzeyden veya güneyden akan nehirleri yoktur. İlk imparator olan Shi Huangdi döneminde (MÖ 260-210) Çinliler nehir sistemlerini kanallarla ilişkilendirmeye çalıştılar. Sui hanedanı (581-618) sırasında, kuzeydeki Sarı Nehri, Orta Çin'deki Yangzi Nehri ile bağlayan Büyük Kanal'ı inşa ettiler. Yangzi'deki tekne trafiği bölge nüfusu ile birlikte arttı. Tüm Çin'i yönettiklerinde, Song başkentleri Kaifeng'den kuzeyde Hebei-Henan'ın demir bölgesine ve güneyinden Yangzi'ye kanallar inşa etti; Güney Song döneminde, güneyin kanal ağına eklendi. Halefleri Moğol veya Yuan hanedanı (1260-1368), 1327 mil uzunluğunda Büyük Kanal'ı tamamlayarak 1327 yılında Hangzhou ve Yangzi Havzası'ndan Pekin'deki Moğol başkentine pirinç taşınmasına izin verdi.

Tüm nehirler ve kanallar aynı seviyede değildi ve 12. yüzyıla kadar teknelerin bir kanaldan diğerine rampaları yukarı veya aşağı çekmesi gerekiyordu. Çift kapılı kilitlerin icadı, yüksek kanal veya nehirden gelen suyun içindeki kilit ve kaldırma botlarını doldurmasını sağladı. Aşağıya doğru gidenler için üst kapılar kapatıldı ve alt kapılar açıldı, suyun akmasına izin verildi ve tekneler kilitlendi.

Ortadoğu'da ticaretin büyük kısmı çevredeki denizlerdeki gemilerle yapıldı. Teknelerin eski zamanlardan beri pek değişmediği Nil, Dicle ve Fırat dışında, gezilebilir nehirlerin ve kanalların olmaması, kara yoluyla ulaşımı baharat, tütsü ve ince dokumalar ve el sanatları gibi yüksek değerli ürünlerle sınırladı. Romalılar, öncekiler –Yunanlılar ve Persler– gibi, öküz, atlar veya eşekler tarafından çekilen arabaların yanı sıra atlı savaş arabaları kullanmışlardı. Hem askeri hem de ticari nedenlerle, birçoğu taş döşeli bir yol ağı inşa ettiler. Ancak bu tür yolların bakımı çok pahalıydı. Daha ağır yükler taşıyabilen, kuru ve kırık arazilerde hayatta kalabilen develerin evcilleştirilmesiyle yollara olan ihtiyaç azalmıştır.

Deve ilk MÖ 3. binyılda Güney Arabistan'da evcilleştirildi. MÖ 2. binyılda Mısır ve Mezopotamya'da biliniyordu, ancak nadirdi. Arabistan'dan gelen deve yetiştiren çöl sakinlerinin sayısı ve gücü arttıkça kullanımı yavaş yavaş yayıldı. Çöl tüccarları Güney Arap eyerini kullandı, hayvanın kamburunun ve omuzlarının üzerine bagaj yerleştirirken, binici kamburun arkasında oturdu ve devenin hareketlerini uzun bir sopa ile kontrol etti. Ulaşım için iyi olmasına rağmen, bu sistem deveyi savaş için işe yaramaz hale getirdi, çünkü binici kolayca deveden düşebilirdi.

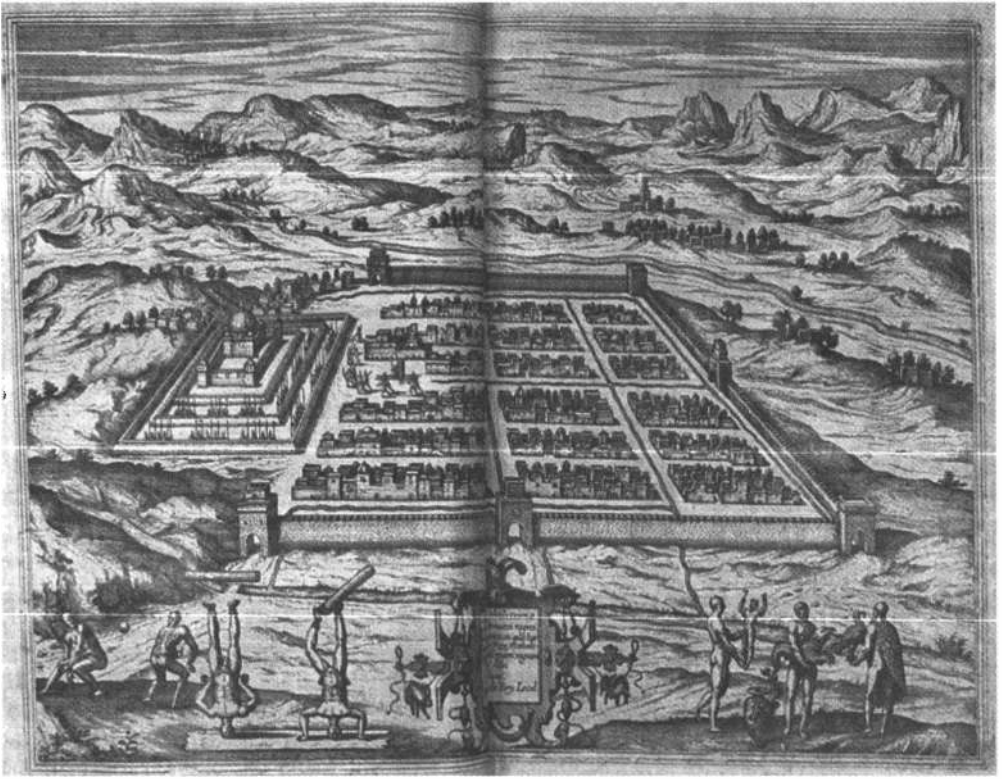
MÖ 500'den uzun bir süre sonra icat edilen Kuzey Arap eyeri, hayvanın omuzlarına ve kalçalarına dayanarak, kamburunun üzerinde duruyordu ve hayvanın 136 kilograma kadar yük taşımasını sağlıyordu. Bu pozisyonadaki bir binici bir kılıç veya mızrak kullanabilir ve hayvanın hareketini ayaklarıyla kontrol edebilirdi. Böylece, Arabistan'ın çöl kabileleri çok güçlendi. Çölü geçen tüccarların karavanlarını kontrol edip vergilendirebilir ve çölün ötesindeki kasabalara ve tarım alanlarına saldırabilirlerdi. Develer, Arapların askeri ve ekonomik alanda yükselmesine katkıda bulundu. Güçleri arttıkça deve kullanımı da büyüdü. 7. ve 8. yüzyıllarda Araplar Ortadoğu'yu fethettikten sonra, haftalarca yemeden içmeden yaşayabilen deve, Güneybatı Asya'da ana ulaşım aracı haline geldi. 753'ten başlayarak, tüccarların Sahra Çölü'nü geçmesine izin verdi ve Afrika'nın Sudan bölgesini Kuzey Afrika ve Ortadoğu ile temas ettirdi. Arap İmparatorluğu dışında Anadolu, Kuzey Hindistan, Orta Asya ve Batı Çin gibi develerin yaygın olduğu yerlerde tekerlekli araçlar ve develer bir arada bulunuyordu ve develer bazen arabalara bağlandı. Daha soğuk bölgelerde, kısa bacaklı ve kalın kürklü iki hörgüçlü develer veya Bactrian develeri, ticaretin çoğunu Ortadoğu ve Çin arasındaki İpek Yolu boyunca Orta Asya vahaları üzerinden taşıyordu.

Avrupa’da, ulaşımdaki devrim, büyük ölçüde, çiftçilikte devrim yaratan aynı icatlardan, yani hamesten ve at nalından geldi. 9. yüzyıldan başlayarak atlar, öküzün iki katı hızında ağır yükleri çekmek için kullanıldı. Marangozlar, bir köşeyi döndürürken iki at tarafından çekilen yükü eşitleyen bir kiriş olan döner ön akslar, frenler ve araba falakaları olan dört tekerlekli arabaları inşa ettiler. Bu ağır vagonlar 12. yüzyılda yaygın bir manzaraydı.

Yasalara göre Romalılar, atların boğulmasını önlemek için atlı vagonların 325 kilogram ile sınırlamışlardı. Orta Çağ icatları, atların dört veya beş kat daha sert çekmesine izin vererek bir ekibin çekebileceği yük miktarını üç katına çıkardı. Böylece taşıma maliyetinde büyük bir düşüş oldu. Roma döneminde, hacimli malların karadan 100 mil uzağa taşınması maliyetlerini iki katına çıkardı, ancak 13. yüzyılda maliyetlerini üçte bir oranında artırdı. 12. yüzyıla gelindiğinde Avrupalılar, İngiltere’deki Roma veya Canterbury veya İspanya’daki Santiago de Compostela gibi kutsal yerlere hac ziyaretleri için çok sayıda seyahat ediyorlardı. Tıpkı Çin kanalları veya Ortadoğu’nun develeri gibi, at arabası, Avrupa’daki bölgesel uzmanlığa ve uzun mesafeli ticarete katkıda bulundu, çünkü tüccarların yünlü kumaş ve metal işi gibi değerli malları Burgundy, Flanders, İngiltere ve Almanya’da her yıl düzenlenen büyük fuarlara getirmeleri pratik hale geldi.

Doğu Yarımküre imparatorluklarının aksine, İspanyollar 1492’de gelmeden önce Amerika halklarının atları, tekerlekli araçları veya demirleri yoktu. Yine de Güney Amerika’nın eyaletlerinden biri olan İnka İmparatorluğu’nda bunlar vardı. Persler, Roma veya Çin imparatorlukları gibi büyük inşaat projelerine odaklanmış ve bu projelere adanmıştır. Teknoloji, bir el emeği meselesi olduğu kadar bir organizasyon meselesidir de aynı zamanda.

İnkalar, Bolivya ve Peru dağlık bölgelerinde doğmuştur. MS 13. yüzyılda komşularını fethetmeye başladılar. 15.yüzyılın başında, güneydeki Şili’den kuzeydeki Ekvador’a 2.700 mil uzanan bir imparatorluğa hükmettiler. Başkentleri Cuzco’da, Peru’da, harçsız 100 ton ağırlığa sahip devasa taşlardan tapınaklar ve saraylar inşa ettiler ancak bu eserler o kadar hassas bir şekilde oyulmuşlardı ki, aralarına bıçak yerleştirmek bile imkânsızdı. En sıra dışı yapıları arasında And Dağları’nın en yüksek tepesine inşa edilmiş Machu Picchu adlı bir kraliyet sığınağı ve tören merkezi vardı. Amerikalı kâşif Hiram Bingham Machu Picchu’yu ilk kez 1911’de gördüğünde “güzel granit evlerden oluşan bir labirent ... yüzyıllardır büyüyen ağaçlar ve yosun ile kaplı ... Beyaz granit duvarları ... dikkatlice kesilip zarif bir şekilde bir araya getirilmişler” demiştir. İki tapınak ve büyük bir taş sunak bulunan şehir meydanına geldiğinde ise şunları söylemiştir, “manzara beni büyüledi.” (6)



Amerika'da 1596 tarihinde yayınlanan Theodore de Bry'n Cuzco graviürü, şehrin metodik tasarımını ve sağlam mimarisini tasvir ediyor. Sanatçı, izleyicilerin eğlencesi için ön plana akrobatlar eklemiştir. Ancak arka plandaki And Dağları gerçek. Kongre Kütüphanesi.

İnka İmparatorluğu'nun zirvede olduğu dönemde, 6 ila 10 milyon vatandaşı vardı. Böyle büyük bir imparatorluğu kontrol etmek ve başkente yiyecek, kumaş ve metal eşya şeklinde haraç getirmek için İnkalar, biri Pasifik kıyısı boyunca diğeri And Dağları'nda ortalama 13.000 fit yükseklikte iki paralel otoyol ve ikisini birbirine bağlayan birkaç kısa doğu-batı yolu inşa etti. Yollarını yayalar ve lamalar için tasarladıklarından ve kat edilen mesafeyi en aza indirmek istediklerinden mümkün olduğunca düz hale getirdiler. Duvarlara sabitlenmiş kalın çelik kablolardan yapılmış asma köprüler ile derin geçitleri kapsıyoırlardı. Yerlerde, altı metrelik geniş kesimleri sağlam kayadan oyduılar. Şehirlerin yakınında, yollarını mükemmel bir şekilde yerleştirilmiş taş bloklarla kapladılar; başka yerlerde, yollar taşlarla çevrili toprak dolguydu. Her birkaç kilometrede bir, özel olarak eğitilmiş uzun mesafe habercileri için postahaneler vardı. Bir mesaj haftada 1.500 mil yol alabilir, bu da ata binen Fars veya Romalı habercilerle karşılaştırılabilir bir hızda olabilir. Yolları ve habercileri sayesinde İnkalar, büyük hayvanların veya gezilebilir nehirlerin ol-

mamasına rağmen, Doğu Yarımküre’de böylesi büyük bir imparatorluğu bir arada tutabildiler.

O dönemde dünyadaki birçok farklı toplum ve siyasi birim arasında Çin açıkça en dinamik ve teknolojik olarak gelişmiş ülkeydi. Birçok teknoloji –at tasmaları, kanallar ve kilitler, dökme demir, tekstil makineleri– Çin menşeli şeylerdi ve daha sonra Doğu Yarımküre’nin diğer bölgelerine yayıldılar.

Arap İmparatorluğu da dinamikti ama farklı bir şekilde. Araplar, klasik uygarlıkların bilgilerini yeniden canlandırdıkları ve kendilerine çok şey kattıkları bilimlerde, özellikle matematik, astronomi ve tıpta mükemmeldiler. Yunanlıların ve Romalıların yöntemlerini yeniden canlandırdılar ve mükemmelleştirdiler; tarım, sulama ve denizcilikte yeni teknikler sundular.

Song hanedanlığı altındaki ıslak pirinç tarımındaki devrim, şaşırtıcı bir verim sağladı ve dünyadaki en yüksek nüfus yoğunluklarını destekledi ancak bu verim, tamamen insan emeğine bağlıydı. Gittikçe daha fazla çiftçi gerekiyordu, tekniklerini geliştirerek ve çabalarını yoğunlaştırarak aynı miktarda topraktan geçinebiliyorlardı. Aynı şekilde, Arap İmparatorluğu da eski zamanların yoğun emek gerektiren tarımını restore etti. Ortadoğu’da, Çin ve Güney Amerika’da olduğu gibi, işgücü boldu ancak ekilebilir arazi kıttı. Pazarların ve şehirlerin büyümesine katkıda bulunan yeni ürünler, ticarete artış sağladı.

Bu iki medeniyetle karşılaştırıldığında, Batı Avrupa geride kalmış ve az gelişmişti. Bu nedenle Marco Polo, Çin’de keşfettiği zenginlik ve yüksek teknolojiye hayran kaldı ve bundan memnun oldu. Yine de, teknolojiler tek bir süreklilikte sıralanamaz, nedeni oldukça basit; “ileri” veya “geri” kategorilerinin ötesine geçen farklılıklar vardır. Özellikle, Avrupa teknolojisi Çin ve Ortadoğu’nunkinden iki önemli şekilde farklıydı: kaynaklar, enerji ve beşeri merkezîyetçilik. Avrupa’da tarım için Çin veya Ortadoğu’dan daha az insan ve kişi başına daha fazla arazi vardı. Avrupalı köylülerin kullandığı tarımsal uygulamalar, Çin veya Ortadoğu muadillerine göre daha karmaşık veya etkili değildi (genellikle daha az). Ancak Avrupalı çiftçiler hayvan gücüne diğer insanlardan çok daha fazla güveniyorlardı. Uzun vadede, insan olmayan enerji kaynaklarına güvenmek, yaşam standartlarındaki iyileşmelerin temelini oluşturuyordu.

Dahası, Çin’de ve daha az derecede Ortadoğu’da geliştirilen teknolojinin çoğu yukarıdan yönlendirildi ve kontrol edildi. Song döneminde hükümet tohum dağıttı, kanallar inşa etti, teknik kılavuzlar yayınladı, demir işlerine yatırım yaptı ve yenilikleri birçok yönden teşvik etti. Ortadoğu’da da benzer şekilde, sulama işlerinin, limanların ve diğer kamu işlerinin yeniden inşası merkezi hükümet veya il hükümetleri tarafından gerçekleştirildi. Avrupa’da, gördüğümüz hemen hemen tüm teknolojik değişiklikler, yerel girişimlerde, köy zanaatkarları veya çiftçiler düzeyinde

ortaya çıktı. İktidarın merkezileştirilmesi teknolojik yenilikleri teşvik etmesine ve yayılmalarını hızlandırmasına rağmen, aynı zamanda teknolojik değişimin savunmasız olduğu anlamına geliyordu, çünkü hükümet politikasındaki bir değişiklik sürece yardımcı olmak kadar kolay bir şekilde engelleyebilirdi. Avrupa’da olduğu gibi beşeri merkezîyetçi inovasyon, bir hükümetin politikalarındaki bir değişiklik nedeniyle durdurulamayacaktı.

5. Bölüm

Küresel Etkileşim Çağı (1300-1800)

1 498'in başlarında, Portekizli Kaptan Vasco da Gama'nın altındaki dört gemi yavaşça Afrika'nın doğu kıyısına yöneldi. Kenya'nın Malindi limanında olan da Gama, Hindistan'daki Calicut'a rehberlik etmesi için bir Arap rehber kiraladı. Küçük gemileri (sadece 90 metre uzunluğunda) Calicut halkına karşı cılız görünüyordu. 1405 ve 1433 yılları arasında, Çin filoları aynı sularda, bazıları 400 fit uzunluğunda olan, Portekizleri gölgede bırakacak olan düzinelerce büyük gemiyle yelken açmıştı. Ancak Çinliler 1433'te ayrıldılar ve asla geri dönmediler, oysa Avrupalılar buraya kalmaya gelmişti.

Yeni gemi çeşitleri ve seyrüsefer teknikleri, dünyanın eski ya da yarı izole bölgeleri arasında iletişim kurarak dünyayı değiştirdi. Aynı zamanda, diğer üç teknolojik değişiklik 1300 ve 1800 yılları arasında dünyayı dönüştürdü: tarihçilerin "barut imparatorlukları" olarak adlandırdıkları bazı devletler, komşularını fethetmek için ateşli silahlar kullanarak dünyanın bir bölümünden diğerine getirilen ürünler, insanların sayılarla çoğalmasına ve baskı, bilgi ve fikirlere devrim niteliğinde erişim sağlamasına olanak sağladı. Bu yenilikler, gelişmiş teknolojilerin kullanılmasından daha fazlasını içeriyordu, çünkü bazı insanlar bunları diğerlerinden daha hızlı benimsedi; her medeniyete sadece farklı bir karakter vermekle kalmadılar, aynı zamanda bir bölgenin diğerlerinin önüne geçmesine izin verdiler. Çin ve Ortadoğu'nun gerisinde kalan Batı Avrupa, küresel imparatorluklar, ilk önce denizde ve sonra karada olmak üzere bu iki medeniyetten alınan teknikleri kullandı. Vasco da Gama'nın Hindistan'a gelişi, dünyadaki güç dengesinde bir dönüm noktası oldu.

15. yüzyılın ortalarına kadar, birçok insan belirli deniz ortamları için gemiler tasarlamıştı. İklimin, rüzgârların ve akıntıların ev sularından çok farklı olduğu uzak denizlere yelken açmak, sadece Çinlilerin sahip olduğu deniz teknolojisinde

ilerlemeler gerektiriyordu. Song hanedanlığı (960-1279) sırasında, Çinli gemi yapımcıları Güneydoğu Asya ve Hint Okyanusu'ndan ticari gemilerle rekabet etmek için Çin yelkenlisi adı verilen okyanus gemilerini denize indirmeye başladılar. Çin yelkenlileri, sığ sularda ilerleyebilmek için düz zeminliydi ve denizde dengeyi sağlayabilmek için inşa edilen gemi omurgasına sahipti. Güvenlik için, su geçirmez perdelerle ayrı bölmelere ayrıldılar, bu özellik dört yüzyıl boyunca başka bir yerde kullanılmadı. Üç ile on iki direk, bir pervane gibi, bambu ile güçlendirilmiş yelkenleri taşıdı. Çin yelkenlileri, manevra yapmayı kolaylaştıran direksiyon tahtaları yerine bodoslama dümenleri ile donatılmış ilk gemilerdi. Sadece diğer gemilerden daha büyük değil, aynı zamanda fırtınalara karşı daha güçlüydüler ve daha iyi dayanabiliyorlardı. 11. yüzyılda, böyle Çin yelkenlileri, Hindistan veya Ortadoğu'da inşa edilen daha küçük gemilerden Hint Okyanusu ile ticareti devralıyordu. 13. yüzyılın sonlarında Çin'i işgal eden Moğolların askeri amaçlı binlerce gemileri vardı. Japonya veya Endonezya'yı fethedemeseler de, Çin'in gemi inşa geleneğine katkıda bulundular.

Çinliler sadece gemileri ile dünyanın en gelişmiş değildi, aynı zamanda denizcilik tekniklerinde de öylelerdi. 12. yüzyılda, denizciler daha önce tören ve dini amaçlar için kullanılan mıknaatıları yön bulmak için kullanmayı öğrendiler; 1111 ve 1117 arasında yazılan *Phing-Chou Kho T'an* adlı anonim bir çalışma şöyle açıkladı: "Geminin kaptanları kıyıların yapılandırılmasıyla tanıştı; geceleri yıldızlar, gündüzleri ise güneş yön verir. Karanlık havalarda, güneyi işaret eden iğneye bakarlar." (1) Gittikleri yönü bilmenin yanı sıra, denizcilerin karayla ilgili olarak nerede olduklarını bilmeleri gerekiyordu. Onlara yardım etmek için, kıyıları, nehirleri ve adaları olan kıyıların ana hatlarını gösteren deniz haritaları çizdiler. İlk olarak, bu tablolar bir gemiden görüldüğü gibi sahil resimlerine benziyordu, ancak yavaş yavaş sahiller, adalar ve limanların daha doğru olduğu haritalar haline geldiler.

1368'de Çinli bir hanedan olan Ming, Moğolları sürgün etti. Saltanatlarının başlangıcında Ming imparatorları Çin'in Asya'nın geri kalanındaki etkisini genişletmek için istekliydiler. 1402'den 1424'e kadar hüküm süren İmparator Yongle, özellikle denizcilik ve deniz kuvvetleri konularıyla ilgileniyordu. 1405'te Hint Okyanusu çevresindeki ülkelere seferler göndermeye karar verdi. Onlara önderlik etmesi için, babası ve büyükbabası Mekke'ye hac ziyareti yapmış olan Çinli bir Müslüman denizci olan Zheng He'yi atadı. Zheng He'de ilk defa 27.000 erkek taşıyan 317 gemi vardı. "Hazine gemileri" 400 fit uzunluğunda ve 160 fit genişliğinde, şimdiye kadar yapılmış en büyük ahşap gemilerdi. Onlara birlikler, atlar ve içme suyu için savaş gemileri ve nakliye araçları eşlik etti. Vietnam, Endonezya ve Hindistan'ı ziyaret ettiler. Daha sonra keşif gezileri Arabistan ve Doğu Afrika'ya

gitti ve Çin'in güçlü imparatoruna saygı duymaya gelen yabancı devlet adamlarının yanı sıra Kenya'daki Malindi hükümdarından bir zürafa gibi egzotik hediyeler getirdi.

İmparator Yongle altıncı seferinden sonra 1424'te öldü. Halefi İmparator Hongxi'nin tahta çıkar çıkmaz yaptığı ilk şey, gerçekleşecek tüm seferlere bir son vermektir. Vefatından dokuz ay sonra, İmparator Xuande 1432-1433'te yabancı devlet adamlarını evlerine geri götürmek için son bir sefer emri verdi.. Kısa bir süre sonra hükümet donanmasını parçaladı. 1500 yılında, ikiden fazla direği olan gemilerin inşa edilmesini yasakladı ve 1525 yılında tüm gemilerin imha edilmesini emretti. Çin içeriye döndü ve okyanusları yabancılara bıraktı.

Bunun neden olduğu hâlâ bir gizemdir. Getirilen açıklamalardan biri; keşiflerin çok maliyetli olduğu ve hükümetin diğer projeler için fona ihtiyacı olduğudur. Moğolistan'ın göçebe savaşçılarından büyük ölçüde korkan Ming, 16 yüzyılın başlarında yapımına başlanan Çin Seddi'ni genişletti ve tamamladı. Yeni başkentleri Pekin'de büyük bir saray, bina ve bahçe kompleksi olan Yasak Şehir'i inşa ettiler. Ayrıca Büyük Kanalı, Yangzi Vadisi ile Kuzey Çin arasındaki hayati tahıl ticaretinin korsanlar veya fırtına korkusu olmadan yıl boyunca akmasını sağlayan derin kanal havuzları ve su depoları ile donattılar. Bundan sonra, Çin artık okyanus gemilerine veya pahalı seferlere ihtiyaç duymadı.

Gemi inşasının ve denizciliğin merkezi hükümet tarafından kontrol edildiği Çin'in aksine, Hint Okyanusu denizciliği tüccarların ve küçük devletlerin elinde idi. "Arap yelkenlisi" adı verilen Hint Okyanusu'na bakan gemilerin çoğu, İran, Mısır veya Arabistan'dan gelen Müslüman denizciler tarafından yönetiliyordu. Gövdeleri, hindistancevizi fıçıları ile birlikte dikilmiş ve iç kaburgalarla takviye edilmiş Hint tik ağacından yapılmıştır. Bu, onarılması için bir kumsalda sürüklenmesi gereken çivilerle birlikte tutulan gemilerin aksine, onları denizde esnek olmalarına ve su üstünde onarıma izin veren yapılar haline getiriyordu. Laten adı verilen direğe açılı olarak monte edilen üçgen yelkenleri, rüzgâra açılı olarak gitmelerine izin veriyordu, ancak yön değiştirmelerini zorlaştırıyordu.

Hint Okyanusu'nda seyrüsefer diğer denizlerden daha basitti. Muson denilen mevsim rüzgârları yaz aylarında Asya'ya yaklaşıyor, kışın ise Asya'dan uzaklaşıyordu. Denizcilik demek, doğru rüzgârı beklemek ve ardından sizi gideceğiniz yere götürmesine izin vermek demektir. Her gidiş-dönüş bir yıl sürüyordu. Denizciler enlemlerini, 11. yüzyılda İran'da ufkun üzerindeki açıları ölçmek için kullanılan bir alet olan usturlap ile yıldızları görerek belirlediler. Denizcilerin Kuzey Yıldızı'nı göremediği ekvatorun güneyinde, yılın her günü için Fars gökbilimci Harizmi ve diğerlerinin çalışmaları üzerine, öğlen güneşin açısını veren bir sapma tablosu kullanılarak, öğlen güneşin yüksekliğini ölçerek enlemlerini hesapladılar.



Gezegenlerin hareketlerini incelemek ve burçları hesaplamak için kullanılan bir Yemen usturlabı. Daha küçük dairenin üstündeki işaretçi güneşle hizalandığında, alet enlemi ölçer ve böylece günün saatini hesaplar. Metropolitan Sanat Müzesi.

Akdeniz'deki denizciler, Hint Okyanusu'nda karşılaşılanlardan farklı bir dizi sorunla karşı karşıya kaldılar. Akdeniz'in ılık aylarda değişken meltemleri, kışın ise fırtınaları vardır. Eski zamanlardan beri, Akdeniz gemi üreticileri savaş için kadirgalar (kürekli uzun tekneler) ve kargo için yavaş yelkenli gemiler inşa ettiler. 14. yüzyılda, Venedikliler hem yelkenliler hem de kürekçiler tarafından desteklenen "büyük kadirga" gemileri inşa ediyorlardı. Ortadoğu ve Güney Avrupa arasında kumaş, tahıl, metal eşya veya baharat gibi kargo taşıyabilecek kadar büyüklerdi ancak Akdeniz dışındaki uzun yolculuklar için uygun değillerdi.

Avrupa'nın fırtınalı Atlantik tarafında kargo taşımak için, Kuzey Avrupa gemi üreticileri, büyük bir kare yelken taşıyan tek bir direk ile dişli, yuvarlak ve tıknaz (fıçı tipli) bir gemi yarattı. Çarklar sadece rüzgâr dalgası ile yelken açabilirdi ve manevra yapmak zordu ancak çok fazla yük taşırlandı. Yüksek duvarları onları çarpmalara ve saldırılara karşı korudu. 15. yüzyılda, İspanyol ve Portekizli gemi yapımcıları, dünyadaki herhangi bir okyanusta gezinebilen karavela adı verilen bir tekne üretmek için kadirgaların ve çarkların en iyi özelliklerini birleştirdiler. Gövdesi, tahtaların kenardan kenara çivilenmiş bir kiriş ve kaburga iskeletine sahipti, bu da onu sağlam ama ucuz hale getirdi. Ana direğin yanı sıra, bir kare yelken ve kış tarafında üçgen yelken olan bir mizana direği vardı. 13. yüzyılda bir bodoslama dümeninin eklenmesi, ona herhangi bir rüzgârda manevra yapabilme kabiliyeti ka-

zandırdı. Bu; da Gama, Columbus ve Magellan tarafından kullanılan gemi tipi idi. Daha büyük versiyonlar, “carrack” ve “galeon” önümüzdeki dört yüzyıl boyunca Avrupa seyrüseferlerinin dayanak noktası haline geldi.

Keşfedilmemiş okyanusa girmek, teknik bilgisi olmayan ya da geri dönüp dönmeyecekleri belli olmayan bir yol, denizciler için korkutucuydu. Bir dizi teknolojik yenilik, Atlantik denizciliğini engelleyen belirsizlik sisini yavaş yavaş kaldırdı. 1190’da *De naturis rerum* adlı kitabında bir pusuladan bahseden ilk Avrupalı, keşiş Alexander Neckham’dı. 13. yüzyılın sonlarında Akdeniz’de ve Ortadoğu’da yaygın olarak kullanılıyordu. Bulutlu gökyüzünün sonbahar ve kış boyunca denizciliği uzun süre engellediği Akdeniz’de, gemiler artık yollarını kaybetme korkusu olmadan yıl boyunca yelken açabilir hale geldiler. En dramatik etkisi ise, bulutların yıldızları yılın çoğunda sakladığı Kuzey Avrupa sularında oldu.

Seyrüseferlerdeki bir başka atılım, Kuzey Atlantik Okyanusu’ndaki rüzgâr modellerinin keşfiydi. Lizbon’un güneyinde, 40. paralelde, ticaret rüzgârları (ticari gemiler için önemlerinden dolayı böyle adlandırılmıştır) kuzeydoğudan güneybatıya, Avrupa’dan uzağa esmektedir; Lizbon’un kuzeyinde, batı rüzgârları kıtaya doğru eserek bulutlar ve yağmur getirir. 15. yüzyılın ortalarına kadar, denizciler tüccarlarla denize açıldıklarında asla geri dönmeyeceklerinden korktular. Portekiz prensi Denizci Henry için çalışan coğrafyacılar, ticaret rüzgârlarının “volta do mar” (denizden dönüş) ya da denizin büyük bir çemberini oluşturduğunu fark etti, bu da tüccarlarla yola çıkan gemilerin batıya dönmesine izin verecekti. Daha sonra, denizciler ekvatordan geçtiğinde, Güney Atlantik’te benzer bir rüzgâr çemberi buldular. 16. yüzyılda, Pasifik’teki kâşifler, biri ekvatorun kuzeyinde, diğeri güneyinde olmak üzere iki volta daha buldular. Bunu bilen denizciler, dünyanın herhangi bir su kütesine girebileceklerini ve geri dönebileceklerini düşünüyorlardı. Bu bilgi Keşif Çağı’nın kapılarını açtı.

13. yüzyıldan itibaren Avrupalılar, (İtalyanca “liman” kelimesinden sonra) portolan adlı yelken talimatları kitapları eşliğinde grafikler çizdiler ve takip eden keşif yıllarında bunları sürekli geliştirdiler. Kıyıların gözünden ve keşfedilmemiş sularda, denizciler enlemlerini belirlemek için bir yola ihtiyaç duydular. Bunu, usturlap ve kamal (enlem hesaplamaya yarayan bir alet) gibi Hint Okyanusu’nda denizciler tarafından uzun zamandır kullanılan aletleri ve yöntemleri, Kuzey Yıldızı’nın açısını ufukla ölçmek için kullanılan aletleri ve yöntemleri benimseyerek yaptılar.

1780’lerden önce denizciler enlemlerini bulabiliyorlardı ancak doğu-batı eksekindeki boylamlarını veya konumlarını belirleyemiyorlardı. Avrupa’nın enleminde, bir dakikalık boylam hatası, 20 ila 30 mil yanlış hesaplamaya neden olabilir ki bu, birçok gemi kazasına neden olan ölümcül bir hatadır. Sorunu çözmek için, 1714’teki İngiliz Parlamentosu, yarım derece veya günde üç saniye içinde boylamı

belirleme yöntemi için 20.000 sterlin (2007'de 10 milyon dolardan fazla) teklif etti. 1730'larda, bir kasaba marangozunun ve kendi kendini yetiştiren saatçinin oğlu John Harrison, saatleri sürtünmeye ve sıcaklık değişimlerine karşı bağımsız hale getirmenin yollarını buldu. İlk kronometresi, H-1, dört metre yüksekliğinde ve 75 kilo ağırlığında, çirkin bir mekanizma idi. Ayda bir saniye içinde doğru olmasına rağmen, Harrison deneylerine devam etmek için sadece küçük sübvansiyonlar aldı.

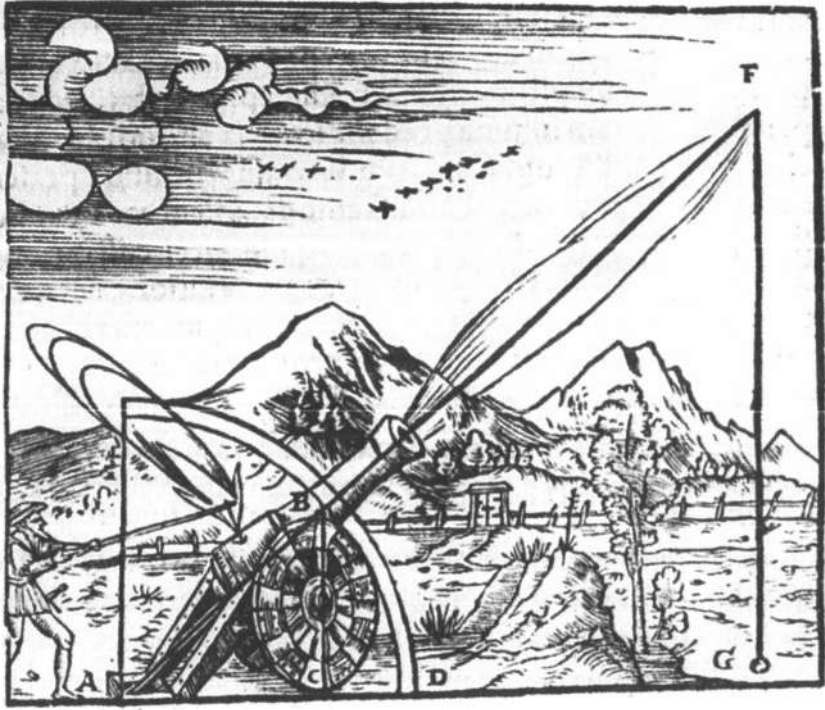
1737'den 1757'ye kadar, ikisi de denizde test edilmeyen iki saat daha yaptı. Sonunda, 1759'da başyapıtı H-4'ü Boylam Kurulu'na sundu. Jamaika'ya gidip geri gelen bir gemide test edilen H-4, 81 günde beş saniye kaybetti; 1714'te Parlamento tarafından belirlenen gereklilikleri aşan bir doğruluk. Bununla birlikte, kurulun bir üyesi olan Astronom Royal Nevil Maskelyne, ay mesafeleri adı verilen başka bir boylam bulma yöntemi tasarladı ve Harrison'ın ödülün tamamını almasını engelledi. Uzun zamandır saatlerle ilgilenen Kral III. George, Harrison'ın oğlu William'a şunları söyledi: "Tanrı tarafından Harrison, sizi haklı göreceğim!" (2) Son olarak, 1773'te 83 yaşında ölümünden üç yıl önce Harrison, ödülünün geri kalanını aldı. O zamandan beri gemiler, Harrison'dan esinlenerek, deniz kartografisini bilimsel bir temele oturtan ve denizciliği her zamankinden daha güvenli hale getiren kronometreler taşıdı.

1300'den sonra dünyayı değiştiren ikinci teknik yenilik baruttu. 9. yüzyılda, Orta Asya'dan ölümsüzlük iksiri arayan Budist rahipler, kükürt, odun kömürü ve güherçile (potasyum nitrat) kombinasyonlarını denemeye başladı. İlk karışımları boşa çıktı ve dumanlandı ancak patlamadı. Sonraki dört yüzyıl boyunca, Çinli kimyagerler ateşli atıcılar, ateşli silahlar ve roket güdümlü oklarda kullanılmak üzere yangın çıkarıcı karışımlar oluşturdular. 13. yüzyılda bombalarda ve el bombalarında kullanılabilecek patlayıcı bir karışım yapmayı öğrendiler. Alev-atıcılarının itici gücüne taş, çanak çömlek, demir veya cam parçaları eklediler. Bu, ateşli silah bulundurma'nın hangi toplumların başkaları üzerinde güç sahibi olduğunu belirlediği yeni bir şiddet çağının başlangıcıydı.

Ateşli silahlar Avrupa ve Çin'de aynı anda geliştirildi. Barutu tanımlayan ilk Avrupalı, 1216'da İngiliz Katolik rahibi Roger Bacon'dı. İlkel top, büyük bir okun çıktığı dar bir açıklığı olan şişe şeklindeki kaplar 14. yüzyılın başlarında ortaya çıktı. İlk olarak, tahtadan yapılmışlar ve taş toplar fırlatmışlardı ancak kısa süre sonra silah yapımcıları demir top mermileri ve silindirik bronz varil dökmeyi öğrendiler. 1420'lerde barut üreticileri barutu pelet halinde sıkıştırmaya başladılar, bu da "corning" (salamura) adı verilen ve çok daha güçlü bir patlama yarattı.

Avrupalılar, birçok küçük devletleri ve krallıkları sık sık savaşta oldukları için değil, aynı zamanda hükümdarlar ve kaleleri manzaraya bakan büyük soylular arasındaki mücadeleler nedeniyle de heyecanla kabul gördüler. Baruttan önce,

bir kaleyi kuşatmak zor, zaman alıcı ve nadiren başarılıydı. Ancak bombardıman uçakları olarak adlandırılan büyük toplar, en kalın duvarları bile hızla parçalayabiliyordu. 1446'da Fransa kralı, Normandiya'da İngilizler tarafından el konulan kaleleri gezerek topu ele geçirdi ve onları beş ayda devirdi.



Bir Orta Çağ topçusu, barutu ateşlemek için bir çubuğun ucunda yanan bir fitil kullanır. Aristoteles'in o zamanlar yaygın olarak inanılan fizik yasalarına göre, 1561 İsviçre astronomi incelemesinden alınan çizim, top mermisinin yolunu düz bir çizgi olarak göstermektedir. HIP / Sanat Kaynağı, NY

Araplar, Avrupalılarla aynı dönemde “Çin karı” dedikleri barutu keşfettiler. Suriye askeri tarihçisi el Hasan el-Rammah, *Book of Fighting on Horseback and with War Engines* (1280) kitabında, 1290'larda Filistin'den son Haçlıları kovmak için kullanılan yangın çıkarıcı bileşikler ve roketler yapmak için talimatlar verdi. 14. ve 15. yüzyılın sonlarında Türkler Balkanlar'ı ve Arap dünyasının çoğunu güçlü kuşatma toplarıyla fethetti. Avrupa'nın çok savunulan şehri olan Konstantinopolis'i kuşatmak için, peygamber Muhammed'in adına hürmeten, 600 kiloluk bir taş top fırlatabilecek “Mahometta” adında büyük bir havan yaptılar.

İkinci günde çatlamasına rağmen, diğer Türk silahları kısa sürede şehrin duvarlarını yıkarak bin yıllık Bizans İmparatorluğu'nu sona erdirdi. 16. ve 17. yüzyıllarda Türkler, Avrupa'nın en ağır toplarıyla donatılmış en iyi ordularına sahipti. 1529'da ve yine 1683'te Viyana'nın kapılarına kadar ilerlediler. Şimdi denizasırlı yerlerdeki ilk Avrupa imparatorlukları ile ilişkilendirdiğimiz bir çağda; Avrupa halkları kendilerini fatih olarak değil, Türklerin uğruna kendilerini feda ettikleri gücün hedefi olarak gördüler.

Diğer hükümdarlar da Türk örneğini izledi, silah dökümhaneleri kurdu ve ağır top üretimi için Türk veya Batı Avrupa silah üreticilerini işe aldı. İran'da Safevi hanedanı (1501-1794) topçu bulundurarak kendini korudu. Orta Asya'dan Müslüman savaşçılar olan Babürlüler, 16. yüzyılda Hindistan'ı, diğer Hint prenslerinin ordularına karşı seferler için Türk veya Avrupa silah tasarımcılarını ve topçuları kiralayarak fethetti. "Korkunç" IV. İvan yönetiminde Rusya, top ve tüfeklerin yardımıyla Orta Asya'ya ve Sibirya'ya yayılmaya başladı. Türkler gibi, bu üç imparatorluk da başarılı oldu çünkü düşman kalelerinin duvarlarını yıkmak ve savaş alanlarındaki düşman askerlerini aşmak için top kullandılar.

Ateşli silahlar Sahra altı Afrika'ya iki farklı yolla tanıtıldı. 15. yüzyılın ortalarından başlayarak, Portekiz ve daha sonra diğer Avrupa gemileri, Batı Afrika kıyılarında köle ticareti yapmak için silah ve barut getirdi. 1591'de çölü geçen ve Songhai'nin Sudan krallığına silahlarıyla saldıran Endülüslü Judar Paşa'nın önderliğindeki Berberi ordusu daha yıkıcıydı. Yavaş yavaş, silahların kullanımı kıyılardan ve Batı Sudan'dan Afrika'nın diğer bölgelerine yayıldı ve toprakları ele geçirmek için olduğu kadar köle edinmek için de kullanıldı.

Savaş, devletler silahlandıktan sonra onları vazgeçilemez hale getirdi. Bu kurala göre, göze çarpan bir istisna vardır: Japonya. Portekizli maceracılar 1453'te iki fitilli tüfekle, barutun bir kibritle ateşlendiği silahlarla geldiğinde, Japonlar ilk kez silahlarla karşılaştı. Japon demirciler hızla bu tür silahları büyük miktarlarda üretmeyi öğrendiler. 15. ve 16. yüzyıllar, güçlü lordların ülkenin kontrolü için savaştığı Ülkelerin Savaş Çağı olarak bilinir. 1575'teki Nagashino Muharebesi'nde, 10.000'i silah taşıyan 38.000 kişilik bir ordu, kılıç kullanan samuray (veya Japon şövalyeleri) ordusunu yendi. Japonya kısa zamanda tüm Avrupa ülkelerinden daha fazla silah aldı.

Bununla birlikte, savaşların ve silahların yayılmasının ciddi sosyal sonuçları oldu. Savaşlar, silahlı zayıf eğitilmiş bir köylünün bile ne kadar cesur, iyi eğitilmiş veya pahalı bir zırhla kuşanmış olursa olsun bir samurayı öldürebildiğini gösterdi. Bu, statülerini ve kılıç taşıma hakkı gibi ayrıcalıkları olan yarım milyonluk savaşçı sınıfının konumunu tehdit etti.

17. yüzyılın başlarında Tokugawa Ieyasu ve torunları rakiplerini yendi ve askeri bir diktatörlük kurdu. 1630'larda, silah üretimi ve satışını kısıtlamaya başladılar.

Tüfekçiler sadece iki kasabada ticaretlerini uygulayabildiler. Sivillerin silah alması yasaklandı. Yavaş yavaş, hükümet ateşli silah siparişlerini azalttı; 1673'e gelindiğinde, sonraki yıllarda 53 büyük kibrit veya 334 küçük kibrit satın alıyordu. Ayrıca tüm yabancıların ve Japon halkının ölüm cezası altında yurtdışına seyahat etmesini yasakladı. Önümüzdeki iki yüzyıl boyunca hiçbir yabancı güç Japonya'yı tehdit etmedi. Ülke, dış dünyayla temastan neredeyse kesildi ve başka yerlerde meydana gelen teknolojik değişikliklere ayak uydurmak için hiçbir neden görmedi. Amerikan savaş gemilerinin Tokyo Körfezi'ne vardığı ve toplarını ateşleyerek Japonya'yı modern teknolojinin gücüyle uyandırdığı 1853 yılına kadar silahlar unutuldu.

Orta Asya yöneticileri imparatorlukları ele geçirmek için ağır toplar kullansa da, Avrupalılar özellikle gemilerde kullanılmak üzere top geliştiriyorlardı. 15. yüzyılın başlarında Atlantik'i keşfeden Portekizli karavelalar üst güvertelerine yerleştirilmiş küçük pirinç toplarla donatılmıştı. 16. yüzyılda, top güverte altına yerleştirildi ve ateş etmek için gemilerin kenarlarında lumbuzlar kesildi. Karavelalar, büyük bir top yerine her iki tarafta birkaç top taşıyordu. Savaşlarda, düşmanın yanında manevra yaparak aynı anda birkaç toptan atış yaptılar.

Vasco da Gama'nın filosu 1498 yılında Hindistan'a geldiğinde, Hint Okyanusu ticaretini uzun süre tekelleştiren Müslüman tüccarlar, Hristiyan arabulucuların pozisyonlarını tehdit ettiğini fark ettiler. Portekizliler ayrıca Hindistan ile ticaretin Müslümanları yakalamak anlamına geldiğini de anladılar. 1502 yılında, da Gama Hindistan'a döndüğünde, Hindistan'ın Calicut limanını bombalayarak yerel filoyu yok etti. Buna cevaben Türkler, yüzlerce kadirge ve 15.000 adam gönderdi ve bu sayı Portekizlilerden çok daha fazlaydı. Ancak Türk kadirgaları uzaktaki silahlı savaşlar için değil, çarpışma ve yakın mücadele için tasarlandı ve Portekizliler onları hızla Hindistan kıyılarında batırdı. Ticaret gemileri ve toplarıyla Portekizliler üç stratejik deniz üssünü ele geçirdiler: 1510'da Hindistan'da Goa, 1511'de Malaya'da Malacca ve 1515'te Basra Körfezi'nde Hormuz. Goa, üçünün arasında en önemlisiydi. Portekizli Amiral Afonso de Albuquerque, Kral Manuel'e şunları yazdı: "Goa'nın alınması, Hindistan'ı sakin ve sessiz tutuyor. Tüm kuvvetinizi ve gücünüzü sadece donanmanıza yerleştirmek aptalcaydı. Mantar gibi çürümüş gemilerde, her biri sadece dört tulumba ile su üstünde kalır. Portekiz bir kez denizde bir terslik yaşarsa, Hint sömürgelerinizin bu toprakların Krallarının acı çekmeyi seçtiğinden bir gün daha fazla dayanma gücü yoktur." (3) Bu güçlü noktalara sahip olan Portekizliler, Hint Okyanusu ticaretini kontrol ettiler, Asya gemilerine gitmek için izinler verdiler ve izin alamayanları batırdılar. Çok az toprağa sahip olmalarına rağmen, denizin barut imparatorluğunu fethettiler.

Devletler gemilerini toplarla silahlandırmakta yalnız değildi. Ticari gemiler ayrıca yağmacılara ve korsanlara karşı koruma için top taşıdılar, bir hükümetin

başka bir ülkenin gemilerine saldırmasına izin veren özel gemiler vardı. Çok fazla düşman arasında yelken açmanın tehlikeleri göz önüne alındığında, savaş gemileri, kargo gemileri ve korsan gemileri arasındaki ayrımlar genellikle bulanıktı.

Portekizliler 1517’de Güney Çin’deki Kanton’a vardıklarında silahlarının geldiğini açıkladılar. Bundan kısa bir süre sonra, bilimadamı Wang-Hong hükümete şunları yazdı: “Fo-lang-ki (yani Frenkler veya Batılılar) topçuları ve gemileri nedeniyle son derece tehlikelidir... Unutulmaz antik çağlardan beri yapılmış hiçbir silah, toplarından üstün değildir...” (4)

Bu zamana kadar Çinliler toplara ve diğer silahlara aşinaydılar ancak yeterli bronzdan yoksun oldukları için bunları Türklere veya Avrupalılara kıyasla çok daha az kullandılar. Özellikle döndürülebilen ve hedeflenebilen Portekiz toplarından ve deniz silahlarından etkilendiler. 17. yüzyılda, imparatorluk mahkemesindeki yüksek memurlar, Çin’de yaşayan Avrupalı Cizvit rahiplerinden Portekiz topları satın almalarını istedi. Cizvitlerden biri olan Adam Schall, 1640’larda Pekin’deki İmparatorluk Sarayı yakınında bir silah dökümhanesi kurdu ve işletti. Halefi Peder Ferdinand Verbiest, eski Çin bombardıman uçaklarını restore etti ve 132 tane hafif top üretti.

17. ve 18. yüzyılın sonlarında Çinliler Tibet, Moğolistan ve Orta Asya’nın bazı bölgelerini fethederek çok az ateşli silahı olan veya hiç olmayan halkları boyunduruk altına aldılar. Daha sonra, Cizvitlerin teknoloji transferi girişimlerine rağmen, Çin’in topçulara olan ilgisi azaldı. Çünkü ağır toplar Çin’in uzun süredir düşmanı olan Kuzey ve Orta Asya’nın ata binen savaşçılarına karşı işe yaramıyordu. Tüfeklere gelince, Çin hükümeti bu tür kişisel silahları savunma amaçlı kullanmanın faydasına rağmen potansiyel isyancıların ellerine geçmesinden de korkuyordu. Diğer Asya imparatorluklarının aksine, Çin hiçbir zaman barut imparatorluğu haline gelmedi.

Bu arada Avrupalı silah kurucuları teknolojiyi geliştirmekle meşguldü. Çin’in aksine Avrupa, silah yarışlarını hızlandıran savaşlarla bir dizi rakip krallığa bölündü. Deniz harp gemilerinde öncü olan Portekiz, çok geçmeden daha önce hiç silah görmemiş insanların işgal ettiği Amerika’da bir kara imparatorluğunu fetheden büyük komşusu İspanya tarafından gölgede bırakılacaktı. Her iki ülke de bitmek bilmeyen savaşları için yeterince silah üretmediğinden ihtiyaç duydukları silahları Hollanda ve İngiltere’den almak zorunda kaldılar. Bronz yapmak için bakırdan yoksun olan İngilizler dökme demiri kullanmayı denedi. İlk demir top ağırdı ve ateşlendiğinde patlama olasılığı vardı, ancak bronzdan çok daha ucuzdu. 16. yüzyılın sonlarına doğru, teknoloji gelişti ve İngiltere, özellikle gemilerde kullanılmak üzere büyük miktarlarda demir topu üretmeye başladı. 18. yüzyılın başlarında, İngiltere dünyanın en büyük ve en ağır silahlı ağına sahipti.

Avrupalıların okyanuslar arasında dolaşmasına imkân tanıyan ve uzak topraklara girmesine izin veren denizcilik ve silahlanma teknolojileri, coğrafi bilgi ve askeri işgalin çok ötesinde bir etkiye sahipti. Dünyaya açılmasının –çoğu zaman yanlış anlaşılrsa da– en önemli etkileri arasında, bitkilerin, hayvanların ve mikroorganizmaların bir yerden bir yere taşınmasında çarpıcı bir hızlanma vardı.

Dünya tarihinde, sadece birkaç düzine bitki ve hayvan evcilleştirilmiştir ancak türlerin bir yerden başka bir yere taşınması çok sık olmuştur. Bunlara tam tarih veremesek de veya emin bir şekilde adlandıramasak da, Ortadoğu’dan buğday, çavdar, sığır, koyun ve keçi, Arabistan’dan develer, Güneydoğu Asya’dan pirinç, Güney Rusya’dan atlar ve diğer birçok bitki ve hayvan Avrasya’ya ve eski zamanlarda Kuzey Afrika’ya yayıldı. Malay gezginleri 10. veya 11. yüzyılda Güneydoğu Asya’dan muz ağacını Afrika’ya getirdiler. İmparatorlukları 6. yüzyıldan 12. yüzyıllara kadar yükselirken, Hindistan’dan Mısır’a ve oradan Sicilya ve Güney İspanya’ya şeker kamışı getirdiler. Avrupa’nın Amerika’yı keşfi, dünya çapında “Kolomb değişimi” dediğimiz hastalıkların, bitkilerin ve hayvanların büyük transferini tetikledi. (5)

1493’te Karayipler’e yaptığı ikinci yolculuğunda, Kolomb, Hispaniola Adası’na yerleşmeyi planlayan İspanyolların aşına olduğu bitki tohumlarını ve örneklerini getirdi: buğday, üzüm asmaları, zeytin ağaçları, şeker kamışı ve çeşitli meyve ve sebzeler. Bazıları nemli ve tropik bölgelerde yetişemedi ancak muz, incir, kavun, lahana ve narenciye burada gelişti. Daha sonra istilacılar İspanyolların en çok verim aldıkları ürünleri –ekmek için buğday, yağ için zeytin ve şarap için üzüm– buldular ve bunlar Meksika, Peru ve Şili’de oldukça iyi büyüdü.

Bu arada, Avrupalı yerleşimciler Hintlilerin yetiştirdiği bitkileri keşfettiler: nemli tropik bölgelerde manyok, ılıman bölgelerde mısır veya Hint mısırı ve And Dağları’nda patates. Bu hammaddelerin yanı sıra, Kızılderililer kabak ve fasulye, domates ve biber, guava ve papaya ve hatta içilebilecek bir bitki yetiştirdi: tütün.

Yeni Dünya’ya gelen Avrupalılar sadece toprak veya değerli metaller aramıyorlardı. Servetleri, Karayipler, Brezilya ve Güneydoğu Kuzey Amerika’nın tarlalarında yetiştirilen mahsuller karşılığında Avrupa’dan yerleşimciler ile mamul malları ve Afrika’dan Yeni Dünya’ya köleleri taşımaktan geliyordu. Tütün ve uzun elyafli pamuklar Amerika kıtalarına özgüdür. Ama Eski Dünya mahsulleri –pirinç, çivit ve özellikle şeker kamışı– Amerika’da da belirgin bir şekilde büyüdü. Tropikal Amerika’nın şeker tarlaları; köleleri için hapisane kampları, sahipleri için altın madenleriydi.

Amerika’da Avrupalılar, bol gıda ve az avcı ile hayvanları için ideal ortamlar buldular. Domuzların yetiştirilmesi kolaydı, çünkü neredeyse her şeyi yerlerdi ve beslenmezlerse kendileri için yem yapabilirlerdi. Kaçanlar çevrelerini tahrip eden vahşi domuzlar haline geldi. Sert İspanyol longhorn ırkı olan sığırlar tropik böl-

gelerde kötü bir performans gösterdi ancak, beğenilerine açık otlaklar buldular. İlk ortaya çıkışlarından sonraki birkaç onyıl içerisinde, yarı vahşi sığırların büyük sürüsü, Kuzey Meksika ovalarını, Venezuela düzlüklerini ve Arjantin ovalarını doldurdu. İspanyollara bol miktarda et, don yağı ve post sağladılar. Bu süreçte, dışarıdan gelen hastalık sefaletlerine açlığı da katarak, Hintlilerin (yerlilerin) alanlarını geçersiz kılıyorlardı; Meksika'nın ilk başkan yardımcısının İspanya kralına yazdığı gibi: "Ekselansları, sığırlara izin verilirse Hintlilerin yok edileceğini fark etsin." (6)

İspanyolların gururu atlarıydı. Çoğu göçmenin selamladığı Güney İspanya, sığır çiftliklerini ve sürüleri yöneten Caballeros (kovboyalar) ülkesiydi. İspanyol atları Kızılderilileri aşmak için silahlarından, kılıçlarından ya da İncillerinden daha fazlasını yaptı. 16. yüzyılın ortalarında, Meksika ve Şili çiftliklerinden birkaç at kaçtı veya çalındı. Açık otlaklarda büyüdüler ve çoğaldılar. Bazıları Kızılderililer tarafından yakalandı ve evcilleştirildi. Bir zamanlar yürüyerek, avlanarak güvencesizce yaşayan Hintliler, bir kez ata bindiklerinde 300 yıl boyunca Avrupalıları körfezde tutan vahşi savaşçılara dönüştüler.

Eski Dünya bitkilerinin ve hayvanlarının Yeni Dünya'ya transferi Avrupalılar için bir nimet, Afrikalılar için bir lanet ve en iyi ihtimalle Hintliler için hem nimet hem de lanetti. Bununla birlikte, Yeni Dünya'nın karşılığında verdiği şey, Eski Dünya halkları için neredeyse tamamen yararlıydı.

Kolomb değişiminden önce, tropikal Afrika'nın ovalarında çok az ürün iyi yetiştirdi ve yağmur ormanlarında neredeyse hiç yetişmezdi; sonuç olarak, orada çok az insan hayatta kalabilirdi. 16. yüzyılda, Portekiz, Afrika'ya iki Amerikan bitkisi tanıttı: ovalarda iyi yetişen mısır ve yağmur ormanlarında bile, neredeyse her türlü sıcak iklimde yetişen bir yumru kök olan manyok. Birlikte, Afrikalıların besinlerinin büyük bir kısmını sağladılar.

Ayrıca Eski Dünya tahıllarının yetersiz büyüdüğü topraklarda ve iklimlerde bile gelişebilen darı Avrupa'ya da geldi. Birkaç yüzyıl boyunca, Avrupalılar onu sadece hayvanlar için iyi olduğuna inanarak küçümsediler. Fakat yavaş yavaş, Güney Avrupalılar bunun için bir tat geliştirdiler. Aynı durum Kuzey Avrupa'daki patates için de geçerliydi. 18. ve 19. yüzyılın başlarında, İngilizler sadece patatesleri neredeyse başka bir şeyi dışlamak için yetiştiren Büyük Britanya'nın en fakir sakinleri olan İrlandalılar için uygun görüyorlardı. Dönüm başına diğerlerine göre daha fazla verim sağlayan bu bitki, bir yıkım mahsulleri mahvettiğinde ve İrlanda nüfusunu yarıya indirdiğinde İrlanda halkının 1840'lara kadar hızla çoğalmasını sağladı. Bu felakete rağmen, patates artık Kuzey Avrupalıların beslenmesindeki ana besin kaynağını oluşturmaktadır.

Asya halkları da Amerikan gıda ürünlerinden yararlanmıştır. Çin ve Hindistan'da, pirinç tarlalarına dönüştürülemeyen toprağın, darı yetiştirmeye uy-

gun olduğu kanıtlanmıştır. Aynı şey Endonezya'daki manyok için de geçerlidir. Yeni Dünya ekinleri sadece daha fazla besin ve daha çeşitli bir beslenme sağlamakla kalmadı, aynı zamanda farklı ekolojik nişleri işgal etti ve bir kuraklık veya vebanın geleneksel temel gıda maddelerine zarar vermesi durumunda bir tampon sağladı.

Sonuçta, insan türünün daha bol yiyeceğe sahip olmasını bir fayda olarak kabul edersek, Kolombiya borsası kesinlikle dünya tarımının besin çıktısını ve dolayısıyla destekleyebileceği insan sayısını artırdı. Dünya nüfusunun 1500'de 425 milyondan 1600'de 545 milyona (yüzde 28 artış), daha sonra 1700'de 610 milyona (yüzde 12 daha fazla) ve daha sonra 1800'de 900 milyona (yüzde 48 sıçrama) büyüdüğü tahmin edilmektedir. Ve hâlâ artmaktadır. Bunların hiçbirisi Eski Dünya ile Yeni Dünya arasında bitki ve hayvan değişimi olmadan mümkün olamazdı.

Barut ve pusula gibi, kâğıt da Çin'de ortaya çıktı ve Ortadoğu'ya yayıldı ancak en büyük etkisi Avrupa üzerinde oldu. Birkaç yüzyıl boyunca, Çinliler duvar yosunu, bambu veya dut ağaçlarının kabuğundan kâğıt yaptılar ve bunu kıyafetler, pervaneler, şemsiyeler, tuvalet kâğıdı ve hatta zırh için bile kullandılar. Haşıl adı verilen bir nişasta kaplaması pürüzsüz olmasını sağladı ve böylece yazı yazma için de yararlı bir ürün oldu. Song hanedanlığı ile basım yaygınlaştı ve kâğıt fabrikaları yılda milyonlarca sayfa üretmeye başladı.

751'de Orta Asya'daki bir savaşta esir düşen bazı Çinli kâğıt yapımcıları sırlarını Araplara açıkladılar. Kâğıt yapımı 793'te Arap dünyasının en önemli şehri Bağdat'a ulaştı. 9. ve 10. yüzyıllarda Arap İmparatorluğu ticari refahı, kültürel ve teknolojik yaratıcılığının zirvesindeydi ve kitap ticareti filizlenmeye başladı. 900 yılında Bağdat'ta 100'den fazla kitapçı vardı.

Avrupa, 13. yüzyıldan önce kâğıdı kabullenmekte yavaş kaldı çünkü Ortadoğu'ya kıyasla burada daha az insan eğitim görmüştü ve bu ihtiyaçları koyun derisinden yapılan parşömenlerle karşılanabilirdi. İspanya'daki ilk kâğıt fabrikası 12. yüzyılın başlarından kalmadır. İtalya, Fransa ve Almanya'da kâğıt üretimi yüz yıl sonra başladı. 14. yüzyılda, daha fazla Avrupalı okumayı ve yazmayı öğrendikçe, parşömen maliyeti fahiş oldu. Okulların ve üniversitelerin artan talebine cevaben, tüm Avrupa'da kâğıt fabrikaları yükseldi.

Kâğıt gibi, baskı da Çin menşeliydi. Bir sayfanın bir tahta bloğa oyulduğu tahta basma kalıbı, 8. veya 9. yüzyılda başladı ve 10. yüzyılda yaygınlaştı. Cizvit papazı ve 1583'ten 1610'a kadar Çin'de yaşayan matematikçi Matteo Ricci, Çin tahta basma kalıbını şöyle anlattı:

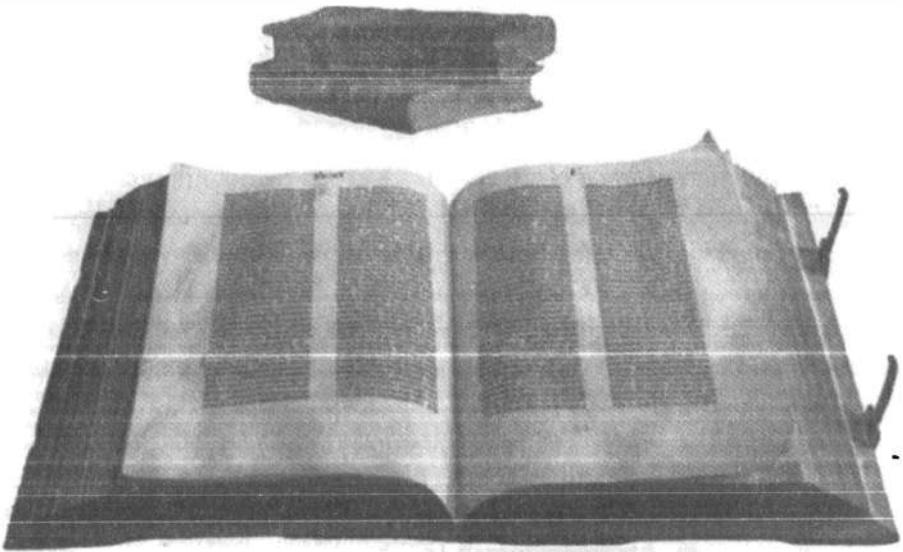
Basılı kitap yapma yöntemleri oldukça ustaca. Metin, ahşap bir tablete ters çevrilmiş ve yapıştırılmış bir kâğıda, çok ince saçlardan yapılmış bir fırça ile mürekkeple yazılmıştır. Kâğıt iyice kuruduğunda, karakterleri taşıyan ince bir dokudan başka hiçbir şey ahşap tablet-

te kalmayınca kadar yüzeyi hızla ve büyük bir beceriyle kazınır. Daha sonra, bir çelik oymacı ile işçi, karakterlerin ana hatlarını takip ederek yüzeyi tek başına alçak kabartmada öne çıkıncaya kadar keser. Böyle bir bloktan, yetenekli bir yazıcı inanılmaz bir hızla kopyalar çıkarabilir ve tek bir günde beş yüz kopya çıkarır. (7)

1045 yılında, Bi Sheng adında halktan biri, balmumu ile demir bir çerçeveye tutturulmuş hareketli tip, bireysel seramik karakterler icat etti. Çin'in her keli-menin farklı bir karakterle temsil edildiği ideografik bir alfabesi olduğu için, bir matbaa kurmak büyük bir yatırım gerektiriyordu, sadece çok büyük baskılar için gerekliydi. Tahta oymacılar, ne anlama geldiğini bilmeden yazdırılacak sayfanın resmini çoğaltabilirlerdi ancak yazıcıların karakterleri doğru bir şekilde monte etmek için okuryazar olmaları gerekiyordu. 13. yüzyılda Koreliler metal türü kullanmaya başladılar çünkü hangul adı verilen alfabe düzenine çok uygunlardı. Çin, Çince yazıda binlerce karakteri yapma, saklama ve alma zorluğu nedeniyle 19. yüzyılın sonlarına kadar tahta baskı kullanmaya devam etti.

Yeni teknolojinin ilk kullanımlarından biri para basmaktı. Song hanedanlığı 1024'te kâğıt para getirdi çünkü Çin'in büyüyen ticari ekonomisi için yeterli gümüş ya da bakır yoktu. Kâğıt para, hükümetlerin vergilerde aldıklarından çok daha fazla harcama yapmalarına izin verdi. Savaş zamanında (ve Song genellikle savaş-taydı) bu tür harcamalar, yüksek enflasyona neden oldu. Matbaa, 18. yüzyıldan önce Çin'i dünyanın en bürokratik toplumuna dönüştürdü. Çin hükümeti paranın yanı sıra, resmi kararname ve tıp, eczane, tarım, matematik, savaş ve diğer yararlı konularda el kitapları bastı; örneğin, *Essentials of Agriculture and Sericulture* (1273), arazi sahiplerine dağıtım için her biri 1.500 kopyadan oluşan iki baskı halinde yayınlanmıştır. Ticari matbaacılar, devlet dairesine giriş sınavlarına girmek isteyen akademisyenler için takvimler, dini broşürler, romanlar, notalar ve alıştırma kitapları yayınladı.

Avrupalılar 14. yüzyılda kumaş basmak ve 15. yüzyılda dini görüntüler ve oyun kartları basmak için oyulmuş tahta bloklar kullanıyordu. 1453'te Johannes Gutenberg, Çin'den bağımsız olarak hareketli metal türü icat etti. Bu yöntem, özellikle resimli tahta blokları ve hareketli yazıları aynı sayfada birleştirmek için bir yöntem bulunduktan sonra, alfabetik yazılara mükemmel bir şekilde uyuyordu. Baskı hızla yayıldı; 1500 yılına gelindiğinde 236 kasabada matbaalar vardı. 1500'den önce yirmi milyon ve sonraki yüzyılda 140 ila 200 milyon arasında kitap basıldı. Gutenberg'in *İncil*'ini kısa süre sonra Latin ve Yunan klasikleri ve 16. yüzyılın başlarında dini risaleler izledi. Matbaanın, Avrupa toplumunu dönüştüren Rönesans, Reform ve bilimsel devrim üzerinde büyük etkisi oldu.



Hareketli yazı tipiyle basılan ilk büyük kitap olan Gutenberg İncili, 1450'lerin ortalarında Johann Gutenberg'in Mainz matbaasından geldi. Dökme metal türü kullanılarak muhtemelen bir şarap presinde modellenmiş ahşap bir pres üzerine basılmıştır. El yapımı kâğıt İtalya'dan ithal edildi. Kongre Kütüphanesi LC-USZ62-51844 ve LC-USZ62-87341

Kâğıdın yüzyıllardır kullanıldığı Ortadoğu'da baskı, dini nedenlerle ertelendi. 14. yüzyılda, Müslüman dini yetkililer, peygamberleri Muhammed'in sözlerini içeren Kur'an'ın aslen elle yazıldığı gerekçesiyle matbaayı yasakladı. 1706 yılına kadar Türkler yerli Hristiyanların matbaa kullanmalarına izin vermedi ve 1720'lere kadar Türkçe baskı yasağı hafiflemedi.

Bu teknolojiler (gemiler ve denizcilik, silah, kâğıt ve baskı) her yerde kabul edilmedi ve etkileri her yerde aynı değildi. Bunun yerine, bir medeniyeti, Avrupa'nın medeniyetini diğerlerine tercih ettiler. Deniz ve askeri teknolojileri sayesinde Avrupalılar varlıklarını 15. yüzyılın sonlarından itibaren dünya çapında hissettirdiler. Bir zamanlar en yenilikçi medeniyet olan Çin, teknolojisinin Avrupa'nın gerisinde kaldığını gördü. Aynı şekilde Ortadoğu'da da teknolojik yeniliklerin hızı yavaşladı. Birbirleriyle sık sık temas halinde olan kültürler arasındaki bu farklı teknolojik değişim oranlarını nasıl açıklayabiliriz? Tarihçilerin cevaplaması en zor sorularından biri budur.

Asya'daki yenilik oranı neden yavaşladı? Cevap basit: Moğollar. Bu göçebe çobanlar, erken çocukluktan itibaren at sırtında savaşmak üzere eğitildi. Ayrıca en etkili silahları ve taktikleri benimsemede ve yerleşik komşuları arasından yetenekli teknisyenleri işe almakta hızlıydılar. 1220'den 1260'a kadar, tarihte daha önce gelmiş herhangi bir imparatorluktan daha hızlı bir şekilde hem Ortadoğu'yu hem de Çin'i fethettiler. Ve gittikleri her yerde, şehirleri yağmaladılar ve yaktılar, yüzbinlerce esiri öldürdüler, sulama sistemlerini tahrip ettiler ve bir zamanlar verimli olan arazileri mahvettiler.

Kısa ama yıkıcı Moğol döneminden sonra, bir zamanlar parlak ve yenilikçi olan Arap medeniyeti temkinli ve muhafazakâr hale geldi. Müslüman din adamları mekanik saatler ve baskı gibi yeniliklere direndi. Moğollardan sonra Ortadoğu'yu kontrol eden Türkler, 18. yüzyılın sonlarına kadar kara savaşındaki ilerlemeleri takip ettiler, ancak denizcilik gemi inşa ve metalürjisini ihmal ettiler ve tarımsal yeniliklere çok az ilgi gösterdiler.

Batılılar bugün teknolojik inovasyonu ekonomik büyümenin anahtarı, yükselen bir yaşam standardı ve ulusal güvenlik olarak görüyor. Çinlilerin farklı bir deneyimi vardı. Song hanedanlığının olağanüstü yenilikleri ve canlandırıcı ekonomisi onları Moğollardan koruyamadı. Yenilgilerden sonra Çin, yönetimde yardım eden Marco Polo gibi, başka yabancıları da ülkeye getiren yabancı insanlar tarafından yönetildi. Ming, Moğolları 1368'de kovduktan sonra, Çinliler teknolojik yenilikleri ve yabancı fikirleri yenilgi ve aşağılama ile ilişkilendirmeye başladı.

Elbette, Moğollar gönderildikten sonra, tamamıyla bir Çin rejimi olan Ming hanedanlığı seferlerini hızlandırdı. Ama bu İmparator Yongle'un kişisel projesi idi ve halefleri tarafından hızla tersine döndürüldü. Çin'in, sözü kanun olan tek bir

hükümdarı olduğu için Çin teknolojisinin tarihi, özellikle tahtta oturanın kaprislerine karşı hassastır.

İmparatorluklarını yönetmek için Ming hükümdarları, klasik Çin kültüründe sınavları geçerek pozisyonlarını alan yüksek memurlar atadılar. Askeri liderleri zar zor tolere ettiler ve teknolojiyle en çok ilgilenen insanlar olan tüccar ve esnafları hor gördüler. Silah yapmak için ülkede uzun zamandır yaşayan Cizvitlere güveniyorlardı ancak Çin silah endüstrisinin, bu tür silahların isyancıların eline düşebileceğinden korktuğu için gelişmesine izin vermek konusunda isteksizlerdi. Avrupa saatlerine hayranlık duyuyorlardı; ancak zamanı anlatan aletler olarak değil dekoratif öğeler olarak. Saygı duydukları tek Batılı teknolojiler, takvim yapmaya yarayan astronomi ve sulama sistemlerini çalışır durumda tutmak için hidrolik mühendisliği idi. En önemli teknoloji olan tarımda, iyileştirmeler emek tasarrufu sağlayan aletlerden değil, daha fazla emek ve daha fazla beceri eklemekten kaynaklanmıştır. Yine de 18. yüzyılın ortalarına kadar Çin, herhangi bir Avrupa ülkesi kadar müreffeh değildi. İcatlar az olmasına rağmen, tanıdık teknolojiler her zamankinden daha ustaca uygulandı ve yaşam standartlarını yükseltti. Refahın teknolojik yeniliklerden geldiğine dair Batılı fikir, tarihinin bu döneminde Çin için geçerli değildir.

Japonların silah gibi yabancı teknolojilerdeki deneyimi, belki de Japonya hiçbir zaman Moğollar tarafından işgal edilmediğinden, diğer toplumlardan, hatta yakın komşusu Çin'den bile farklıydı. Örneğin Japon evleri uzun ömürlü olmadı, ancak bir yangın ya da depremden sonra yenilenebilir malzemelerle kolayca değiştirilebildi: ahşap kirişler ve zeminler, sürgülü kapılar ve kâğıtla kaplı pencereler ve sazdan çatılar. 1880'lerde Japonya'yı ziyaret eden İngiliz Hugh Wilkinson, bulduğu inşaatlar ve mobilyalar karşısında hayrete düştü: "Sadece ince bir iskeletli ahşap ev, duvarlar için en ince ahşaptan paravanlar ve kâğıt duvarlar ... Mekânın tefrişatı kesinlikle çok az maliyetli olabilirdi; konfor düşüncelerimize uygun olduğu da söylenemez. Sandalye veya masa yok; odaları ne yataklar, ne lavabolar, ne şifonyerler, ne lavabolar, ne yansıyan camlar (yani aynalar) dolduruyordu." (8)

Kentsel sağlık işlerinde Japonya, 19. yüzyılın sonlarına kadar dünyanın geri kalanından çok ilerideydi. 18. yüzyılın başlarında, Edo (şimdi Tokyo) şehri Londra'nın iki katı insanla dünyanın en büyük şehriydi ancak koşullar daha sağlıklıydı. Japonya'ya hükmeden şogunlar, kentin bol miktarda tatlı su kaynağı olduğunu gördü. İnsan atıkları Avrupa'da olduğu gibi asla oluklara, akarsulara veya foseptiklere akıyordu, aksine onları çiftçilere gübre olarak satan tüccarlar tarafından toplanıyordu. Dahası, Japonlar Avrupa'da bu tür uygulamaların duyulmadığı bir zamanda her gün banyo yapmaya ve kıyafetlerinin düzenli olarak yıkanmasına alışkındı. Sonuç olarak, insanlar daha az salgın yaşadı ve diğer toplumlardan daha uzun bir yaşam süresine sahipti.

Bu, Avrupa'nın teknolojik yaratıcılığı sorusunu öne çıkarır. Sebebi kısmen tarihin tesadüfleridir. 1241'de Moğollar, Büyük Han Ögeday'ın öldüğü ve tüm komutanların halefinin seçilmesi için Moğolistan'a geri dönmeleri gerektiği haberi geldiğinde Batı Avrupa'yı istila etmek üzereydi. Batı Avrupa, Ortadoğu'yu ve Çin'i harap eden barbarlardan kaçtı.

Avrupalılar için teknolojik yenilikler anında olumlu geri bildirimler sağladı. Araplar ve Hint Okyanusu'nda seyreden diğerleri, Zanzibar'ın güneyine gitmeye asla cesaret edemediler çünkü orada hiçbir şey bulamadılar. Benzer şekilde, Doğu Asyalılar Pasifik'i keşfetmeye pek ilgi göstermediler çünkü Asya ve Endonezya ürünleri tüm ihtiyaçlarını karşılamıştı. Buna karşılık, Portekizliler ve İspanyollar baharat ve kıymetli metaller arayarak okyanuslara yöneldiler, onları buldular ve daha fazlası için geri geldiler.

Avrupalılar, kıtalarının birçok rakip devlete bölünmesinden de yararlandılar. Bunlardan biri kilit teknolojide geride kaldığı anda, diğeri hızla yerini aldı; Hollanda'nın İspanyol ve Portekiz'den daha iyi gemiler inşa ettiği 16. yüzyılda ve İngilizlerin dökme demir top yapmayı öğrendiği 17. yüzyılda olan buydu. Avrupa devletleri asla Asya imparatorlukları kadar otoriter değildi, çünkü şehirler ve tüccarlar her zaman önemli miktarda zenginliğe ve bağımsızlığa sahipti ve birbirleriyle rekabet halindeydiler. Hükümdarlar ve danışmanları, teknolojik yeniliklere diğer uluslarla rekabette güçlerini ve zenginliklerini artırmanın bir aracı olarak saygı duymayı (hatta teşvik etmeyi) öğrendiler.

1300'den 1800'e kadar olan dönemin önemli olayları, dünyanın tüm bölgeleri arasındaki keşifler ve temaslar, kilit teknolojik yeniliklerin hem nedenleri hem de sonuçlarıydı. Bunların şaşırtıcı bir kısmı Çin'de doğdu ve önce İslam dünyasına sonra Avrupa'ya yayıldı. Ancak 15. yüzyılda Çin ve İslam'ın teknolojik yaratıcılığı yavaşlarken Avrupa teknolojisi, Avrupa toplumunun rekabetçi doğası ve önceki yeniliklerden gelen olumlu geri bildirimler sayesinde hızla değişiyordu. Bu özellikle denizcilik ve askeri teknolojiler, denizcilik, keşif ve ticaretle en yakından bağlantılı teknolojiler için geçerliydi. Aynı zamanda bitkiler, hayvanlar, kâğıt-baskı ve diğer birçok yenilik için de geçerliydi. 1800'den önce, yeni teknolojiler birkaç toplumu (denizde ve Amerika'da Avrupalılar, Ortadoğu'daki Türkler, Balkanlar ve Hindistan'da Babürler) kullandı ve başkalarının pahasına güçlenmelerine izin verdi. Ancak dünyanın büyük imparatorlukları arasındaki farklı değişim oranları Avrupalılar ve rakipleri arasındaki boşluğu genişletti. 1800'den sonra, daha hızlı teknolojik değişim dünyayı daha da tersine çevirdi.

6. Bölüm

İlk Sanayi Devrimi (1750-1869)

1 765 yılında, küçük bir grup insan ayda bir kez İngiltere Birmingham’da toplanmaya başladı. Kendilerini Ay Toplumu olarak adlandırdılar çünkü dolunay zamanları akşamları bir araya geldiler, böylece toplantı sonunda cvlcrcinin yolunu kolaylıkla bulabiliyorlardı. Bunların arasında demir üreticisi Matthew Boulton, çömlek yapımcısı Josiah Wedgwood, kimyager Joseph Priestley, bilimsel alet yapımcısı James Watt ve doğa bilimci Erasmus Darwin vardı. Tutanak veya müzakereye dair kayıt bırakmasalar da, muhtemelen ticaret ve üretim ile bilim ve mühendislik hakkında konuştular. Bugün içinde yaşadığımız dünya on sekizinci yüzyılın dünyasından çok farklıysa, kısmen bu tür farklı geçmişlere sahip insanlar fikirlerini paylaşp birbirlerinden öğrendikleri ve Sanayi Devrimi dediğimiz radikal bir değişime katkıda bulundukları içindir.

Bugün, en azından gezegendeki insanların yarısı, endüstriyel bir dünyada yaşıyor. Satın aldığımız mallar, kullandığımız enerji, seyahat etmemiz, iletişim kurma ve kendimizi eğlendirme şeklimiz, hatta yediğimiz yiyecekler bile 200 yıl önce var olmayan makine ve süreçleri kullanan büyük kuruluşlar tarafından yaratılıyor. Sıklıkla karşılaştırıldığı Neolitik Devrim bile, insan durumunu ve dünyanın çevresini tamamen Sanayi Devrimi kadar dönüştürmemiştir.

Sanayileşmenin dört temel özelliğı vardır. Bunlardan ilki, fabrikalarda ve tarım alanlarında ve şantiyelerde yürütölen işlerde görev dağılımını sağlamaktır. İkincisi insan emeğinin yerine makineleri koymak ve üretim, nakliye ve iletişimi hızlandırmaktır. Üçüncüsü, ilk ikisinin sonucudur; yani, daha eski yöntemlere göre daha düşük maliyetle seri üretim mal sağlamak. Dördüncüsü fosil yakıtlardan mekanik enerji üretmektir.

Birçok kişi, 18. yüzyıldan çok önce Çin’de neden bir sanayi devriminin gerçekleşmediğini merak ediyor. Yüzyıllar boyunca Çin, birçok önemli teknolojiye

dünyanın geri kalanının çok ötesindeydi. Büyük çaplı makineler ve karmaşık işçilik bölgeleri kullanılarak seri üretim demir ürünleri, tekstil ürünleri ve porselenler üretiler. Tek eksikleri ucuz bir enerji kaynağıydı. Sonra Ming hanedanlığı altında inovasyonun hızı yavaşladı. Çinli hükümdarlar ve elit zümre teknolojiye olan ilgilerini yitirdiler ve saat, top gibi yabancı ülkelerden gelen yeniliklere merak ve şüphe karışımıyla baktılar. Nüfus arttıkça, emek tasarrufu sağlayan makineler daha az gerekli hale geldi.

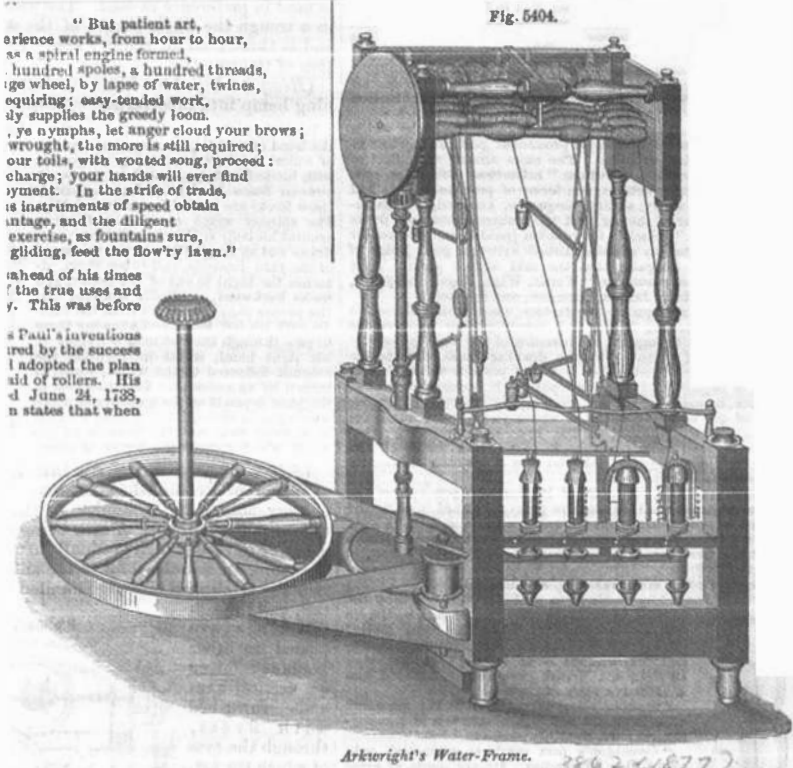
Bunun yerine sanayileşme, bol miktarda kömür, demir, bakır ve kalay yatakları olan ve taşımayı kolay ve ucuz hale getiren girintili bir sahil şeridi ve gezilebilir nehirlerle sahip bir ülke olan Büyük Britanya'da başladı. 18. yüzyıla gelindiğinde İngiltere ticaret, nakliye ve finansla ilgilenen nüfusunun diğer tüm ülkelerden daha fazla olduğu bir ticaret ülkesiydi. Vergiler ve hükümet düzenlemeleri diğer yerlerden daha az zorlayıcıydı. Toplumu yenilikçiliği, girişimciliği ve zenginlik birikimini teşvik etti. İşadamları saygındı ve servetleri sayesinde siyasete ve elit zümreye erişim sağlayabiliyorlardı. Güçlü bir patent sistemi mucitleri koruyordu. Ay Toplumu'nda olduğu gibi, teknik konulara ve farklı mesleklerdeki insanlar arasında çok fazla etkileşime büyük ilgi vardı.

Zengin çiftçiler topraklarını geliştirmeye, küçük alanları daha büyük birimlere yerleştirmeye, toprağı hazırlamaya ve daha verimli mahsul ve hayvan yetiştirmeye yönelik yeni yöntemler uygulamaya başladıkça tarım da değişiyordu. Bu süreçte, kiracı çiftçileri ve topraksız tarım işçilerini şehirlerde iş aramaya zorlayarak, büyüyen fabrikalar için düşük maliyetli iş sağladılar.

Pamuk üretimi 18. ve 19. yüzyılın başlarındaki en önemli endüstriydi, en çok değişime uğrayan ve en büyük serveti üreten endüstriydi. İngiltere'de sanayi ortaya çıkmadan önce, yumuşak, renkli kumaşlara olan talep, Hindistan'da geleneksel hizmet yöntemleriyle yapılan ince muslinlerin ithalatıyla karşılandı. Yünlü kumaş üreticilerini korumak için, İngiliz hükümeti 17. ve 18. yüzyıllarda Hint kumaşlarının ithalatını yasakladı. Bu, mucitleri İngiltere'de pamuğu işlemenin yollarını bulmaya yöneltti. Buluşları, pamuğu zenginler için bir lüksten, bugünkü ekonomik ve çok yönlü kumaşa dönüştürdü.

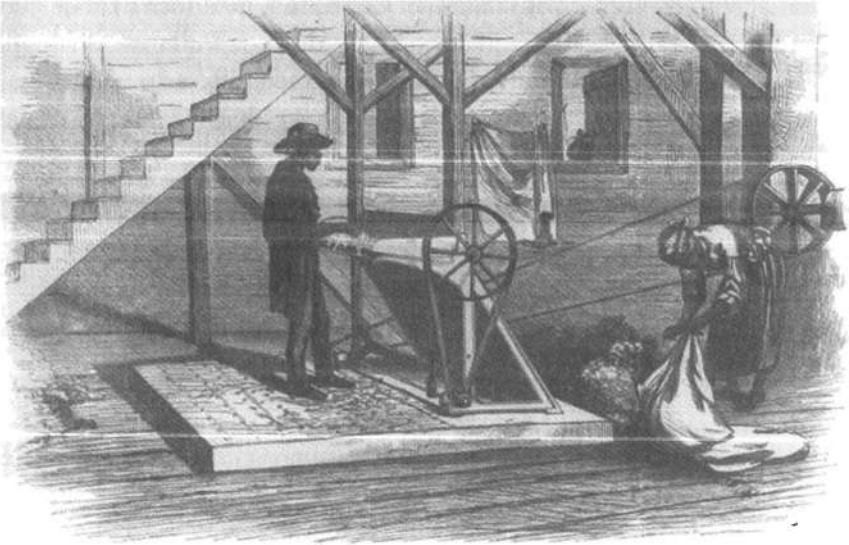
Orta Çağlardan beri Avrupalı kadınlar, bir Hint veya Ortadoğu buluşu olan dönen tekerlekler üzerinde iplik eğirmişlerdi. 16. yüzyılda tanıtılan ayakla çalışan çıkırık üretkenliklerini artırdı ancak yine de aynı anda sadece bir iplik yapabiliyorlardı. Aynı anda birkaç ipliği ören ilk makine, 1764 yılında icat edilen James Hargreaves'in eğirme makinesi *jenny*'ydi (başka bir zanaatkârın kızının adını taşıyor). Beş yıl sonra, kuaför ve girişimci Richard Arkwright, "su çerçevesi" adı verilen daha karmaşık bir makine inşa etti, su çerçevesi denmesinin sebebi ise dönmesini sağlamak için bir su çarkına ihtiyaç duymasıydı. Bu ilk makineler ucuz ama kaba

bir iplik üretti. Birkaç yıl sonra Samuel Crompton, hem ince hem de güçlü bir iplik üreten “katır” adı verilen bir makine inşa etti. Katır kullanan bir İngiliz işçi Hindistan’daki bir işçiden 100 kat daha fazla iplik üretebiliyordu



Richard Arkwright'in su çerçevesi, James Hargreaves'in eğirme makinesi jenny'den çok daha güçlü iplik üretti. Elle hareket ettirilemeyecek kadar ağırdı. Burada makinenin sol tarafında gösterilen bir su çarkı ile güçlendirildi. Resim Koleksiyonu, Şube Kütüphaneleri, New York Halk Kütüphanesi, Astor, Lenox ve Tilden Vakıfları.

Bu yenilik dalgasını, diğer buluşlar izledi. Amerikalı mucit Eli Whitney tarafından 1794'te patenti alınan çırçır, pamuk liflerini pamuk bitkisinin kozasından veya tohumundan ayırdı ve böylece güney Amerika'da yetişen kısa lifli pamuğun kullanılmasını mümkün kıldı. 1861'e gelindiğinde, Amerika'nın güneyindeki ham pamuk üretimi, 1 milyon tona veya dünya toplamının altıda birine yükselmişti. Diğer makineler lifleri temizledi ve taradı. Mekanizasyon, 1790-1812 yılları arasında iplik fiyatını yüzde 90 oranında azalttı. İplik makinelerinin muazzam üretimi, evlerinde kendi hızlarında çalışan dokumacılar için hammadde sağladı. 1806'dan sonra Edmund Cartwright'in güç tezgâhı, el dokumacılarını işten çıkarmaya başladı. Bundan sonra değirmenler hem iplik hem de kumaş üretti.



Eli Whitney tarafından 1794'te patentlenen pamuk çırçır, pamuk liflerini küçük tel kancaları olan bir ekrandan çekerek kozalardan ayıran bir alettir. Bu özellikle Güney Amerika'da üretilen pamuk kısmından ayırması zor yapışkan tohumları olan kısa pamuk lifleri için önemlidir.

Pamuğu çekici hale getirmek için ağartılması ve daha sonra basılması gerekiyordu. Pamuk geleneksel olarak altı ay boyunca güneşe ve yağmura maruz bırakılarak veya ekşi sütte bekletilerek ağartılmıştı; her iki sistem de yeni üreticilerin üretimine ayak uyduramadı. Çözüm, Fransızların öncülük ettiği bir alan olan endüstriyel kimyada yatıyordu. Pamuk endüstrisi ilk önce kumaşı ağartmak için sülfürik asit, sonra sodyum karbonat ve son olarak da klor kullanmıştır. Ağartıldıktan sonra pamuk; yün, keten veya ipekten çok daha kolay basılabilir hale geldi. 19. yüzyılın başlarında, pamuk üreticileri kitap ticaretinden bakır levha baskıyı benimsedi. Daha sonra, bir tasarıma oyulmuş silindirlerle uzun kumaş toplarına basma yöntemini tanıttılar. Sonuç, ucuz, parlak ve renkli bir kumaş olan patiska idi.

Bir buluşun tekstil endüstrisinin çok ötesinde sonuçları oldu. 1801 ve 1805 yılları arasında Fransız ipek dokumacı Joseph-Marie Jacquard tarafından icat edilen jakarlı dokuma tezgâhı, farklı renkteki ipek iplikleri kullanarak karmaşık desenleri örebiliyordu. Her deliğe örülecek ayrı bir ipliğin yerleştirildiği, üzerinde bir dizi delik olan karton kartlar ile yapılıyordu ve deliğin boş olması demek, bir sonraki kısma kadar kullanılmayacağı anlamına geliyordu. Kısacası, dijital bilgisayarların atası olan programlanmış bir makineydi.

Tekstil endüstrisi yeni bir üretim sistemi gerektiriyordu. Makineler maliyetli olduğu ve güç kaynaklarına ihtiyaç duyduğu için işçilerin bir yapıda yoğunlaşması

gerekiyordu. 1790'lara gelindiğinde mühendisler, üretim verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için değirmenlerin tasarımını ve tekerlek, kayış, şaft ve makinelerin yerleştirilmesini dikkatlice planladılar. Sosyalist yazar ve filozof Edward Carpenter şu değirmenlerden birini hatırlatır: “Beş ya da altı katlı tüm pencerelerde, karanlık bir kış sabahı ışıklarla ve yine akşamları aynı ışıklarla yaşayan büyük dikdörtgen çirkin fabrika; ve bütün gün içinde, makinelerin çarpması ve çığılığı ve hüznü duman yüklü gökyüzünün dışındaki sıcak yağ ve pamuk kokusu, pis sokakları ve kirleri örten uzun bacaların sıraları ve kilometrelerce aynı görüntü.” (1)

Tekstil endüstrisi, herkesin karşılayabileceği fiyatlarda, sayısız renk ve desende kumaş üretti. Tüketiciler fayda sağlarken, endüstrinin karanlık bir tarafı vardı, yani işçiler üzerindeki etkisi. Birçok vasıfsız işçi, ustabaşılar tarafından denetlenen birkaç yetenekli tamircinin yanında çalıştı. Britanya'nın en fakir bölgesi olan İrlanda, fabrikalardaki üretimin çoğunu sağlıyordu. Üreticiler, makinelere yatkın olan kadınları ve çocukları işe alıp onları genellikle günde 12 ile 16 saat çalıştırıyor ve yetişkin erkeklerden daha az para ödüyordu. Bir tekstil fabrikasında makine operatörü Elizabeth Bentley, iş durumunu 1831'de bir meclis komitesine açıkladı:

Ne yapmak zorunda olduğunuzu açıklar mısınız? — Çerçevesi dolduğunda çerçeveleri durdurup fitilleri çıkartıyorum ve dolu makaraları çıkartıp onları üst ruloya takıyorum ve boş olanları takıp çerçeveleri yeniden kuruyorum.

Bu seni sürekli ayakta mı tutuyor? — Evet, çok fazla çerçeve var ve çok çabuk doluyorlar.

İşin haddinden fazla mı yorucu? — Evet, başka hiçbir şeye vakit kalmıyor.

Diyelim ki biraz güçten düştün veya geç kaldın, ne yaparlar? — Kayışla döverler.

Makinelerle çalışanlar arasında sona kalanları dövme alışkanlıkları var mı? — Evet.

Sürekli mi? — Evet

Kızları ve oğlanları da mı? — Evet.

Siz hiç dövüldünüz mü? — Evet.

Birden fazla mı? — Evet.(2)

Pamuk endüstrisi ABD'de köleliği yeniden canlandırdı. Üreticiler daha fazla ham pamuk istediğinden, köle sahipleri Georgia, Alabama ve Mississippi'de yeni tarlacılık faaliyetlerine başladı. Afrika'dan gelen kölelerin ticareti 19. yüzyılın başlarında sona ermesine rağmen, köle sahipleri kölelerin sayısını artırmaya teşvik etti, böylece sayıları 1790'da 700.000'den 1850'de 3,2 milyona yükseldi. Afrika

kökenli Amerikalıların maruz kaldığı zorla çalıştırma, ırkçı şiddet ve acımasız muamele, Sanayi Devrimi'nde İngiltere'deki değirmenler kadar önemli bir rol oynadı.

Sanayileşme, pamuklu bez gibi tüketim mallarının üretiminden çok daha fazlasını içeriyordu. Diğer iki ürün –demir ve kömür– İngiltere'yi sanayi ülkesine dönüştürmek için gerekliydi. Sanayi Devrimi'nden önce bile, İngiltere dünyanın önde gelen demir topu, silah ve donanım üreticisi ve ihracatçısıydı. Demir, körük ve çekiçlere güç sağlamak için yakıt ve nehirler için ormanların yakınında bulunan küçük fırınlarda kömürle eritildi. İnşaat, gemi yapımı ve ısıtma ile birlikte, demir yapımı ormansızlaşmaya katkıda bulunarak odun fiyatının yükselmesine neden oldu. 1709'da, Coalbrookdale adı verilen bir yerde, demir dökümcü Abraham Darby demiri kok kömürü, kirliliği gidermek için pişmiş kömür, ile eritmeye başladı. Kömürün bolluğuna ve odunun yükselen fiyatına rağmen, demir üreticileri kok kömürünün bir kömür demiri ile rekabet edebilmesi için birçok teknik sorunu çözmek zorunda kaldı.

18. yüzyılda üretilen demirin çoğu, top ve pişirme kapları yapmak için kullanılan düşük maliyetli ancak kırılgan bir malzeme olan dökme demirdi. 1784'de demir işçisi Henry Cort, erimiş demirin uzun çubuklarla, karbonun büyük bir kısmı yanıp daha kolay dövülebilen ve daha esnek olan işlenmiş demir kalıncaya kadar karıştırıldığı (dünyanın en yorucu işi) yansımali fırını icat etti. Bu ve diğer yenilikler sayesinde İngiliz demir üretimi hızla arttı, 1720'de 25.000 tondan 1804'te 250.000 tona ve 1860'ta 4 milyon tona ulaştı, bu dünyanın geri kalanından daha fazla bir artışı.

18. yüzyılın sonlarından itibaren, demirin maliyeti o kadar düştü ki, daha önce hiç hayal edilmemiş kullanımlara sunulabilir hale geldi. 1779'da Darby'nin torunu III. Abraham Darby, Severn Nehri üzerinde demir bir köprü inşa etti. 1780'lerde mimarlar, ağır titreşimli makineleri desteklemek için demir sütunlu fabrikalar tasarladılar. 1800'lerin başlarında, mühendisler kirişlerin yanı sıra şaftlar, çerçeveler ve makine tekerlekleri yapmak için demir kullandılar. Madenlerde ve şantiyelerde kullanılan plakaları demirden yapmak için demir fırınlarının yanına haddehaneler kurdular. Bütün bunlar, Britanya'nın bol miktarda sahip olduğu büyük miktarlarda kömür gerektiriyordu. Kok kömürü üretmek için kömür pişirmek yanıcı gazları serbest bırakır. 1800'den sonra, bu gazlar toplandı ve mumlardan daha ucuz, daha parlak ve daha güvenli ışık sağlamak için fabrikalara ve sokak lambalarına bağlandı.

Demirin önemli bir kullanımı da yerine göre daha az odun veya kömür tüketirken daha fazla ısı veren dökme demir sobaların imalatıydı. Amerikalı Benjamin Franklin, iyileştirilmiş bir soba tasarladı –Franklin ocağı– ancak patent almayı reddetti, çünkü herkesin kullanabilmesi gerektiğine inanıyordu. Sobalar özellikle odunun pahalı olduğu Londra ve Philadelphia gibi şehirlerde popülerdi.

1800'e gelindiğinde, İngiltere demir ve pamuk endüstrilerinde ve su gücü kullanımında Çin'i yakaladı. Ancak İngiltere'nin sanayileşmesi, her nehrin değirmenlere

ve fırınlara güç sağlamak için yönlendirildikten sonra Çin'inki gibi zayıflayabilirdi. Sanayileşmeyi sürekli ve sürekli genişleyen bir devrim yapan şey, fosil yakıtların yakılmasından mekanik enerji çıkarabilen makinelerin icadı idi.

17. yüzyılın sonlarında, Almanya, Fransa ve İngiltere'deki doğa bilimciler atmosferin baskısının farkına vardı ve enerjisini kullanmaya çalıştılar. Deneyleri ustacaydı ama pratik değildi. Ticari olarak başarılı bir atmosferik motor yapan ilk kişi, İngiliz demir ve donanım üreticisi Thomas Newcomen'di. 1712'de tamamlanan ilk motoru, bir kazan, yukarı ve aşağı hareket edebilen pistonlu büyük bir silindir ve bir ucu pistonu, bir pompaya bağlanırken sallanan bir kırıktan oluşuyordu. Kazanın buharı silindire girdiğinde, pompanın ağırlığı, sallanan kırışın ucunu aşağı çekerek pistonu yukarı çekti. Silindire soğuk su püskürtüldüğünde, buhar bir vakum oluşturarak yoğunlaştı ve atmosferik basınç pistonu aşağı itti. Sonra döngü tekrarlandı.

Yeni gelen motorlar evler kadar büyüktü ve sadece beş beygir gücü üretmek için müthiş miktarlarda yakıt tüketiyordu. Yukarı ve aşağı hareketleri nedeniyle, makineyi döndürmek için gereken düzgün dönme hareketini sağlayan su tekerleklerinin yerini alamadılar. Yine de, ucuz oldukları ve gece gündüz su pompalayarak kömür tozu ve aksi takdirde boşa gidecek parçaları yakabilecekleri için kömür madenlerinin bulunduğu yerin çözümüydüler. 18. yüzyılın sonunda, binlerce Newcomen motoru kömür madenlerine ve kasabalarına su pompaladı.

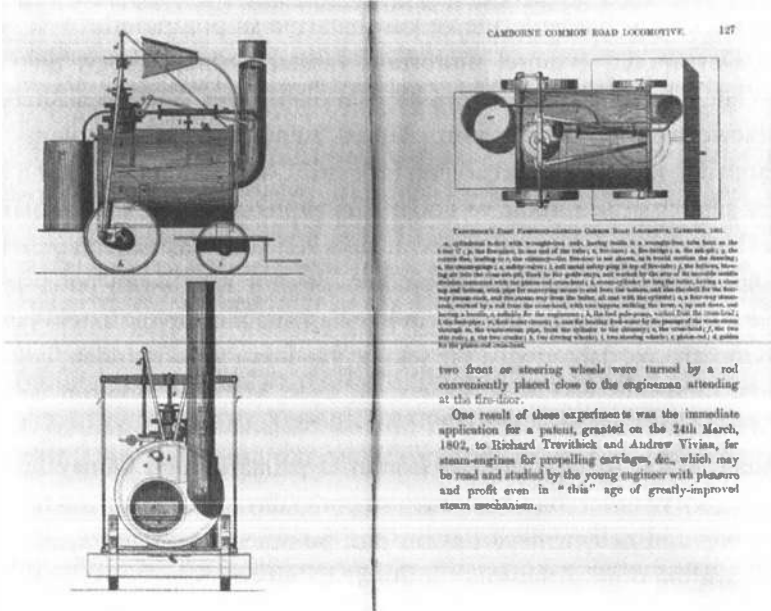
Sanayi Devrimi'nin evrensel motorunu yaratan atılım, İskoçya'daki Glasgow Üniversitesi'nde bilimsel aletleri onaran bir usta olan James Watt'ın çalışmasıydı. Üniversitenin Newcomen motorunu tamir ederken, silindiri dönüşümlü olarak ısıtmanın ve soğutmanın çok fazla yakıt harcadığını fark etti. 1765 yılında bu duruma bir çözüm getirdi. Eğer silindir sıcak tutulur ve buhar işini yaptıktan sonra sürekli olarak soğuk tutulan ayrı bir kaba boşaltılır, buhar tekrar suya geri yoğunlaşırsa, muazzam bir yakıt tasarrufu olurdu. Watt, 1769'da ayrı bir kondansatör için fikrini patentledi. Aslında böyle bir motor inşa etmek, parçaların karşılaştırılabilir büyüklükteki herhangi bir önceki makineden çok daha doğru bir şekilde yapılması gerektiğinden, çok zor oldu. 1775 yılında, mühendis ve Lunar Society'nin üyesi Matthew Boulton ile bir ortaklık kurdu. Boulton ve Watt'ın 1776'da üretime başladığı yeni motorlar, Newcomen motorlarından iki kat daha verimli ve kömürün pahalı olduğu Güney İngiltere'deki Cornwall'ın kalay ve bakır madenlerinden su pompalayan bir pazar buldu.

Watt motorunu geliştirmeye devam etti. Silindiri çift etkili yaptı, yani pistonun her iki tarafına dönüşümlü olarak buhar kabul edildi, gücü iki katına çıkardı; yükten bağımsız olarak motoru otomatik olarak sabit bir hızda tutan bir regülatör ekledi; ve pistonun ileri geri hareketini endüstriyel makinelerin ihtiyaç duyduğu dönme hareketine dönüştüren planet dişlisini icat etti.

Bir fabrikada bir Boulton ve Watt motoru kullanan ilk müşteri, çanak çömlek üreticisi ve Lunar Society üyesi Josiah Wedgwood idi. Diğer girişimciler bira fabrika-

ları, pamuk fabrikaları ve diğer endüstriyel uygulamalar için motorlar satın aldılar. Patentleri 1799'da sona erdiğinde, Boulton ve Watt neredeyse 500 motor üretmişti.

Watt, buhar basıncını atmosferin üzerinde yükselterek motorunu daha verimli hale getirebileceğini biliyordu ancak patlama korkusu nedeniyle bunu yapmayı reddetti. Patenti sona erdiğinde, İngiliz Richard Trevithick ve Amerikan Oliver Evans yüksek basınçlı motorları denemeye hazırды. 1800'lerin başında, Trevithick en büyük Watt motorundan iki kat daha güçlü olan 100 beygir gücüne kadar motorlar üretti. Evans ve diğerlerinin ABD'de inşa ettiği yüksek basınçlı motorlar patladı, çoğu Mississippi Nehri'ndeki buharlı gemilerin mürettebatlarını ve yolcularını öldürdü. Bu arada İngiliz mühendis Arthur Woolf, yüksek basınçlı bir silindirden çıkan buharın hâlâ bir pistonu ikinci bir düşük basınçlı silindirde itmek için yeterli enerji içerdiğini fark etti. Bileşik motoru, bir kilogram kömür başına bir Watt motordan iki kat daha fazla güç üretti. Bunlar, buhar motorunu Sanayi Devrimi'nin 20. yüzyıla en iyi hareket ettiren uzun bir iyileştirme dizisinin başlangıcıydı. 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, buhar İngiltere ve daha sonra Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde su gücünden daha fazla enerji sağladı. Dünyadaki toplam buhar motoru üretimi 1840 yılında 2 milyon beygir gücüne ve 1880 yılında 28 milyona çıktı.



1802'de Richard Trevithick, yolcu taşımak için ilk buharlı lokomotifin patentini aldı. Trevithick'in yüksek basınçlı buhar motoru, ağırlığına göre James Watt'ın motorundan çok daha güçlüydü. Wattların yaptığı gibi su soğutmalı bir kondensere ihtiyaç duymadığından, raylarda bir araba veya lokomotif itmek için kullanılabilirdi. Kongre Kütüphanesi LC-USZ62-110377

Buhar motoru, erken Sanayi Devrimi'nin teknolojik ilerlemesinin en görünür sembolü idi. 19. yüzyılda, pek çok Avrupalı ve Amerikalı, teknik ilerlemeyi değerlerdeki ilerlemeyle ya da bazen kendi değişleriyle, uygarlığın yükselişiyle eşitledi. İngiliz devlet adamı William Huskisson bununla övündü: "Buharlı makine, fiziksel dünyanın çehresini değiştirmek için insanın elindeki en güçlü araçsa, aynı zamanda uygarlığın büyük amacını ilerletmede güçlü bir ahlaki kaldıraç işlevi görür." (3)

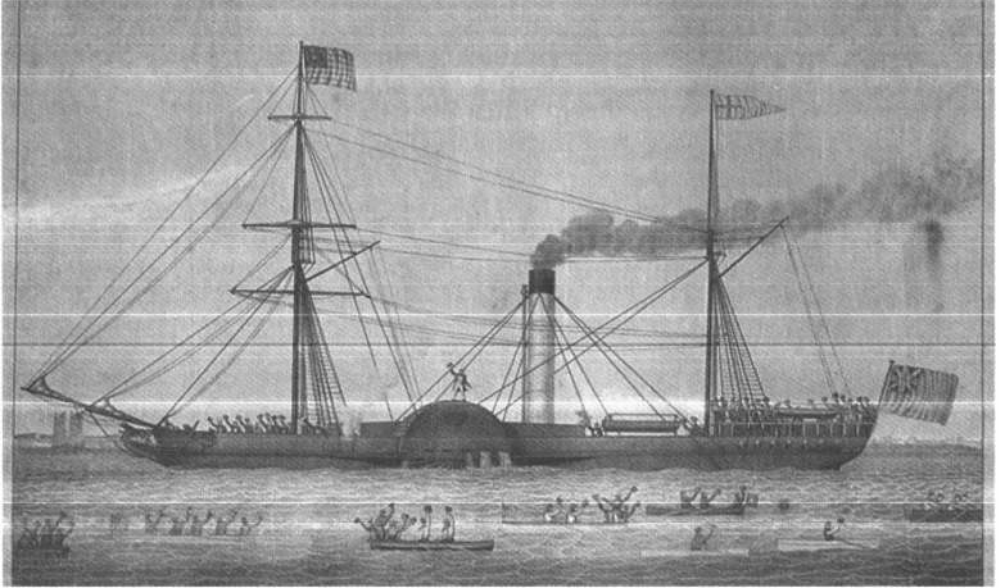
Buhar motorları diğer üç sektörle birlikte gelişti: kömür, demir ve makine üretimi. Kömür, su pompalayan, makineyi çeviren, vagonları çeken ve madenlerde asansör kaldıran motorların yakıtıydı. İngiliz kömür üretimi, 1800 yılında 10 milyon tondan 1850'de 60 milyon tona yükseldi, bu da dünyanın geri kalanının iki katına denkti. Motorlar ve madencilik makineleri demirden yapılmıştı ve demir dökümhaneleri, fırınlar için hava patlamaları üretmek ve demir saclar ve raylar yapan haddehanelere güç vermek için buhar motorları kullanıldı.

Dikkatli bir ölçüm ve analizle, mühendisler buhar motorlarının ve su çarklarının verimliliğini geliştirdi. 18. yüzyılın başında makineler, marangozlar ve demirciler tarafından kopyalanabilecek kadar basitti. Ancak 18. yüzyılın sonlarında, endüstriyel ekipmanların makine atölyelerinde yapılması gerekiyordu. Metal parçaları doğru bir şekilde üretmek için, makine tasarımcıları tornalar, matkaplar ve freze makineleri yarattı. 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, bu tür tezgâhlar saatler, dikiş makineleri, revolverler, tüfekler ve diğer karmaşık aletler için karmaşık parçaları üretebildi ve bunların çoğunu değiştirilebilir hale getirdi —yani, yeni bir parça aşınmış bir parçayı çok az ek ile yahut hiç ek gerekmeden değiştirebilirdi.

Sanayi Devrimi'nin tüm makineleri ve icatları arasında, insanları en çok etkileyen makineler buhar gücünün ulaşma uygulanmasıydı. Buhar motorlarını teknelere koymaya yönelik ilk denemeler ticari fiyaskoydu, çünkü çok ağırdılar, çok fazla kömür tüketiyorlardı ve çok az güç üretiyorlardı. 1807'de Amerikalı mühendis Robert Fulton, bir Boulton ve Watt motoru ithal etti ve onu Hudson Nehri üzerinde yolcu taşıdığı *Clermont* olarak bilinen bir tekneye monte etti. İlk başta insanları korkuttu; Fulton'un biyografisini yazan Cadwallader Colden, diğer teknelerdeki insanların şöyle dediğini yazdı; "hızla kendilerine doğru geldiğini hayretle gördüklerini; makine ve küreklerin gürültüsü duyulacak kadar yaklaştığında, mürettebat ... bazı durumlarda, güvertelerinin altında müthiş manzaradan büzülür ve vapuru karaya çıkmak için terk ederler, diğerleri ise secdeye kapanır ve Tanrı'dan onları korkunç canavarın yaklaşmalarından koruması için yalvarırdı. " (4) Ancak, kısa bir süre sonra, yolcular kötü yollarda bir arabaya binmek yerine vapura binmek için para ödüyorlardı ve Fulton saygın bir işadamı haline gelmişti, ardından ABD ve daha sonra dünyadaki nehirlerde bir dizi taklitçi oldu.

Bir nehir teknesine güç vermek oldukça basitti çünkü nehir suyu sakın ve yakıt mevcuttu. Kuzey Amerika'da, ne zaman bir nehir vapuru yakıtı ihtiyaç duysa, mürettebat hemen dururdu ve nehir kıyısındaki bazı ağaçları keserdi. Ancak denizde, ilk buhar motorları o kadar çok kömür tüketiyordu ki, uzun yolculuklarda yolculara veya yüklere çok az yer kalıyordu. Nehirlerde iyi çalışan kanatlı çarklar yetersizdi ve okyanus dalgalarında kırılma ihtimali vardı. Motorun vurulması ve geri tepme ısısı ahşap gemilerde ciddi tehlikeler yarattı. Ve kazanların tatlı suya ihtiyacı vardı çünkü tuzlu su onları tıkadı ve korozyona uğrattı.

Ancak bu engeller girişimcileri etkilemedi. 1787 gibi erken bir tarihte, dökümhane sahibi John Wilkinson bir demir mavna inşa etti. İlk demir vapur 1822'de İngiliz Kanalı'nı geçti. Demir gemilerin ahşap gemilerden daha güçlü ve daha ucuz olduğu kanıtlandı ve demir odundan çok daha güçlü olduğu için çok daha büyük inşa edilebilirlerdi. 1838'de kürekli iki vapur, *Sirius* ve *Great Western*, İngiltere'den New York'a birbirleriyle yarıştı. Kısa bir süre sonra, pervaneli buhar gemileri Atlantik'te ve Avrupa yakınlarındaki denizlerde düzenli seferler yapmaya başladı. 1870'e gelindiğinde, dünyanın deniz taşımacılığının yarısı buharlı gemilerle yapılıyordu, ancak yelkenli gemiler yüzyılın sonuna kadar diğer denizlerde yerini korudu.



1838'de 703 tonluk İngiliz yan tekerlekli *Sirius*, Atlantik'i buharla geçen ilk gemiydi. New York'a ulaşmadan kısa bir süre önce yakıtı tükendi, ancak kaptan yelkenleri kaldırmayı reddetti ve buhar gücü altındaki yolculuğu tamamlamak için direği fırına verdi. *Sirius* ayrıca, kazanda kullanılan tatlı suyu geri kazanmak için bir kondenser olan önemli bir teknik yenilik getirdi. I. N. Phelps Stokes Koleksiyonu, Miriam ve Ira D. Wallach Sanat, Baskı ve Fotoğraf Bölümü, New York Halk Kütüphanesi, Astor, Lenox ve Tilden Vakıfları.

Demiryolları, buharlı gemilerden daha büyük bir zorluk çıkardı, ancak mühendisler teknolojiye ilerlemeler kaydettiklerinde, demiryolları da aynı derecede önemli oldu. 1804'te buharla çalışan bir lokomotif inşa eden ilk kişi İngiliz mühendis Richard Trevithick'ti. Motoru saatte beş mil hızla beş vagon çekti ancak o kadar ağırdı ki, üzerinden geçtiği dökme demir raylara zarar verdi. Haddehanelerin ferforje raylar üretmeye başladığı 1820 yılına kadar, tüm demiryolu hattını planlamak mümkün değildi.

İlk hat, 1825'te açılan Kuzey İngiltere'deki Stockton ve Darlington Demiryolu'ydu. Dört yıl sonra mühendisler George Stephenson ve oğlu Robert, Manchester-Liverpool Demiryolu'ndaki en hızlı lokomotif için bir yarışma kazanan, duyulmamış bir şekilde saatte 30 mil yaparak 20 tonluk bir tren çekebilen *Rocket* adlı bir lokomotif inşa etti. Tasarımı, sonraki tüm buharlı lokomotiflerin modeli oldu. 4 fit, 8 inçlik ölçüsü, Avrupa ve Amerika'daki diğer demiryollarının çoğunda standart haline geldi ve trenlerin bir şirketin raylarından diğerine geçmesini sağladı.

Rocket'in ve Manchester-Liverpool hattının başarısı bir demiryolu patlamasına yol açtı. Mühendisler kısa süre sonra banliyö hatları, yerel ve ekspres trenler ve her türlü yük için tasarlanmış daha büyük ve daha güçlü lokomotifler ve demiryolu araçları geliştirdiler. Bununla birlikte, lokomotifler ve arabalar sadece gittikleri yol ve raylar kadar iyiydi. Mesafelerin kısa olduğu İngiltere'de, mühendisler kanal yapımcıları örneğini takip ettiler ve yarıçaplarda bir mil veya daha fazla yumuşak eğriler ve pahalı taş veya demir köprülerle mümkün olduğunca düz yol döşemeleri inşa ettiler. 1850'de, diğer ülkelerden çok önce, demiryolları İngiltere'nin tüm büyük şehirlerini birbirine bağladı.

Güvenliği sağlamak zorlu bir görevdi. İlk kayıp, Manchester-Liverpool lokomotif denemeleri sırasında Stephenson'ın *Rocket*'i tarafından öldürülen William Huskisson oldu. Bir kez daha demiryolları faaliyete geçtiğinde kazalar yaygınlaştı. Tek hatlı hatlarda tren kazalarını önlemek için, mühendisler sinyalleri geçen trenlere iletmek için semaforlar ve hareketli kollu direkler taktılar. Ayrıca, bir trenin, başka bir trenin bulunmadığına dair onay alana kadar başka bir trenin bloğuna giremediği blok sistemini tasarladılar.

Amerikalılar demiryolları inşa etmeye hevesliydi çünkü ülkeleri çok büyüktü ve yollar çok kötüydü. Ancak işçilik daha pahalıydı ve mesafeler İngiltere'dekinden çok daha uzundu, bu yüzden Amerikalı mühendisler keskin eğriler ve ahşap ayaklı köprüleri ile mümkün olduğunca ucuza hatlar inşa ettiler.

Trenleri virajlarda ve engebeli pistlerde yönlendirmek için arkada iki hareket ettirici tekerlek ve önde dört tekerlekli bir şasi bulunan lokomotifler ta-

sarladılar. Ayrıca yanan cürufaların yol kenarlarındaki ormanlara sıçramasını önlemek için huni şeklinde bir baca ve çitsiz bir arazide başıboş hayvanları çıkarmak için bir *cowcatcher* (kovboy yakalayıcı) adı verilen üçgen bir tampon eklediler.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ilk hat, İngiliz rayları ve lokomotifleri kullanan 1827-1830'da yerleşik olan Baltimore ve Ohio'dur. ABD hükümeti ithal edilen motorlara ağır gümrük vergileri uyguladığında, üreticiler ekipmanı Amerika Birleşik Devletleri'nde inşa etmeye başladı. 1840 yılında, Amerika Birleşik Devletleri yaklaşık 2900 mil demir yolu hattına sahipti, İngiltere 1490 ve Kıta Avrupası da 937 mil demir yolu hattına sahipti. 1870'e gelindiğinde Amerika Birleşik Devletleri 53.000 mil demiryolu hattına sahipti ve bu İngiltere ya da Almanya'daki 13.000 milden çok daha fazlaydı. Demiryolları Amerika Birleşik Devletleri'nin orta batısını Avrupalı yerleşimcilere, güneyini ise çiftçi ve kölelerine açıyordu. Ayrıca demir dökümhaneleri, raylar için haddehaneler, makine yapımı ve yeni ve çok karmaşık demiryolu ağlarını yöneten şirketler gibi tamamen yeni endüstriler yarattılar.

O dönemde yaşayanlara göre, endüstriyel çağın şaşırtıcı icatlarından biri, dört-nala giden bir attan daha hızlı mesajlar iletebilen bir aletti. Bunlardan ilki Claude Chappe tarafından icat edilen ve 1793'te Fransız devrimcileri tarafından ordularını sahada komuta etmek için kabul edilen optik telgraftı. Birinden diğerine görülebi-lecek kadar uzak mesafeli semaforlu kuleler kullanıldı. Semaforun kollarının her konumu, bir kod çizelgesindeki bir sayıya karşılık gelir ve bu da bir kelimeye veya ifadeye karşılık gelir. Bu sistem sayesinde mesajlar bir kuleden diğerine hızlı bir şekilde aktarılabilir. Chappe telgrafı o kadar faydalı oldu ki, Fransa'nın her yerine yayılmıştı. 1850'de 556 istasyonu vardı ve 3.000 milden fazla yol kat etmişti. Diğer ülkeler denizcilik veya resmi amaçlar için kısa semafor hatları inşa ettiler ancak kapasiteleri çok küçüktü ve maliyetleri halkın bunları kullanmasına izin vermek için çok yüksekti.

İtalyan fizikçi Alessandro Volta 1800 yılında ilk pili yarattıktan sonra, bilimadamları mesaj göndermek için elektrik akımlarını kullanmaya çalıştılar. İlk pratik sistemler İngiltere ve ABD'de geliştirildi. 1837'de İngiltere'de, Charles Wheatstone ve William Cooke, kazaları önlemek için Büyük Batı Demiryolu boyunca beş telli bir telgraf hattı kurdular. Hizmet hem halka hem de demiryollarına açıldığında çok popüler oldu. Aynı yıl, Amerikan Samuel F. B. Morse kodunun patentini aldı; bu da alfabenin harflerini temsil etmek için noktalar ve çizgiler şeklinde elektriksel uyarılar göndererek mesajların iletilmesini mümkün kıldı.



Mississippi Merkez Demiryolu boyunca konuşlanan bir Konfederasyon telgraf operatörü, İç Savaş sırasında mesajları yazıyor. Teknoloji, çatışmanın her iki tarafındaki askeri taktikler için çok önemliydi. Başkan Lincoln, Savaş Departmanındaki telgraf odasını her gün ziyaret etti. Kongre Kütüphanesi LC-USZ61-308

1844'te Kuzey Amerika'da Baltimore ve Washington arasında ilk telgraf hattını açtı. Morse yeni hattaki ilk mesajını yardımcısı Alfred Vail'e gönderdi: "Tanrı ne yazmış?" (5) Elektrikli telgraf o kadar başarılıydı ki Avrupa ve Kuzey Amerika'da hatlar hızla inşa edildi. 1870'e gelindiğinde, hat ağları her iki kıtayı da kapladı ve telgraf Latin Amerika, Rusya, Osmanlı İmparatorluğu ve Hindistan'a da yayıldı.

Telgraf kablolarının deniz boyunca döşenmesi sabit hatların döşenmesinden çok daha zordu. İlk denizaltı kablosu 1851'de Fransa ve İngiltere'yi birbirine bağladı. 1850'lerde ve 1860'ların başında, Akdeniz, Kızıldeniz ve Atlantik Okyanusu'na döşenen kablolar başarısız oldu. 1858'de, ilk kablo İngiltere ile ABD'yi birbirine bağladığında, Başkan Buchanan, Kraliçe Victoria'ya bir telgraf gönderdi: "Atlantik kablosu cennetin kutsamaları altında, akraba uluslar arasında sürekli barış ve dostluk bağı ve İlahi Tanrı tarafından dini, özgürlüğü ve hukuku dünyaya yaymak için bir araç olsun." (6) Ne yazık ki, kablo birkaç hafta sonra bozuldu. 1866'ya kadar kablolar Avrupa ve Kuzey Amerika'yı başarılı bir şekilde bağlayamadı. 1870'e gelindiğinde, teknik sorunlar çözüldü ve kablolar Hindistan'a da ulaştı. Dünya kablolanmaya başlamıştı.

Sanayileşme, buluşlardan ve makinelerden çok daha fazlasını içeriyordu. Ayrıca çevreyi de değiştirdi. İnsanlar, her zaman, yaşadıkları ortamları dönüştürmüşlerdir. Ancak sanayileşmenin çevresel sonuçları, sonuçları bakımından öncekilerden

farklıydı. Çevresel değişimin bir nedeni kömür ve kimyasal madde kullanımıdır. Kömür ilk kez Londra'daki evleri ısıtmak için kullanılmış ve havayı kirli dumanla kirletmiştir. Sanayileşme; demir, tuğla-cam üretmek ve buharlı motorları çalıştırmak için kömür kullanımını büyük ölçüde artırdı ve bunu birçok şehirde ve küçük kasabalarda yaptı. Tekstil endüstrileri, kumaşı temizlemek, ağartmak ve boyamak için kimyasallara ihtiyaç duyuyordu ve bu kimyasallar, bir kez amaca hizmet ettikten sonra basitçe atıldı. Kentsel işçiler için apartmanlar, sıhhi tesisler olmadan kalabalıktı; sakinleri çöplerini ve kanalizasyonlarını en yakın nehre, caddelere ve hendeklere boşalttılar. İngiltere'nin Manchester kentindeki bir şehri ziyaret eden kişi, 1862'de Irwell Nehri'ni şöyle tarif etti:

“Bahtsız nehir –birkaç mil yukarıda, kıyılarından sarkan ağaçlar ve kenarları boyunca sık sık yeşil sazlarla dolu yeterince güzel bir nehir– değirmenler ve matbaaların arasına girerken güzelliğini kaybeder. Yıkınması için ona verilmiş sayısız pis şey var ve boyahanelerden ve çamaşır suyu depolarından gelen bütün vagonlarca zehir, taşınması için içine atılır; buhar kazanları, kaynayan içeriğini ve pisliklerini içine boşaltır, kanalizasyona akıtır; sonunda –burada pis duvarlar arasında, orada kırmızı kumtaşı uçurumlarının altında– bir nehirde daha çok bir sıvı gübre seline benzer.” (7)

Sanayileşmenin ilk yıllarında, çevresel etkiler çoğunlukla şehirlerde hissedildi. Sonunda, hükümetler ortaya çıkan suistimalleri önlemek için yasalar çıkardı. 19. yüzyılın sonunda, konut kodları ve hava ve su kirliliği düzenlemeleri sayesinde Manchester gibi şehirler daha yaşanılabilir, hatta sağlıklı hale geldi.

1814'e kadar sanayileşme, Kuzey Amerika ve Avrupa kıtası savaşlarla ve devrimlerle meşgul olduğundan İngiliz fenomeni idi. Barış sağlandığında, sanayileşme diğer ülkelere yayıldı, ancak eşit bir şekilde gerçekleşmedi. Dört ülke grubunu 1869 yılına kadar ne kadar sanayileştiklerine göre ayırabiliriz.

İlk grupta ABD ve İngiltere'nin komşuları Fransa, Belçika ve Prusya vardı. Bili-madamları, mühendisleri ve zanaatkarları en son teknolojik gelişmeleri keşfetmeye hevesliydi. Girişimcileri İngiliz meslektaşlarını taklit etme konusunda kârlı fırsatlar gördü ve hükümetleri, Avrupa devletlerinin asırlık rekabet gücünü paylaştı. Yabancılar, endüstriyel yöntemleri öğrenmek, makineleri veya tasarımları kaçırmak ve İngiliz teknisyenleri ve vasıflı işçileri göç etmeye teşvik etmek için İngiltere'ye gelmişti. Richard Arkwright'ın çırağı Samuel Slater, pamuk fabrikası kurmak için 1789'da Amerika Birleşik Devletleri'ne göç etti. Amerikalı işadamı Francis Cabot Lowell 1810-1812'de İngiltere'yi ziyaret etti ve daha fazla pamuk fabrikası planlarıyla New England'a döndü. 1799'da İngiliz girişimci William Cockerill, kumaş

üretmek için Fransa'ya taşındı. Birkaç yıl sonra Belçika'da demir dökümhanesi açtı. 1817'de oğulları ile Avrupa'nın en büyük demir dökümhanesi ve tekstil makinesi üretimini gerçekleştirdiler. 1830'da Fransa'da 15.000 İngiliz işçi vardı. İngiltere'yi yakalamak için, Batı Avrupa hükümetleri işçilerin eğitim ve mühendislik eğitimini teşvik etti. Sonuç olarak, bu ülkeler hızla İngiliz sanayileşmesini yakaladı ve hatta bazı durumlarda aştı.

Batı Avrupa ve Kuzey Amerika ülkeleri zengin ve güçlü hale geldi ve sonunda sanayileşmenin yol açtığı sosyal ve çevresel sorunların üstesinden geldi. Dünyanın diğer bölgeleri sanayileşmenin etkilerini hissetti ancak bu kulübe katılmanın zor olduğunu gördü. Bunun bir nedeni, sanayileşmenin yol açtığı dünya ticaretindeki büyümeydi. İngiltere kumaş, donanım, silahlar, buhar motorları, makineler ve demiryolu araçları ihraç etti. Diğer ülkeler, ticaret yapmak sanayileşmekten daha kolay, daha kârlı ve toplumları için daha az yıkıcı olduğu için, kendi üretimlerini yapmak yerine, tarım ve mineral ürünlerini kendi ürettikleri ürünlerle değiştirmeyi tercih ettiler.

Bunun en önemli örneği, nüfusu yüksek, bol doğal kaynaklara sahip bir ülke olan ve Avrupa savaşları ve diplomasisine uzun süredir katılan bir hükümet olan Rusya'dır. 18. yüzyılda, kereste kömür yapmak için kullanılan ormanları sayesinde Rusya dünyanın önde gelen demir üreticisi olmuştu, ancak İngiltere kok kömürü ile demir yapmaya başladığında bu avantajı kaybetti. 1820'de Çar I. Alexander, Volga Nehri üzerinde buharlı tekne hizmeti başlattı. 1830'da halefi I. Nicholas, Saint Petersburg'dan banliyölerdeki Yaz Sarayına ve 1851'de Moskova'ya bir demiryolu inşa ettirdi. Hükümet tekstil makineleri ve demir dövme ekipmanları ithal etti ve İngiliz, Alman ve Amerikalı mühendislere pamuk fabrikaları kurmak ve demiryolu ekipmanı inşa etmek üzere Rusya'ya gelmelerini sağlamak için yüksek maaşlar teklif etti. Ancak Rusya yine de geride kalmıştı. Aristokratlardan, askeri görevlilerden ve hükümet yetkililerinden oluşan seçkinler grubu iş dünyasına çok az ilgi gösterdi. Neredeyse etnik olarak Rus orta sınıfı yoktu; zanaatkârların, tüccarların ve bağımsız profesyonellerin çoğu Rus Yahudileri veya Alman soyundan Ruslardı. Çarlar ve danışmanları endüstrinin değerini kabul etseler de, bağımsız bir orta sınıf ve şehirli işçi kitlelerinin devrim sırasında Fransa'da olduğu gibi otoritelerine meydan okuyacağından korkuyorlardı. Makine ve sanayi malları ithal etmeyi ve tahıl ve kereste ihracatı ile onlara ödeme yapmayı tercih ettiler.

Latin Amerika'nın sanayileşememesinin farklı nedenleri vardı ancak sonuçlar Rusya'ninkine benziyordu. 16. yüzyıldan beri Latin Amerika altın, gümüş ve tarım ürünleri ihraç etmiş ve neredeyse tüm üretilen malları ithal etmiştir. 19. yüzyılın başlarında bağımsızlıklarını kazandıktan sonra, Latin Amerika cumhuriyetleri, üretime göre ticaretle daha fazla ilgilenen elit bir toprak sahi-

binin hâkimiyetindeydi. 19. yüzyılın ortalarındaki savaşlar ve askeri darbeler yatırımcıları caydırdı ve bölgenin sanayileşmesini geciktirdi. Çoğu Avrupa'dan gelen girişimciler, buhar makineleri, tekstil makineleri ve şeker öğütme ekipmanlarını yerel olarak üretmekten daha düşük maliyetle ithal ettiler. Ekonomilerinin büyümesine rağmen, Latin Amerika cumhuriyetleri hammadde ihraç etmeye ve üretilen mallar için yabancı kaynaklara bağımlı olmaya devam ettiler. 1857'den itibaren, Arjantin demiryolları büyükbaş hayvan ve derileri içeriden Buenos Aires'teki limana taşımak için inşa edildi. Ancak onları inşa etmek ve işletmek için para, ekipman ve mühendisler İngiltere'den geliyordu ve demiryollarının resmi dili İspanyolca değil İngilizceydi.

Dünyanın diğer bölgelerinde bu gecikme, İngilizlerin sanayileşmeyi önlemeye yönelik kasıtlı politikasından kaynaklandı. Mısır'da yaşanan böyle bir durumdu. 19. yüzyılın başlarında, Mısır hükümdarı Muhammed Ali, pamuk ve kâğıt fabrikaları, şeker fabrikaları, dökümhaneler, tersaneler ve silah fabrikaları inşa etmeye karar verdi. Onları daha düşük fiyatlı İngiliz mallarının rekabetinden korumak için yüksek ithalat vergileri getirdi. 1839'da Osmanlı İmparatorluğu'na karşı savaşa girdiğinde, İngiltere Osmanlı tarafına müdahale etti. İngiltere, Mısır'ı yendikten sonra serbest ticaret adına tarifelerini düşürmeye zorladı. Mısır, küçük Mısır endüstrilerini pazar dışı bırakan ucuz İngiliz ithalatıyla doluydu. Muhammed Ali'nin halefleri politikalarını tersine çevirdi ve ihracat için buğday, pamuk ve şeker üretimini teşvik etti; bu, daha zengin toprak sahipleri ve yabancı yatırımcıların yararına olan ancak Mısır'ı Avrupa'nın ekonomik bir bağımlılığına dönüştüren bir politikaydı.

Hindistan, başlangıçta bir Britanya kolonisi olduğu için sanayileşmeye daha da az başlayabildi. 18. yüzyılda, İngiltere'nin sanayileşmesinden önce, Hindistan dünyanın önde gelen pamuklu kumaş üreticisiydi ve hepsi el yapımıydı. Ayrıca, solucanlara direnen tropikal bir ahşap olan tiklerin bol miktarda bulunması sayesinde önemli bir gemi inşa endüstrisine sahipti. 19. yüzyılın başlarında, Hindistan'a vergilerle, tarafından engellenmeyen İngiliz pamuğu ihracatı, Hintli iplikçileri ve dokumacıları işsiz bıraktı. Birçok Hintli girişimci modern pamuk değirmenleri kurmaya çalıştı. 1834'te, Kalküta bankacısı olan Dwarkanath Tagore, bir kömür madeni ve şeker fabrikası kurmak için İngiliz işadamlarına katıldı. 1854 yılında, Mumbaili tüccar Cowasjee Nanabhoy Dawar, İngiltere'den bir mühendis, vasıflı işçiler ve tekstil makineleri getirterek bir pamuk fabrikası açtı. Bu işletmelerin hiçbirisi Hindistan hükümetinden herhangi bir teşvik almadı.

Hindistan'da gerçekten canlanan tek sanayi kuruluşu demiryollarıydı. Hindistan demiryolları, İngiliz girişimciler tarafından, Hint ürünlerini limanlara ve İngiliz ürünlerini Hindistan'ın iç kısmına taşımak ve bir isyan durumunda bir-

liklerin hızla konuşlandırılmasını sağlamak için inşa edildi. 1870'e gelindiğinde, Hindistan yılda 4.775 mil yol ve 18 milyon yolcu ile dünyanın en uzun demiryolu ağına sahipti. Ancak mühendisler ve ekipmanlar İngiltere'den getirildi. Sonuç olarak, bu ağ Amerika Birleşik Devletleri ve Batı Avrupa'nın sanayileşmesi için demir ve makine yapımı endüstrilerinin büyümesi, sağladıkları istihdam ve getirdikleri kazanımlar gibi çok önemli olduğunu kanıtlayan faydalardan bir kısmını sağlamıştır. Etkileyici demiryolu ağına rağmen, Hindistan 20. yüzyıla kadar az gelişmiş durumda kaldı.

Çin'in Sanayi Devrimi'nin bir ürünü ile ilk teması, ona savaşta yenilgi getirdi. 1830'ların sonunda İngilizler Çin çayı için bir talep geliştirmişlerdi ancak Çinliler Hindistan'ın en önemli ihracatlarından biri olan afyon hariç yabancı ürünlere çok az ilgi gösterdiler. Uyuşturucu trafiğini durdurmak için Çin hükümeti Guangzhou'daki yabancı tüccarlar tarafından tutulan afyon stoklarına el koydu ve onları imha etti. Öfkeli İngiliz tüccarlar, işlerine vurulan bu darbeyi cezalandırmak için askeri eylem talebinde bulundular. Britanya'nın güçlü bir donanması vardı, ancak Çin birkaç kıyı kenti olan büyük bir ülkeydi. Bir deniz gücü, büyük bir kara imparatorluğunu nasıl etkileyebilir?

Cevap, 1830'larda doğan yeni bir makineydi: buharla çalışan silahlı bot. Çin'e ulaşan ilk silah, *Nemesis*'ti. 184 fit uzunluğunda ve 29 fit genişliğindeydi, çıkarılabilir bir omurgaya sahip bir demir gövdesi vardı ve savaşta beş fitten daha az su çekiyordu, bu yüzden sığ nehirlerde denizde olduğu kadar kolay bir şekilde yukarı ve aşağı hareket edebiliyordu. Kürek çarklarını süren iki adet 60 beygir gücünde buhar motoru ve okyanus seyahati için iki direk ve yelken vardı. İki adet 32 librelik top, 15 küçük top ve bir roketatar taşıyordu.

Nemesis, Çin sahillerinden çıktıktan kısa bir süre sonra, İngiliz yelkenli savaş gemilerini Pearl River'a çekti ve Çin kalelerini ve Guangzhou'yu savunan savaş mermilerine saldırmaya yardımcı oldu. 1842'de beş farklı gemi ve çeşitli vapurlar, Yangzi Nehri'ne, Çin'in kuzey-güney ticaretinin çoğunun geçtiği Büyük Kanal'a bir saldırı için katıldı. Keşif komutanı Commodore Gordon Bremer, *Nemesis*'in etkisini şöyle anlattı:

“Whampoa'ya doğru ilerlerken, üç parçalanmış kale daha gözlemlendi ve öğleden sonra dörtte *Nemesis*, (teknelerle birlikte) beş kaleyi, bir bataryayı, iki askeri istasyonu ve yüz on beş top ile sekiz ginjall'ı (ağır tüfekler) olan dokuz savaş gemisini yok ederek o demirleme yerine geldi; böylece İngiliz bayrağının, bizim tarafımızdan uygun görülen her yerde ve her zaman, bunu önlemek için benimseyecekleri herhangi bir savunmaya veya yola karşı gösterilebileceğini düşmana kanıtladılar..” (8)

Buhar ve demir, İngiliz deniz gücünü Çin'in kalbine getirdi ve Çin hükümetini uzun süredir hor görülen "deniz barbarlarına" teslim olmaya zorladı.

Bu Afyon Savaşı'nı izleyen yüzyılda, Çin'in sanayileşmesini engelleyen üç faktör vardı: Büyük Britanya ve diğer batı güçlerinin getirdiği kısıtlamalar, halkın yoksulluğu ve geleneksel seçkinlerin direnişi. 18. ve 19. yüzyıllarda, Çin'in artan nüfusu sınırlı kaynaklara ve ekilebilir arazilere baskı yaparken, halkın çoğunluğunu oluşturan çiftçiler arasında yoksulluk derinleşti. Artan yoksulluk, emek maliyetinde bir düşüşe neden oldu, bu da mekanizasyonu Song ve Ming hanedanları altında yüzyıllar öncesine göre daha az çekici hale getirdi. Konfüçyüsçü klasiklerde yetişen egemen mandalina sınıfı ticarete çok az ilgi gösterdi ve yabancı teknolojileri şüphe ile inceledi.

Afrika'nın iç kısımları, 1870'ten önce sanayileşme tarafından nispeten el değmemiş, hastalık ortamı ve muazzam ulaşım güçlükleri tarafından korunuyordu. Ancak bu, endüstriyel üreticilerin ürünleri ile donanmış Avrupalılar kıtayı keşfetmeye, işgal etmeye ve fethetmeye hazırlanırken de değişmek üzereydi.

Sanayi Devrimi, dünyanın büyük bölümlerini birkaç on yıl içinde ve dünyanın geri kalanını da kısa bir süre sonra dönüştürdü. Tüm teknolojik yenilikler gibi, Sanayi Devrimi'nde olanlar da insana doğa üzerinde daha fazla ustalık kazandırdı. Ancak sanayileşmenin getirdiği değişiklikler, önceki teknolojik değişim çağından çok daha hızlı ve yıkıcıydı. Bir asırdan daha az bir süre içinde, sanayileşen ülkelerdeki insanlar, ucuz ve hızlı bir şekilde mal üretme, her zamankinden daha hızlı ve daha güvenilir seyahat etme ve büyük mesafelerde neredeyse anında iletişim kurma becerisi kazandı. Ancak sanayileşme aynı zamanda bu ustalığı birkaç kişinin elinde toplayarak onlara başkaları üzerinde güç verdi.

7. Bölüm

Değişimin Hızlanması (1869-1939)

1260 yılı civarında İngiliz filozof Roger Bacon tahminde bulundu; “En büyük gemilerin, yalnızca bir kişinin yönlendirdiği, kürekçilerle dolu olduklarından daha hızlı hareket ettirileceği makineler yapılabilir; hayvanların yardımı olmadan inanılmaz bir hızla hareket edecek vagonlar yapılabilir; bir insanın içinde bulunduğu uçan makineler yapılabilir . . . bir kuş gibi kanatlarıyla havayı dövebilir . . . makineler denizlerin ve nehirlerin dibine inmeyi mümkün kılacaktır.” (1)

Fikirleri o zamanlar ve sonraki altı yüzyıl boyunca akıl almaz görünüyordu. Bununla birlikte, 19. yüzyılın sonlarına doğru, tahminleri art arda hayal etmediği birçok şeyle birlikte gerçekleşmeye başlamıştı.

Dünyanın bu kadar aniden değişmesine ne sebep oldu? Elbette yeni ürünler ve bunları düşük maliyetle seri üretmenin yeni yolları vardı. Ancak bu ürünlerin ve süreçlerin arkasında durmak, diğer iki temel değişiklikti. Bunlardan biri, insanların daha önce hiç olmadığı kadar ucuz, daha bol ve daha faydalı enerji biçimlerine erişimiydi. Diğeri, bilimadamları, mühendisler, teknisyenler ve işadamları arasındaki etkileşimlerde, yalnızca yeni teknolojilere değil, aynı zamanda – ilk kez – talep üzerine icatlar yaratma araçlarına da yol açan üstel bir artışı.

19. yüzyılın sonlarındaki en belirgin dönüşüm, önceki 100 yılda tanıtılan teknolojilerin zaferiydi. 1869’daki iki olay bu zaferi sembolize etti. Bunlardan ilki Akdeniz ile Kızıldeniz’i, Avrupa ile Güney ve Doğu Asya’yı birbirine bağlayan Süveyş Kanalı’nın açılmasıydı. İkincisi, Amerika Birleşik Devletleri’nin doğu ve batı kıyılarını birbirine bağlayan ilk demiryolunun açılmasıydı.

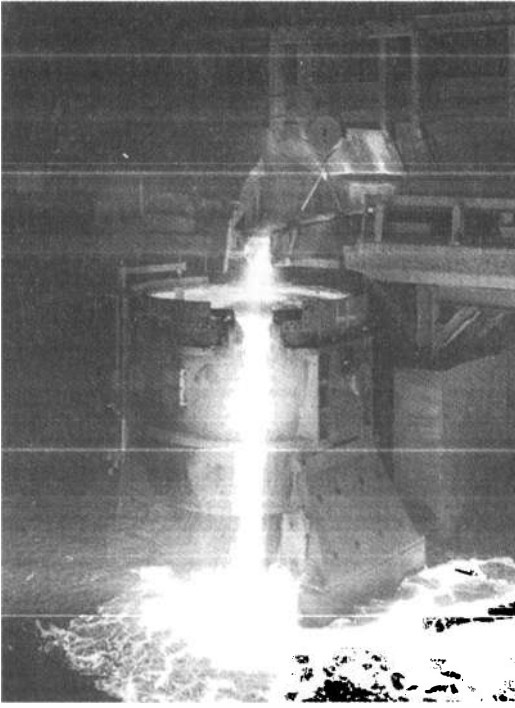
Demiryolları ve vapur gemileri, 19. yüzyılın sonlarında dünyayı dönüştüren teknolojilerin en göze çarpanlarıydı. 1869’da, Avrupa ve Kuzey Amerika’ya ve Asya, Latin Amerika ve Afrika’ya yayılan raylar, dünya çapında bir demiryolu patlamasını tüm hızıyla sürüyordu. 20. yüzyılın başlarında, dünyanın sanayileşmiş

ülkeleri, yolcuların ve yüklerin neredeyse her şehre seyahat etmesine izin veren yoğun demiryolu ağlarına sahipti. Artık güçlü lokomotifler daha iyi sinyaller, raylar, köprüler ve vagonlar gerektiren daha yüksek hızlarda daha uzun ve daha ağır trenler çekiyordu. Hindistan ve Arjantin gibi endüstrisi çok az olan veya hiç olmayan ülkeler bile önemli ağlar kurmuşlardı. Çin ve Afrika'da, izole edilmiş demiryolu hatları, madenleri ve tarlaları en yakın limanlara bağladı.

Buhar ayrıca okyanusları fethetti, çünkü vapurlar 19. yüzyılın sonlarında Atlantik ve Hint okyanuslarındaki yelkenli gemilerin yerini ve 20. yüzyılın başlarında Pasifik'i değiştirdi. Çoğunluğu gemi ile gerçekleştirilen dünya ticareti 1869'dan 1913'e kadar dört kat arttı. Büyümenin büyük kısmı gemilerin büyüklüğünün artmasıydı; 1870'lerde 2.000 tonluk bir gemi büyük kabul edilirdi ancak bu gemi, 20. yüzyılda, 1912'de batan 46.000 tonluk Titanic veya 1940'ta inşa edilen 84.000 tonluk Kraliçe Elizabeth gibi büyük okyanus gemileri tarafından gölgelenecekti. Dünya ticareti için daha önemli olan, yelken günlerinde gemileri yavaşlatan ters rüzgârlardan etkilenmeden sürekli çalışan binlerce orta boy yük gemisiydi. Yolcu, posta ve pahalı yük taşıyan okyanus gemileri tren gibi programları takip ederken, yük vapurları Londra, Paris veya New York'taki merkezlerinden telgrafla verilen emirlerle limandan limana yönlendirildi.

Demiryollarının ve buhar gemilerinin yayılması, milyonlarca Avrupalı ve Doğu Asyalı'nın bütçesine uygun uzun mesafeli seyahat imkânı getirerek Amerika'ya göç etmelerini sağladı. Dünyayı birbirine bağlayan şey, 1860'larda Avrupa'yı Kuzey Amerika'ya, 1870'lerde Latin Amerika, Asya ve Avustralya'ya ve 1880'lerde Afrika'ya bağlayan denizaltı telgraf kabloları ağıydı.

Demiryollarının ve nakliyenin geniş bir uzantısını mümkün kılan çelikti. Çelik, zor ancak esnek hale getirmek için yeterli miktarda karbon içeren bir demirdir. Çelik 19. yüzyılın sonlarına kadar, bıçak ağızları, saat yayları ve diğer ince nesneler dışında uzun zamandır çok nadir ve pahalıydı. 1860'larda Kentucky'deki bir demir imalat şirketinin sahibi olan William Kelly, erimiş pik demirden hava üflemenin onu çeliğe dönüştürdüğünü keşfetti. Bu süreci geliştiren İngiliz Henry Bessemer, önceki maliyetin onda birine bir seferde birkaç ton erimiş çeliği işleyen dönüştürücüler, büyük kaplar inşa etti. Bundan kısa bir süre sonra, başka bir işlem olan Siemens-Martin açık ocak yöntemi, hurda demir ve düşük kaliteli kömür kullanarak çeliği daha ekonomik hale getirdi. Üçüncü bir yöntem olan 1875'te tanıtılan Gilchrist-Thomas süreci, Bessemer veya Siemens-Martin işlemi tarafından işlenemeyen fosforik demir cevherlerinin kullanılmasını mümkün kıldı. Sonuç olarak, dünya çelik üretimi 1814'te 500.000 tondan 1914'e kadar 60 milyon tona yükseldi. Çelik; gemi, ray, köprü ve hatta tek kullanımlık "teneke" kutu üretimi için yeterince ucuz hale geldi.



Çelik bir kepçe, sıcaklığın yaklaşık 3.000 derece Fahrenheit olduğu ABD Steel'in Gary Steel Works'teki açık ocak firmından çıkan erimiş çeliği kaldırıyor. 19. yüzyılın sonlarında patentli çelik yapmak için çeşitli yöntemler, çeliği raylar, köprüler, gemiler, binalar ve hatta tek kullanımlık kutular için kullanılacak kadar ucuz hale getirdi. Bir yöntem olan Siemens-Martin açık ocak firmı, gelen yakıtı ve havayı ısıtmak için egzoz gazlarının ısısını kullandı ve böylece yakıt maliyetlerinden yüzde 70 ila 80 tasarruf sağladı. Calumet Bölge Arşivi, Indiana Üniversitesi.

Demiryolları, buharlı gemiler ve çelik üretimi, bilimsel eğitimi az olan veya hiç olmayan mucitler ve mühendisler tarafından geliştirilmiştir. 19. yüzyılın ortalarından önce, bilim ve teknoloji arasındaki bağlantılar nadir ve rastlantısalı. Benjamin Franklin'in doğal elektriği araştırması, paratoneri icat etmesine yol açtı; Fransız kimyager Claude Louis Berthollet'in araştırması, geliştirilmiş ağartma yöntemleri ile sonuçlandı ve İtalyan bilimadamı Alessandro Volta'nın deneyleri onu elektrik pilini icat etmeye yöneltti. Ancak daha sıklıkla, teknolojik ilerlemelerin ortaya koyduğu fenomen için açıklamalar arayan bilimadamlarıydı; örneğin, buhar motorları, Fransız bilimadamı Sadi Carnot'un bu motorların ısıyı nasıl harekete dönüştürdüğünü açıklamak için termodinamik yasalarını formüle etmesinden bir yüzyıl önce olmuştu. 19. yüzyılın ortalarında, elektrik ve kimyadaki gelişmelerle birlikte bu durum değişmeye başladı.

Elektrik bilimi, pratik sonuçlar üretmek için yavaştı. 1800'lü yıllarda İtalyan bilimadamı Alessandro Volta tarafından ıslak hücreli pilin icadı ile 1837'de ilk elektrik telgrafı arasında yıllar vardı. 1820'lerde ve 1830'larda Danimarkalı fizikçi ve kimyager Hans Christian Oersted ve İngiliz Michael Faraday elektrik, manyetizma ve hareket arasındaki bağlantıları gösterdiler; ancak keşiflerinin elektrik üretmek için kullanılabilecek kadar 40 yıl geçti.

Telleri, pilleri ve aletleriyle telgraf endüstrisi, yüzlerce genç erkeği elektrik akımının işleyişiyle tanıştırdı ve onlara daha ileri deneyler için imkânlar verdi. Ancak telgraf dışındaki uygulamalar elektriğin pillerin üretebileceğinden çok daha büyük miktarlarda ve daha düşük maliyetle yapılmasını gerektiriyordu. 1860'larda ve 1870'lerde Alman sanayici Werner von Siemens ve Belçikalı elektrik mühendisi Zénobe Gramme büyük miktarda elektrik üreten elektrik jeneratörlerini icat ettiler. Yanan yakıtın veya akan suyun enerjisini yakalamayı, bölmeyi ve yeni yollarla kullanılabileceği uzak yerlere götürmeyi mümkün kıldılar.

Miktar olarak elektriğin ilk uygulaması, meydanları, deniz fenerlerini ve tiyatroları aydınlatacak kadar güçlü ark ışıklarına güç vermektir. Bu, evler ve ofisler için yeterince yumuşak bir elektrik ışığı icat etmek için bir mücadele başlattı. Bir elektrik akımının bir teli veya filamanı, yanmadan önce yalnızca kısa bir an için, sıcak beyaza çevirebileceği iyi biliniyordu.



Edison'un ampülü, önceki modellerde daha düşük akım elektriği, küçük bir karbonize kaplama ve ampul içinde gelişmiş bir vakum kullanan önemli bir gelişmeydi. Bu Edison'un 1879'da tamamladığı başarılı akkor lambasının bir kopyasıdır. ABD İçişleri Bakanlığı, Milli Park Servisi, Edison Ulusal Tarihi Bölgesi.

Bu sorunun üstesinden gelen ilk mucitler, 1878'de İngiltere'de Joseph Swan ve 1879'da Amerika Birleşik Devletleri'nde Thomas Edison'du. Swan'ın yaptığı daha iyi bir ampuldü ama Edison ampülü icat etmekten daha fazlasını yaptı; 1882'de aşağı Manhattan'da binaları aydınlatan bir üretim tesisi ve bir elektrik tesisatı, anahtarlar, sigortalar ve sayaçlar sistemi kurdu.

Mucitler ve mühendisler yakında elektrik için başka kullanımlar da buldular. 19. yüzyılın sonlarındaki harikalardan biri, 1876'da dilsiz ve sağırılar için eğitim veren Alexander Graham Bell adında Amerikalı bir öğretmen tarafından bulunan patentli telefon oldu. Bell, bir tel üzerinden iletilen ilk konuşulan kelimeleri hatırladı: "Daha sonra M'ye (ağızlık) şu cümleyi bağırdım: 'Bay. Watson - buraya gel - seni görmek istiyorum.'" (2) Aletin kendisi basitti; onu gerçekten kullanışlı yapan şey, birçok kullanıcının birbirini arayabileceği bir ağın oluşturulmasıydı. Bu, düzinelerce santral operatörü kullanan kablolar ve operatörlere büyük yatırımlar gerektiriyordu. 20. yüzyılın başlarından itibaren, otomatik anahtarlar müşterilerin bir operatörün yardımı olmadan bir numarayı aramasına olanak sağladı.



18 Ekim 1892'de Alexander Graham Bell, New York'tan Chicago'ya uzun mesafeli telefon hattını açtı. Kıtalararası telefon hizmeti 1915 yılında kurulmuştur. Kongre Kütüphanesi LC-G9-Z2-28608-B

Elektrik ayrıca tramvaylara ve metrolara güç sağlamak için kullanıldı. 1920'lerde, trenler uzun mesafeli seyahat rotalarında elektrikli hale getirildi. Fabrikalarda, elektrik motorları buhar motorlarının yerini aldı. Elektrik; kaynak, döküm alüminyum ve işleme kimyasalları gibi birçok endüstriyel kullanım alanı buldu. Artan elektrik talebini karşılamak için, mühendisler hidroelektrik santralleri ile hızlı akan nehirlerin veya şelalenin enerjisini kullandılar; ilk olarak 1886'da başlayan ve su türbinleri sonunda 200.000 beygir gücü üreten New York'un yukarısındaki Niagara'daydı. Pistonlu buhar motorlarından daha hızlı ve daha verimli olan buhar tür-

binleri, daha büyük jeneratörlere dönüştü. Edison'un enerji santralleri, her zaman aynı yönde akan doğru akım üretmişti; ancak böyle bir akım sadece kısa mesafelerde iletilir. 1890'larda Sırp fizikçi Nicola Tesla ve Amerikalı sanayici George Westinghouse, trafoları 110 veya 220 volta düşürdüğü uzak şehirlere veya fabrikalara 100.000 volttan daha fazla elektrik enerjisi taşıyabilen alternatif akım veya AC'yi tüketicilere tanıttı. Elektrik endüstrisi kısa süre sonra ilk sanayi devriminin değirmenlerini ve demiryollarını gölgede bıraktı. 20. yüzyılın başlarında, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki General Electric ve Westinghouse ve Almanya'daki Siemens ve AEG gibi güçlü şirketler hâkim oldu.

Soda ve çamaşır suyu gibi inorganik kimyasalların endüstriyel üretimi 18. yüzyılın sonlarında başladı. Karbon kimyasalları içeren organik kimyasallar ilk kez 1856'da İngiliz kimyager William Perkin kömür katranından mor bir boya oluşturduğunda sentezlendi. Onun keşfini takiben, Alman kimyagerler bir dizi başka boyayı sentezlediler ve Alman kimya şirketleri Bayer, Hoechst ve BASF'nin temellerini attılar ve yirminci yüzyılın başlarında bunları DuPont, Eastman Kodak ve Standard Oil izledi. Sentetik boyalar, Hindistan'ın en önemli ihracat ürünlerinden biri olan indigo gibi doğal boyaların pazarını mahvetti.

Kimyadaki araştırmalar bitmeyen bir sentetik ürün akışı yarattı. 1866'da İsveçli Alfred Nobel, tehlikeli dengesiz nitrogliserine dayanan bir patlayıcı olan dinamiti üretti. 1909'da Alman kimyager Fritz Haber, gübre ve patlayıcı endüstrilerinde hammadde olan amonyak üretmek için bir yöntem keşfetti. I. Dünya Savaşı'ndan sonra kimyagerler sentetik kauçuk, naylon, polietilen ve aspirin, vitaminler ve hormonlar gibi diğer plastik ve ilaçları yaratmayı başardılar.

Makine ve kimyasallar tarımı ev işlerinden sanayi ürünlerinin imalatına dönüştürdü. Endüstriyel tarıma geçiş, asırlık gelenekleri bozmadan yeni yöntem ve ekipmanların tanıtılabileceği Kuzey Amerika'nın orta batı bölgesinde belirgindi. Yenilikler arasında, çayırın ağır toprağını devirmek için çelik bıçaklı pulluk ve tahıl hasat etmek için mekanik orak makineleri, harman makineleri ve biçerdöverler vardı. 1890'larda, büyük çiftlikler günde 100 dönüme kadar hasat edebilen buhar traktörleri ve biçerdöverler kullandılar. 1915'ten sonra benzinli traktörler buhar motorlarının, atların ve katırların yerini almaya başladı. Çiftçiler ayrıca artan miktarda kimyasal gübre ve böcek ilacı kullandılar. Bu yeniliklerle, 1946'da Amerikalı bir çiftçi, bir asır önceki sefinden üç kat ve Asya, Afrika veya Güney Avrupa'daki bir çiftçiden beş kat daha fazla olmak üzere 15 kişiyi besleyebilirdi. Bu, gelire göre gıdaları dünyanın diğer bölgelerine göre çok daha ucuz hale getirdi ve Kuzey Amerikalı tüketicilerin çok daha fazla et yemesine olanak sağladı. 1890'lardan başlayarak, yeni makineler daha büyük, daha başarılı çiftçilere fayda sağladı, ancak hâlâ devam eden bir süreç olan küçük aile çiftliklerini işsiz bıraktı.

Kimya ve elektrik, önceki teknolojilerin temelini oluşturan zanaat becerilerinden çok daha fazla bilgi gerektiriyordu. Bilimadamları çok fazla yeni bilgi üretmişlerdi, ancak 19. yüzyılın ortalarında, sorunlar o kadar karmaşık hale geldi ve bunları araştırmak için ekipman o kadar pahalıydı ki, zengin amatörler bile yetişemedi. Bundan sonra, yeni bilgi sadece iyi finanse edilmiş endüstriyel veya üniversite laboratuvarlarında çalışan araştırmacı ekiplerinden gelebilirdi. Zanaatkârların becerileri ve mühendislerin eğitimi hâlâ gerekliydi (ve her zaman öyle olacaktı), ancak ileri teknolojiler giderek daha fazla, sadece üniversitelerde edinilebilecek bir bilim bilgisine bağlıydı. İlerlemenin anahtarı, zanaat becerilerini bilimsel bilgiyle birleştirmekti; İngiliz filozof Alfred North Whitehead'ın açıkladığı gibi: "On dokuzuncu yüzyılın en büyük icadı, buluş yönteminin icadıydı."

Bilimsel araştırmaları sanayiyle ilişkilendiren ilk ülke Almanya idi. 19. yüzyılın ortalarında o ülke, endüstrilerle yakın bağları olan araştırma laboratuvarlarına sahip teknik üniversitelere sahipti. Oradan, bu fikir 1865'te Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün kurulmasıyla Amerika Birleşik Devletleri'ne yayıldı. 1876'da Thomas Edison, New Jersey'deki Menlo Park'ta 50 çalışanı olan bir laboratuvar kurdu. Edison kendi kendini eğitmiş olmasına rağmen, fizikçi, kimyager ve matematikçi istihdam etmesi gerektiğini biliyordu. Bu buluş fabrikasında, ampulü, fonografı ve hareketli görüntüleri yarattılar. Menlo Park'tan bir araştırma laboratuvarı fikri, ülke çapındaki elektrik ve kimya şirketlerine yayıldı. 1880'de Standard Oil, 1901'de General Electric, 1902'de DuPont, 1911'de Amerikan Telefon ve Telgraf Şirketi (AT&T) ve 1913'te Eastman Kodak bir laboratuvar açtı. 1938'de sadece ABD'de 2.200 kurumsal araştırma laboratuvarı vardı, yeni ürünler geliştirmek ve şirketlerinin pazar payını patent akışı ile korumak amacıyla Alman yetkililer de kapsamlı araştırma programları yürüttü.

En önemli araştırma merkezleri arasında elektronik alanında uzmanlaşmış AT&T'nin araştırma kolu Bell Laboratories vardı. Elektrik ve kimya gibi, elektronikler de bilimsel teori ile deneme-yanılma deneylerinin etkileşimini gösterir. Elektromanyetizmanın temeli, ilk olarak 1821'de Michael Faraday tarafından önerilen ve 1873'te James Clerk Maxwell tarafından matematiksel olarak ifade edilen elektromanyetik indüksiyon teorisiydi. 1887'de Alman fizik profesörü Heinrich Hertz, ışık dışında elektromanyetik dalgaların varlığını gösterdi. Bu teoriler ve deneyler yakında pratik uygulamalar üretmeye başladı. 1895'te Alman fizikçi Wilhelm Roentgen, tıbbı önemli bir katkı sağlayan X-ışınlarını keşfetti. Aynı yıl Guglielmo Marconi, bilgi iletmek için elektromanyetik dalgaların kullanılabileceğini keşfetti. Zengin İrlandalı-İtalyan bir aileden genç bir adam olan Marconi, ailesinin İtalya'daki malikânesinde ev yapımı ekipmanlarla denemeler yaptı. Telsiz Mors koduyla mesaj gönderebileceğini fark ettiğinde, gemileri ufukta kaybolur kaybolmaz iletişimsiz

kalan İngiliz donanmasına ve ticaret denizciliğine satma umuduyla “kablosuz telgraf” sisteminin patentini aldı. 1899’da İngiliz Kanalı ve iki yıl sonra Atlantik Okyanusu üzerinden bir sinyal göndermeyi başardı.

Bu gelişme, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri’ndeki mucitler arasında bir mücadele başlattı. Marconi’nin sistemi, çatırdayan bir ses üreten ve bu nedenle yalnızca Mors kodunu iletmek için kullanılabilen radyo dalgaları oluşturmak için kıvılcımlar kullandı. Diğer mucitler, ses ve müzik iletmek için de kullanılabilecek sürekli dalgalar yayan aletler tanıttılar. 1915 yılında, bu aletler sabit telefonla New York ve San Francisco’ya, radyotelefon ile New York ve Paris’e bağlanmayı mümkün kıldı.

Elektrik ve kimya gibi elektronikler de hızla büyük şirketleri doğurdu. Marconi şirketinin kontrolünü elinde tuttu ancak diğer mucitler AT&T, RCA ve Telefunken’e patentlerini sattı veya kaybetti. 1920’lerde, birkaç istisna dışında, elektronik alanındaki gelişmeler şirket araştırma laboratuvarlarından ortaya çıktı. Edison ve Marconi’nin kariyerleriyle çok çarpıcı bir şekilde resmedilen mucitler çağı sona ermek üzereydi. Yine de büyük şirketler adına hafızaları canlı tutuluyor: İngiltere’deki Marconi Company Ltd. ve ABD’deki çeşitli Edison Electric şirketleri.

1920’lere gelindiğinde, noktadan noktaya radyo dünya uluslarını ve çoğu gemiyi denizde birbirine bağladı. 1930’larda ucuz kısa dalga radyo uzak yerlere ve hatta motorlu taşıtların vericilerle donatılmasına izin verdi ve bireyler dünyada ayar yapabilen alıcıları karşılayabiliyordu.

Yayın, 1920 yılında Westinghouse Company tarafından inşa edilen Pittsburgh’daki KDKA istasyonu ile başladı. 1920’lerin ortalarına gelindiğinde, radyo istasyonları ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri’nde ve sonra Avrupa’da çoğalıyordu, üreticiler ucuz alıcılar inşa ettiler ve bunları spor, pembe diziler, müzik ve haber programlarını dinlemek isteyen müşterilere sattılar. Amerika Birleşik Devletleri’nde yayın yapmak, programlarını ürün ve hizmetleri için reklamlarla dağıtma hakkı karşılığında programlara sponsor olan işletmeler tarafından desteklendi. Böylece insanları reklamı yapılan ürünlere para harcamaya teşvik eden tüketici kültürüne katkıda bulundular. Diğer birçok ülkede yayıncılık, radyo alıcılarına uygulanan vergilerle ödenen bir devlet tekeliydi ve genellikle kültürel olarak canlandırıcı programlar ve hükümet onaylı haberler yayınladı.

20. yüzyılda hiçbir teknolojinin insan yaşamı ve çevre üzerinde içten yanmalı motordan daha büyük bir etkisi olmamıştır. Yangın kutusunun silindirden ayrıldığı bir buhar motorunun aksine, bir içten yanmalı motorda yakıt, daha fazla enerjinin harekete dönüştürüldüğü silindirin içinde yakılır. Fikir 17. yüzyılda ortaya çıkmış olsa da, ilk çalışma modeli 1859’da Fransız mühendis Etienne Lenoir tarafından inşa edildi. Binlercesi fabrikalarda ve atölyelerde kullanılmak üzere satıldı ancak

kömür gazı kullandıkları ve belediye gaz şebekelerine bağlanmaları gerektiğinden araçları itmek için kullanılamadılar.

Bir sonraki hedef, içten yanmalı motoru gaz şebekesinden ayırmaktı. 1883 yılında Alman mühendis Karl Benz, petrolden gazyağı üretiminin bir yan ürünü olan benzini buharlaştırmanın bir yolunu buldu. Üç yıl sonra, başka bir Alman mühendis Gottlieb Daimler'in yaptığı gibi üç tekerlekli bir arabaya benzinli motor taktı. Daimler ve Benz kısa süre sonra güçlerini birleştirdiler ve ilk otomobilleri üretmeye başladılar. Diğer girişimciler buhar motorlu veya elektrikli motorlu otomobiller inşa ettiler, ancak benzinli motorlar yirminci yüzyılın başlarında galip çıktı.

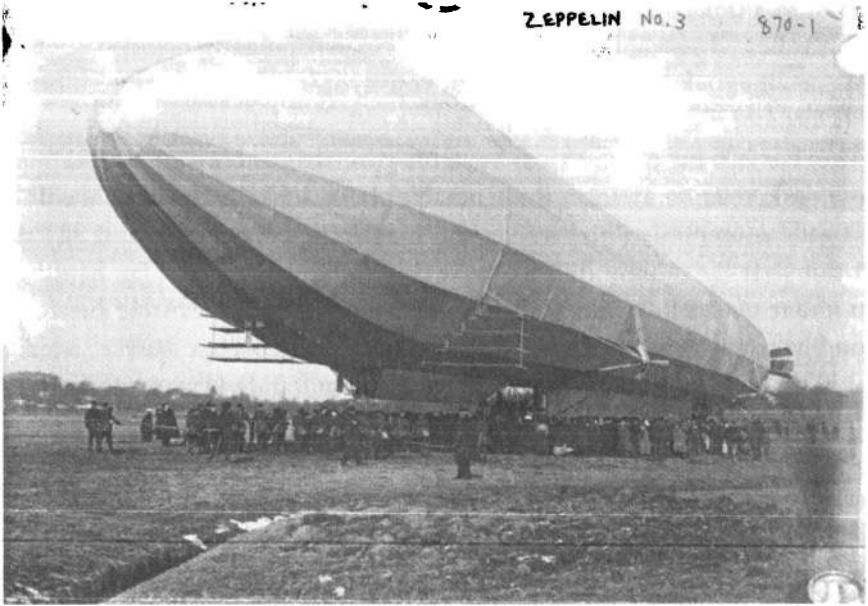
Birçok eski otomobil üreticisi arasında en başarılısı Amerikalı makinist Henry Ford'du. 1896'da yaptığı ilk arabası, dönemin diğer tüm arabaları gibi el yapımıydı. 1908'de, çiftçiler ve işçiler için tasarlanmış ve ortalama bir işçi için birkaç aylık maaş olan 825 dolara satılan basit, sağlam ve bakımı kolay bir araba olan Model T'yi tanıttı. Beş yıl sonra, iki iyi üretim tekniğini, silah endüstrisinden değiştirilebilir parçaları ve et paketleme tesislerinden konveyör bandını birleştirerek bir montaj hattında otomobiller inşa etmeye başladı. Kemer arabaları işçiden işçiye hareket ettirdikçe, her biri bir parça ekledi veya bir görev yaptı. Ford'un montaj fabrikası maliyetli makineler ve ayrıntılı mühendislik planları gerektiriyordu, ancak bir kez başladığında otomobilleri hızlı ve verimli bir şekilde ortaya çıkardı. 1927'de Ford her 24 saniyede bir otomobil üretiyor ve 300 dolardan daha az bir fiyata satıyordu. Bu kadar ucuz olmasının nedenlerinden biri hepsinin birbirine benzemesidir; Ford'un bir keresinde dediği gibi: "Her müşteri, siyah olduğu sürece, istediği herhangi bir renge boyanmış bir arabaya sahip olabilir." (4) O zamana kadar Ford, 1950'lerden önce diğer tüm otomobillerden çok daha fazla 15 milyon Model T satmıştı.

Bu arada, başka bir tür içten yanmalı motor olan dizel, daha ağır kullanımlar için buharla yarışüyordu. 1892'de Alman mühendis Rudolf Diesel tarafından patenti alınan ve 1897'den itibaren üretilen dizel motorlar, gemiler, ağır kamyonlar ve endüstri için çok uygundu ve hatta 1930'larda buharlı lokomotiflerin yerini almaya başladı.

Bu dinamik değişim döneminde ortaya çıkan yenilikler arasında, kamusal heyecanı en çok uyandıran şey, eski çağlardan beri insanların bir hayali olan uçuş olasılığıydı. 19. yüzyılın sonlarında, birkaç kişi soruna bilimsel olarak yaklaştı. İngiltere'de Sir George Cayley, Almanya'da Otto Lilienthal ve ABD'de Samuel Langley planörlerle ve model uçaklarla denemeler yaptı. Hiçbiri bir insanı havada birkaç saniyeden fazla tutamadı. Alman Kont Ferdinand von Zeppelin'in öncülük ettiği bir çözüm, saatte 65 mil hıza kadar büyük mesafeleri kat edebilen, havadan daha hafif katı zeplinler inşa etmektir. Alman zeplinleri,

6 Mayıs 1937’de *Hindenburg*’un Lakehurst, New Jersey’de alevler içinde patladığı ve gemideki 97 kişiden 35’ini öldürdüğü zamana kadar lüks transatlantik yolcu hizmeti sağladı.

Almanlar ilk zeplini inşa ederken, iki Amerikalı bisiklet tamircisi, Wilbur ve Orville Wright, havadan daha ağır makinelerle deneyler üzerinde çalışıyor ve uçurtma, planör ve model uçakların çeşitli konfigürasyonlarını test etmek için bir rüzgâr tüneli inşa ediyorlardı. Ayrıca, bir insanı yerden kaldırabilecek kadar hafif ve güçlü olan ilk güç kaynağı olan bir benzinli motor yaptılar. 17 Aralık 1903’te Orville tarafından yönetilen ilk uçakları 120 fitlik bir mesafe üzerinde 12 saniye uçtu. Daha da önemlisi, Wright kardeşler uçaklarını kontrol edebildiler. Ertesi yıl, Ohio, Dayton’un dışındaki bir merada, tam bir daire içinde 4,080 fit mesafeden başka bir uçağı daha uçurdular.



1. Dünya Savaşı’ndan önce, Almanya içinde yolcu gezileri için hidrojenle doldurulmuş sert hava gemileri olan zeplinler kullanıldı. Savaş sırasında zeplinler Fransız ve İngiliz şehirlerine bomba attı. 1930’larda, düzenli tarifeli uçuşlar Atlantik’i geçerek Amerika Birleşik Devletleri ve Brezilya’ya gitti. Zeplin uçuşları 1937’de New Jersey’deki Lakehurst’ta, Hindenburg’u bir yangının yok etmesiyle sona erdi. Kongre Kütüphanesi LC-B2-860-1 [P&P]

Bundan sonra, gelişmeler hızlı bir şekilde art arda geldi. 1905’te Wright kardeşler deneme uçuşlarına yolcu almışlardı. İnsanların “havadan daha ağır makine”de uçtukları haberi yayıldıktan sonra, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri’ndeki diğer mucitler yakında Wright kardeşleri aşan uçaklar yapmaya başladı. I. Dünya Savaşı havacılığın gelişimini hızlandırdı. Almanya, Fransa ve İngiltere, 1914 ve

1918 yılları arasında çoğunlukla savaş ve gözlem uçakları olmak üzere 200.000 uçak ürettiler.

Savaştan sonra, hava öncüleri mesafe ve hız rekorları kırdı. Charles Lindbergh'in ve Amelia Earhart'ın 1927 ve 1932'de Atlantik'teki tek kişilik duraksamayan uçakları uzun mesafeli seyahatler için havacılık olanaklarını gösterdiler. Askeri siparişlerin yanı sıra, uçak üreticileri sivil pazarlara yoğunlaştı, hava postası ve yolcu taşımak için uçaklar yaptılar. Geri çekilebilir iniş takımları, metal kaplamalar, uçuş belgeleri ve güvenilir hava raporları gibi iyileştirmeler havacılığı daha hızlı ve daha güvenli hale getirdi. Havacılık gelişimine birçok ülke katıldı. 1930'larda İngiltere, Almanya ve Japonya yeni bir çatışma beklentisiyle savaş uçaklarına odaklanırken, ABD Douglas DC-3 gibi güvenilir yolcu uçaklarında başarılı oldu.



Orville Wright 41. uçuş denemesini Eylül 1905'te Ohio, Dayton dışında yaklaşık 60 fit yüksekliğinde yaptı. Burada gösterilen Flyer III, 1903'te Kitty Hawk'ta olan orijinal Flyer I'in çok geliştirilmiş bir versiyonuydu. Wright kardeşler birkaç patent davasına katıldılar ve üç yıl boyunca tekrar uçmadılar. Kongre Kütüphanesi LC-W861-75

Sanayileşme; pamuklu kumaş, demir ve seramik gibi ürünlerin seri üretiminden ve elektrik ve havacılık gibi şaşırtıcı yeni teknolojilerin kullanılmasından çok daha fazlasını içeriyordu; öyle ki sıradan insanların yaşama, yemek yeme, giyinme ve eğlenme biçimlerini de değiştirdi. Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'daki seri üretim, seri tüketimi gerektiriyordu. 19. yüzyılın sonlarına doğru fabrikalar, hazır giyim, aletler, silahlar, inşaat malzemeleri ve daha birçok ürünü düşük fiyatlarla çok

miktarda üretiyordu. Model T gibi ürünler milyonlarca tüketicinin erişimindeydi. İnsanları ürünlerini satın almaya ikna etmek için üreticiler dergilere, reklam panolarına ve radyoya reklamlar verdiler.

Endüstriyel ürünler evleri ve kadınların hayatını değiştirdi. Konserve ürünler ve paketlenmiş tahıllar gibi fabrikada işlenmiş gıdalar alışveriş ve pişirme işini kolaylaştırdı. Evlere borulardan akan suyu ve beraberinde tuvaleti, lavabo ve küvetleri getirdi. Gazlı ocaklar ve su ısıtıcıları, yemek pişirirken ya da su ısıtırken odun veya kömür sobası kullanmaktan çok daha kolay ve temiz hale getirdi. Ayrıca 1890'lı yıllarda elektrikli ampuller, eskiden geceleri evleri aydınlatmak ve ısınmak için kullanılan gazyağı ve mumların yerini aldı. Evdeki diğer tüm gelişmeler gibi, elektrik ilk olarak çok zenginlerin evlerini dönüştürdü ancak yavaş yavaş, Amerika, Avrupa ve Japonya'daki orta sınıf evlerde de yaygınlaştı. 1920'lerde ve 1930'larda elektrik çiftliklere ve kasabalara dağıtıldı. Kadınların yaşamları özellikle evin elektriğinden etkilenmiştir. Elektrikli çamaşır makineleri çamaşır yıkama işini azalttı. Elektrikli ütüler, özellikle sıcak günlerde çok rahatsız edici bir süreç olan ağır ütüler ısıtmak için ocakta ateş tutma ihtiyacını ortadan kaldırmıştır. Elektrikli süpürgeler temizliği kolaylaştırdı ve buzdolapları her gün alışveriş yapma ihtiyacını azalttı.

Durumu iyi olan aileler, bu ev aletlerinin yanı sıra hizmetkârları da karşılayabiliyordu ancak orta sınıf kadınlar için faydaları çok belirgin değildi. 19. yüzyılda, orta sınıf hane halkı hizmetçi istihdam etmişti. Fakat 20. yüzyılın başlarında, işçi sınıfı kadınları fabrikalarda, mağazalarda ve işyerlerinde daha iyi ücretli işler buldukça, orta sınıf kadınlarının çoğu yeni aletlerinin yardımıyla kendi ev işlerini yapmak zorunda kaldılar. İç mekân mutfakları, banyolar ve tuvaletler temizlenmeliydi. Daha fazla kıyafet daha fazla yıkama ve ütüleme anlamına geliyordu. Gıda ve giyim kalitesindeki artışlara ve orta sınıf standartlarının talep ettiği temizlik ve beslenme seviyesine ayak uydurabilmek için, özellikle büyük aileleri olan kadınlar, anneleri ve büyükanneleri kadar sıkı çalışmak zorundaydılar.

Kitlesel üretim barış zamanında insanları etkilemesine rağmen, savaş zamanında kitlesel yıkıma neden oldu ve milyonlarca insanın hayatını mahvetti. Doğa üzerindeki gücün bazı insanlara diğerleri üzerinde güç verdiği fikrini, 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarındaki yeni teknolojilerin askeri sonuçlarından daha iyi hiçbir şey gösteremez.

1869 ve 1914 arasında, sanayi ülkeleri 1870-1871 ve 1904-1905 yıllarında iki kısa savaş hariçinde birbirleriyle barış halindeydi. Ancak Batılı olmayan insanlar için bu bir istila ve yenilgi zamanı idi. ABD, Kanada ve Güney Amerika cumhuriyetleri kıtalarının fethini tamamladılar. Avrupa ülkeleri Afrika, Güneydoğu Asya ve Pasifik'te büyük imparatorluklar kurdular. Rusya, Orta Asya'ya genişledi ve Mançurya ve Kore'nin kontrolü için Japonya ile savaştı. On üçüncü yüzyılın Mo-

ğol İmparatorluğu'ndan beri bu kadar çok toprak ve halk bu kadar hızlı boyun eğdirmemişti.

Bu olağanüstü genişlemeyi mümkün kılan, sanayi ülkelerine dünyanın geri kalanına karşı büyük bir avantaj sağlayan bir dizi teknolojik yenilikti. Çelikten yapılan tüfekler, az sayıda askerin misket tüfeği, mızrak veya oklarla donanmış savaşçıları yenmesine izin verdi. Buharlı gemiler ve trenler, askerleri uzaktaki savaş alanlarına hızlı bir şekilde taşıyabilirken, makineli tüfeklerle veya hızlı ring toplarıyla silahlı gemiler nehirleri ve limanları duman altı ediyordu. 1820'de kına ağacının kabuğundan çıkarılan bir ilaç olan kinin, sömürge ordularını sıtmadan korumuştur. 1911'de, ilk insan uçuşundan sadece sekiz yıl sonra, İtalyan ordusu uçakları Libya savaşçılarına ateş etmek için kullandı. Sanayi ürünleriyle donanmış olanlar için savaş bir meydan okumadan çok bir oyun haline geldi.

Sonra I. Dünya Savaşı geldi. 1914'ten 1918'e kadar sanayi ülkeleri silahlarını birbirine çevirdi. Birbirlerinin vatandaşlarını daha verimli bir şekilde öldürmek için, kaynakları yeni bilimsel araştırmalara adadılar ve yenilik sürecini hızlandırdılar. Ağır endüstriler tonlarca mühimmat, makineli tüfek ve bombardıman silahı üretti. Savaş alanlarında, ordularda milyonlarca top mermisi ve makineli tüfek mermisi, düşmanlarını genç erkeklerden kaçmadan önce öldürmeyi umuyordu. Azottan gübre ve patlayıcı yapma yöntemi nedeniyle Nobel Ödülü alan Fritz Haber de zehirli gazlar geliştirdi. Arkalarında duran ağır sanayiye rağmen, cephedeki askerler hâlâ dikenli tel bobinlerinin üzerinden kurşun ve zehir bulutlarının arasında yürümek zorunda kaldılar ve milyonlarca insan öldü.

19. yüzyılın ortalarından sonra, sanayi ulusları ve kentleri, daha önceki zamanların en kötü çevre sorunlarının hafifletilmesi için önlemler almaya başlamıştı. Su kaynaklı hastalıklarla, özellikle de kolera ile mücadele etmek için su ve kanalizasyon sistemleri inşa etmeye başladılar. 20. yüzyılın başlarında, otomobillerin tanıtımı, büyük bir kentsel kirlilik sorununa, atların her gün şehir sokaklarına bıraktığı tonlarca gübre ve idrara bir çözüm olarak karşılandı.

Bu önlemler yerel kentsel kirliliğin en kötü yönlerini hafifletti ancak çevresel değişim hızlandı ve tüm bölgelere yayıldı. 1890'a gelindiğinde, dünya enerjisinin yarısı hava kirliliğiyle orantılı bir artışla kömür yakmaktan geldi. Binalara kereste sağlamak için tüm ormanlar kesildi. Hindistan, Avustralya ve Batı Amerika'nın kurak bölgelerinde mühendisler, firavunların en görkemli hayallerini gölgede bırakan geniş sulama projeleri planladılar. Batı ABD'deki kamu arazilerinden sorumlu İslah Bürosu'nun bir yetkilisi bu çağın ahlakını şu sözlerle ifade etmişti:

“İnsanın kaderi tüm dünyaya sahip olmaktır ve dünyanın kaderi insana tabidir. Dünyanın büyük bir kısmı fethedilemez ve dünyanın büyük bölümleri onun yüksek kontrolünün dışında kalırsa, insanlık

gerçek bir tatmine ulaşamaz. Sadece dünyanın bazı bölümleri mevcut en iyi bilgiye göre geliştirilip insan kontrolü altına alındığında, insanın dünyaya sahip olduğu söylenebilir.” (5)

İlk sanayi devrimi, Büyük Britanya’yı 19. yüzyılda zenginlikle tanıştırdı ve iktidardaki rakiplerinin önüne geçirdi. Bununla birlikte, 1869-1939 döneminin teknolojik yeniliklerinin çoğu Almanya ve ABD’de gerçekleşmiştir. Yeterli kaynaklara ve eğitilmiş işçilere sahip olanlar, yeni teknolojileri yeniden üretmeyi oldukça kolay buldukları için, diğer ülkeler Almanya ve ABD’yi yakından takip etti. Bunlar arasında sadece Batı Avrupa’nın diğer ülkeleri değil, Rusya ve Japonya da vardı.

19. yüzyılın ortalarında, Rusya Batı Avrupa’ya kıyasla teknolojik olarak geri kalmıştı. Otokratik bir hükümeti, yozlaşmış bir aristokrasisi ve son zamanlarda kölelikten kurtulan büyük bir köylü nüfusu vardı ancak diğer ülkelerin teknolojik gelişmelerini taklit edebilecek neredeyse hiç orta sınıf yoktu. Sanayileşme ancak hükümet kararıyla gerçekleştirildi. Rusya’yı sanayileşmiş ülkelerin saflarına getirmek için ilk ciddi girişim 1892’den 1903’e kadar maliye bakanı Sergei Witte’nin çalışmasıydı. Onun yönetimi altında ülke, geniş kömür ve demir cevheri rezervlerinden yararlanmaya ve çelik fabrikaları inşa etmeye başladı. Rus demiryolu ağı, 1870’te 6.670 milten 1915’te 40.450 mile ulaştı ve Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri’nden sonra ikinci sıraya yerleşmiş oldu. En etkileyici olan ise dünyanın en uzun hattı olan Moskova’dan Pasifik Okyanusu’na kadar Trans-Sibirya idi. 1900’e gelindiğinde, lokomotiflerin, rayların ve diğer ekipmanların çoğu Rusya’da üretildi. Ancak sanayileşme Rus halkının yaşam standartlarını iyileştirmede.

I. Dünya Savaşı ve 1921’e kadar devam eden devrimci savaşlar Rus sanayileşmesini 20 yıl geriye götürdü. Yakıt yetersizliği nedeniyle trenler durdu, raylar parçalandı, fabrikalar kapandı ve bilimsel araştırmalar sona erdi. Ancak ülke, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği’nin adını değiştirdi, muazzam hammadde rezervlerine ve Avrupa’nın en büyük nüfusuna sahipti. 1917’de iktidarı ele geçiren komünistler, Batı’ya yetişmeyi hayal ettiler. Liderleri Vladimir Lenin, “Elektrifikasyon artı Sovyet gücü eşittir komünizme,” dedi.

1927’den sonra, halefi Joseph Stalin, SSCB’yi rekor sürede sanayileştirmeye kararlıydı. Programının bir kısmı, köylüleri Amerikan Midwest’in büyük mekanize çiftliklerinin taklidinde traktör, harman ve diğer tarım makinelerine sahip ve işleten Makine Traktör İstasyonları tarafından sunulan kolektif çiftliklere zorlamaktı. Bu yaygın kıtlıklara neden olan bir felaketti. Programının diğer yarısı olan Beş Yıllık Planlar başarılı oldu. 1930’larda, diğer sanayi ülkeleri Büyük Buhran’da dururken, Sovyetler Birliği kömür, demir, çelik ve ağır makine üretimini üç katına çıkardı. Hükümet devasa hidroelektrik barajları, çelik kompleksleri ve tüm sanayi şehirlerini büyük bir hızla inşa etti. Yeni ağır endüstrilerin üretimi muazzamdı, ancak

tüketim malları ihmal edildiğinden ve yaşam standartları savaş öncesi seviyelerin altına düştüğünden maliyet de arttı.

Japonya'nın sanayi güçlerinin saflarına yükselmesi herkesi şaşırttı. Japonya, yeterli demiri ve kömürü olmadığı için sanayileşme için olası bir aday gibi görünmüyordu. Bunun yerine, teknolojik ve ekonomik başarıları, hükümet girişimleri, özel girişimler ve halk desteğinin benzersiz bir kombinasyonundan geldi.

Japonya 1854 yılına kadar dünyanın geri kalanından izole edilmişti. Japonların yurtdışına seyahat etmesi yasaklandı ve yabancılar ülkeye kabul edilmedi; sadece Nagasaki limanındaki küçük bir adaya yılda sadece bir Hollanda gemisinin yanaşmasına izin verildi. Yine de, bu zayıf bilgi kaynağı aracılığıyla, eğitilmiş Japonlar Batı teknolojisinin gücünün ve tehlikelerinin farkına vardılar. Milliyetçi Sakuma Shonan şöyle yazdı: "Vapur, mıknaş ve telgrafın icadı ile artık doğa yasalarını kontrol etmeleri şaşırtıcı." (6)

1854'te Tokyo Körfezi'nde bir Amerikan savaş gemisinin ortaya çıkışı Japon toplumunda devrim niteliğinde bir değişiklik başlattı. 1868'de eski hükümet, "zengin ulus, güçlü ordu" yaratmaya kararlı olan seçkin bir genç modernleştirici olan "Meiji oligarkları" tarafından devrildi. (7) Bunu ancak Japonya'nın kültürünü, toplumunu ve ekonomisini dönüştürerek başarabileceklerini biliyorlardı. Batı'ya yetişmek için yeni hükümet yurtdışına yüzlerce öğrenci gönderdi. Ayrıca, Deniz Harp Okulu (1870 yılında kuruldu), İmparatorluk Mühendislik Koleji (1873), Tokyo Üniversitesi (1877) ve diğer okullarda ders vermeleri için yabancıları işe aldı. Tokyo'daki İmparatorluk Mühendislik Koleji'nde ders veren, dünyanın ilk elektrik mühendisliği profesörü William Ayrtton adında bir İngiliz idi.

Demiryolları inşa etmek, 1870 yılında başlayan yeni liderlerin ilk önceliğiydі çünkü bu sektörü ekonomik kalkınmanın anahtarı olarak gördüler. Tokyo'dan Yokohama'ya ilk hattın inşası bir İngiliz mühendis tarafından yönetildi. İnşaatın zirvesinde, hükümet 256 yabancı mühendis ve teknisyen istihdam etti; rayların ve ekipmanların çoğunu ithal etti. Ancak yabancıların da bilgilerini Japon mühendislerle aktarmaları gerekiyordu. 1881'de yabancıların yerini Japonlar aldı. 1907'de Japonya'nın lokomotifleri ve diğer demiryolu ekipmanlarını ithal etmesine artık gerek yoktu. Japonlar kendi ekipmanlarını kullanarak kendi ağlarını kurarken, sanayi ürünlerini elde ettiler ancak daha da önemlisi, süreci ve bilgiyi edindiler.

Japonya'da çok az kömür olmasına rağmen, çok hızlı akan nehirleri vardı. İlk hidroelektrik santrali 1881 yılında inşa edilmiştir. Birçoğu Ayrtton veya öğrencileri altında çalışmış olan elektrik mühendisleri Hitachi, NEC, Fujitsu ve Toshiba gibi şirketleri kurmuştur. Bu firmalar, En son teknolojiyi elde etmek için General Electric, AT&T ve Siemens'ten lisanslı patentleri veya yabancı ürünlerin nasıl çalıştıklarını belirlemek için onları birbirinden ayırarak "tersine mühendislik" yaptı. Bol

hidroelektrik gücü ve en son teknoloji ile Japonya kısa sürede dünyaya elektrikte öncülük etti. 1935'e gelindiğinde, Japon hane halklarının yüzde 89'unun elektriği vardı, bu oran ABD'de yüzde 68 ve İngiltere'de yüzde 44 idi.

Japon liderlerin amacı yalnızca uluslarını zengin yapmak değil, aynı zamanda da güçlü bir ordu kurmaktı; bu durumda diğer sanayi ülkelerinin liderlerinden farklı değildi. Meiji döneminin başından itibaren hükümet cephanelikler, tersaneler kurdu ve demir dökümhaneleri, çelik fabrikaları inşa etti. Ayrıca Kawasaki ve Sumitomo gibi özel şirketlere de sipariş verdi. Demiryollarında ve elektrikte olduğu gibi, yabancı mühendisler ve vasıflı işçiler Japonları eğitmek için getirildi ve ardından evlerine gönderildi. 1900 yılında Japonya, 1905'te bazıları Rusya karşısındaki şaşırtıcı zaferine katılan savaş gemileri üretmeye başladı. 1930'lara gelindiğinde, Japon donanması Pasifik savaşına hazırlık için uçak gemileri inşa ediyordu. Hükümet ve özel teşebbüsün bir araya gelmesiyle ve diğer ülkelerden öğrendikleriyle Japonlar, Batı Avrupa ülkelerini yakalamayı ve bazı durumlarda onları geçmeyi başardılar.

İş rekabeti ve ulusal rekabet, Batı uluslarını ve Japonya'yı teknolojik inovasyonda ön planda tuttukça, dünyanın geri kalanı daha da düştü. Ayak uyduramamak, genellikle daha zengin ve daha güçlü gelişmiş ülkelerin taleplerinden kaynaklanıyordu. Sanayi ülkeleri, kendi üretemedikleri hammaddelere ve tarımsal ürünlere ihtiyaç duyuyordu. Asya, Afrika ve Güney Amerika'dan bakır, kalay, altın ve diğer metalleri ithal ettiler. Nüfusları ve yaşam standartları yükseldikçe, artan miktarda çay, kahve, şeker, muz ve diğer tropik ürünleri, yün, et, sığır ve koyun postlarını tükettiler. Bu ticareti hızlandırmak için gemiler, demiryolu ve madencilik ekipmanları ihraç ettiler.

Japon demiryollarını aynı dönemde Hindistan demiryollarıyla karşılaştırmak öğreticidir. 1890'da Japonya, Hindistan'ın 17.000'ine kıyasla 1.000 mil demiryoluna sahipti; 40 yıl sonra, Japonya'nın Hindistan'ın 44.000 miline 16.000 mil vardı. Ancak, Hindistan Büyük Britanya'nın bir kolonisi olduğu için, tüm mühendisler İngiltere'den istihdam edildi ve neredeyse tüm rayları ve ekipmanları ithal edildi. 1921'de demiryollarını araştıran bir komite şunları bildirdi:

“Son rapora göre, Hindistan demiryollarında yaklaşık 710.000 kişi istihdam edilmiştir; bunlardan 700.000'i Hintliler ve sadece 7.000'i Avrupalı idi, bu oran sadece yüzde 1 idi. Ancak 7.000 kişi, bir bardak suyun üstünde ince bir tabaka yağ gibiydi; en yüksek görevlerin hiçbirisi Hintlilere verilmemiştir, kıdemliler bile oldukça az...” (8)

Hindistan demiryolu ağı Japonlarınkinden çok daha uzun olmasına rağmen, İngiliz endüstrisinin ve teknolojisinin bir uzantısıydı. Hindistan, endüstrinin ürünlerinden, bunları üretmeyi öğrenmeden yararlandı.

Bununla birlikte, sanayileşmeye doğru belirsiz adımlar vardı. Hintli bir şirket olan Tata, 1911’de çelik yapmaya başladı. Birçok ülkede pamuk fabrikaları ve kibrit, sabun, tencere ve tava gibi ucuz tüketim maddeleri üreten fabrikalar kuruldu. Bununla birlikte, yüksek teknoloji erişilemez durumda kaldı. Bazı ülkeler çok fakirdi. Diğerleri, emperyalist iktidar kolonileri, sadakati başka yerlerde bulunan yabancılar tarafından yönetiliyordu. Yine de diğerleri, yanlış yönlendirilmiş yöneticiler veya siyasi kargaşa tarafından geri duraklatıldı.

Çin’in deneyimi, siyasetin teknolojik değişimi ve ekonomik kalkınmayı nasıl geciktirebileceğini göstermektedir. 19. yüzyılın ortalarında Çin, iç savaşlardan ve yabancı istilalardan mustarıptı. 1870’lerde ve 1880’lerde bir grup reformcu, ülkenin kendisini daha iyi savunabilmesi için bir “kendini güçlendirme hareketi” başlattı, ancak hükümetin ve bürokrasisinin direnişiyle engellendi. 1877’de, yabancılar beş mil uzunluğunda bir demiryolu inşa ettikten sonra, hükümet hattı devraldı ve kapattı. Japonya’nın Meiji oligarklarıyla arasındaki tezat daha açık olamazdı. Çin’in sıkıntı zamanı bir yüzyıl daha devam etti: Yabancı istilalar, devrimler, iç savaşlar ve diğer felaketler Çin’in sanayilerini geliştirmesini imkânsız hale getirdi. Çin ancak 20. yüzyılın sonlarında teknolojinin ön saflarındaki yerini yeniden kazanmaya başladı.

1939 yılında dünya haberlerini takip eden bir kişi teknolojik ilerleme hakkında zor bir ders öğrenirdi. Değişimin hızlanması ve insanların doğa güçleri üzerindeki artan gücü her yerde belirgindi: su altında gezinme ve su altını seyir, okyanuslar ve kıtalar arasında anında iletişim kurma, milyonlarca insanı besleme, giydirme ve eğlendirme ve milyonlarca kişiyi öldürme. Ancak bu tür bir ilerlemenin, hayatı daha iyi, daha güvenli ve daha mutlu kılmak gibi etik anlamda ilerlemeyle hiçbir ilgisi yoktu. Yine de durdurulamadı, hatta yavaşlatılamadı. İnsan ırkının ve teknolojilerinin tarihindeki bir sonraki aşama, heyecan verici ama tehlikeli olacağı benziyordu.

8. Bölüm

Endüstri Sonrası Bir Dünyaya Doğru (1939-2007)

16 Temmuz 1945'te şafaktan hemen önce, atom patlaması New Mexico'nun yukarısındaki gökyüzünü ikinci bir güneş gibi aydınlattı. Bombayı yapan bilimadamlarının lideri J. Robert Oppenheimer, Hindu kutsal kitabı Bhagavad-Gita'nın sözlerini hatırladı: "Ben, dünyanın yok edicisi Ölümüm". (1) Üç hafta sonra, Amerikan bombardıman uçağı Enola Gay, Japonya, Hiroşima'ya atom bombası attı. Birkaç bin tonluk TNT kadar güçlü bir ateş topu şehrin merkezini sardı, binaları küllere dönüştürdü ve insanları buharlaştırdı. Dışarıdaki mahallelerde insanlar sıcaktan kaçmak için nehre atladılar ve canlı canlı kaynadılar. Anında ölenler -70.000 ila 80.000 kişi- ilerleyen haftalarda ve aylarda sadece yanık ve radyasyon zehirlenmesinden ölenlere göre daha şanslıydılar. ABD Başkanı Harry Truman haberi aldığı anı anlatırken: "Çok etkilendim. (Dışişleri Bakanı) Byrnes'e gemiye haber vermesi için telefon ettim ve etrafımdaki bir grup denizciye şunları söyledim: 'Tarihin en güzel yanı bu. Eve dönme vakti geldi.'" (2) Hiroşima bombası ve Nagasaki'yi üç gün sonra yok eden bir başka bomba, tarihin en ölümcül savaşını sona erdirdi.

1914'te ordular ve donanmalar uzun zamandır tanıdık silahlarla savaşa girmişlerdi. Zafer onları atlattığında, çıkmazı kırmak için sivil endüstrilere yöneldiler. Birinci Dünya Savaşı'nda tanıtılan teknolojiler (patlayıcılar, zehirli gaz, radyo ve uçaklar, diğerleri) sonucu etkilemedi, ancak askeri stratejistlere bir ders verdi. Gelecekte, silahlı kuvvetler sivil mucitleri bekleyemezdi, ancak yeni silahların geliştirilmesinde aktif rol almak zorunda kalacaklardı.

II. Dünya Savaşı 1939'da başladığında, savaşçılar askeri araştırma programlarını yeni bir dizi oluşturmak için hızlandırdılar. Bilimin sınırları üzerine yapılan

araştırmalar son derece maliyetliydi, çünkü yüzlerce bilimadamı ve mühendis ile muazzam derecede karmaşık ekipmanların işbirliğinin gerektiriyordu. Edison'un "icat fabrikası" teknolojinin gelişmesinde ileriye doğru bir adım atmışsa, hükümetler de şu anda içinde yaşadığımız büyük bilim ve teknoloji çağını başlattı. Günümüz teknolojilerinin çoğu (askeri ve sivil) bu programların sonucudur.

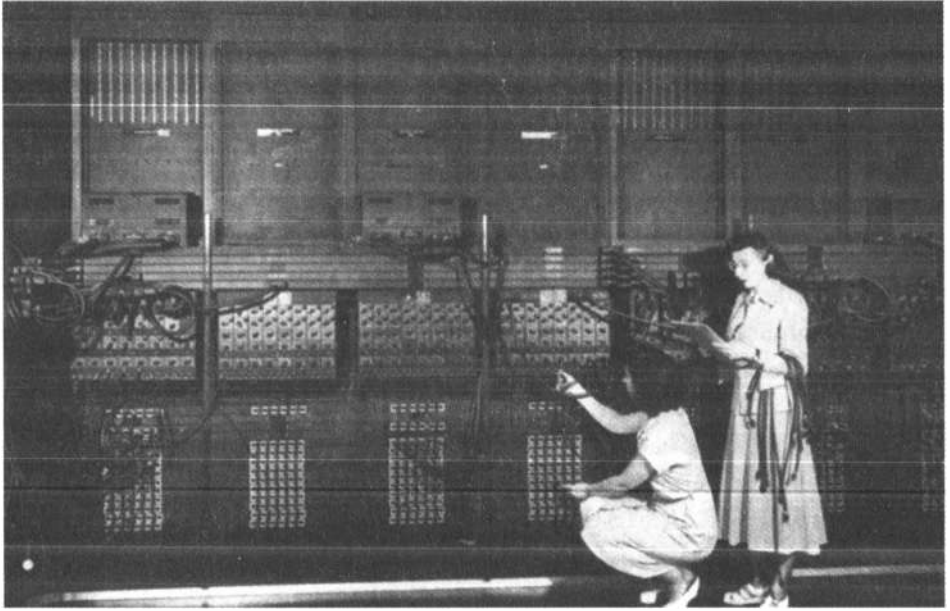
Böyle bir teknoloji radardı. 1920'lerden bu yana, bilimadamları yüksek frekanslı radyo dalgalarının dağlar ve gemiler gibi katı nesnelerden sektiğini biliyorlardı. Mühendisler, bir radyo sinyalinin iletimi ve alımı arasındaki gecikmeyi ölçerek, nesneye olan mesafeyi hesaplayabiliyorlardı. Ordu kısa süre sonra böyle bir aletin değerini anladı ve 1940'a gelindiğinde Almanya ve İngiltere, yaklaşan uçakları gece ve bulutlu havalarda bile tespit edebilecek radar ağları kurmuşlardı. Daha sonra, MIT'nin Radyasyon Laboratuvarı'ndaki Amerikalı bilimadamları, bir denizaltının periskopunu alçaktan uçan bir uçaktan tespit edebilen yüksek frekanslı radarlar ve mermilerin çarpma yerine bir hedefin yakınında patlamasına neden olan yakınlık sigortaları üretti. Radar araştırmaları ABD hükümetine o zamanlar çok büyük olan 3 milyar dolara mal oldu.

Jet uçakları da II. Dünya Savaşı'nda ortaya çıktı. İngiliz Frank Whittle, 1931'de bir gaz türbini patlatmıştı ancak 1939'da ilk jet motorunu yapan bir Alman, Hans von Ohain'di. Alman Messerschmitt ME-262 jet avcı uçağı 1944'te savaşa gönderildi, bu da Alman şehirlerinin Müttefik bombardıman uçakları tarafından yok edilmesini önlemek için çok geçti. Jet motorları, pistonlu motorlardan daha güçlüydü ve çalıştırma maliyeti daha düşüktü. Savaştan sonra, bariz üstünlükleri İngiliz Comet ve Amerikan Boeing 707 ile başlayan yeni nesil yolcu uçaklarına yol açtı.

1940'tan önce nükleer fizik, az sayıda pratik uygulamaya sahip gibi görünen bir bilim dalıydı. O yıl, fizikçiler Leo Szilard ve Albert Einstein, Başkan Franklin D. Roosevelt'e Almanların bir atom bombası geliştirmeye çalıştıklarını yazdığında, ABD hükümeti bu alandaki araştırmaları finanse etmeye başladı. 1942'de gurbetçi İtalyan fizikçi Enrico Fermi'yi Chicago Üniversitesi'nde bir nükleer reaktör inşa etmesi için görevlendirdi. Bundan sonra, *Manhattan Project* adı verilen gizli bir program altında, hükümet 2 milyar dolarlık bir bütçe ve 43.000 kişinin çalışmalarıyla kendini atom bombaları geliştirmeye adadı. Almanya, ilk Amerikan bombaları bitmeden teslim olduğunda, Amerika Birleşik Devletleri onları Japonya'ya attı.

Bilgisayarlar ayrıca kökenlerini İkinci Dünya Savaşı'na kadar takip eder. O zamana kadar, uzun matematiksel hesaplamalar elle veya basit masaüstü hesap makineleri kullanılarak yapıldı. Modern silahların karmaşıklığı ve savaşın aciliyeti, birçok ülkedeki mühendislere ve matematikçilere süreci hızlandırmanın yollarını arattı. Almanya'da elektrik mühendisi Konrad Zuse, roket tasarımında kullanılan hesaplamaları yapmak için telefon anahtarları kullanarak dijital bir bilgisayar yap-

tı. Gizli Alman askeri kodlarını kırmak için İngiliz hükümeti, matematikçi Max Newman liderliğindeki bilimadamlarının saniyede binlerce matematiksel işlem gerçekleştirebilen Colossus adlı bir bilgisayar yaptıkları bir şifre kırma organizasyonu kurdu. Amerika Birleşik Devletleri'nde, Harvard Üniversitesi'nden Howard Aiken, topçu mermilerinin yörüngesini hesaplamak için Harvard Mark I adlı elektromekanik bir bilgisayar yaptı. Pennsylvania Üniversitesi'nde fizikçi John Mauchly ve elektrik mühendisi J. Presper Eckert, Elektronik Sayısal Entegratör ve Hesap Makinesi veya kısaca ENIAC adlı tamamen elektronik bir makine inşa etti. Bu makine büyük bir odayı dolduruyordu ve küçük bir kasabaya yetecek kadar elektrik tüketiyordu ancak elektromekanik bilgisayarlardan 1000 kat daha hızlı hesaplamalar yapabiliyordu. II. Dünya Savaşı'ndan on yıl sonra, ilk nesil bilgisayarlar o kadar karmaşık ve masraflıydı ki, sadece ABD hükümeti onları askeri amaçlarla işletmeyi karşılayabiliyordu.



İki personel, 1943'te Pennsylvania Üniversitesi'nde ABD Ordusu için geliştirilen ENIAC (Elektriksel Sayısal Entegratör ve Hesap Makinesi) bilgisayarının sağ tarafında, kabloları bağlıyor. 17.000'den fazla vakum tüpü içeren 30 tonluk, 1800 metrekairelik bilgisayar ve binlerce röle, direnç ve kapasitör, bir hidrojen bombasının tasarımı, hava tahmini, kozmik ışın çalışmaları, termal ateşleme ve rüzgâr tüneli tasarımı için hesaplamalar yaptı. ABD Ordusu fotoğrafı.

II. Dünya Savaşı roketçiliğin gelişimini de hızlandırdı. İlk roketler uzayı keşfetmek için üretildi. 1927'de Alman fizikçi Hermann Oberth, kısa süre sonra Wernher von Braun adında genç bir meraklıyı cezbeden bir uzay yolculuğu topluluğu kur-

du. On yıldan fazla bir süre, bu ve diğer uzay tutkunları kitaplar yazdılar ve uzay yolculuğunun faydalarını alevlendiren konular üzerinde çalıştılar. Bu arada Alman ordusu yeni radikal silahlar geliştirmeye ilgi duymaya başladı ve roket bilimcilerini Baltık Denizi'ndeki gizli bir araştırma tesisinde çalıştırdı. 1942'de Alman ordusu için tasarlanan V-2 roketi Oberth ve von Braun 60 mil yüksekliğe ve saatte 3200 mil hıza ulaştığında, von Braun şunları söyledi: "İlk defa roketlerimizle uzayı işgal ettik . . . roket tahrikinin uzay yolculuğu için uygulanabilir olduğunu kanıtladık." (3) Ordu, savaşın son aylarında Londra'yı bombalamak için V-2'leri kullandı.

Savaş sırasında geliştirilen bir diğer önemli teknoloji ise antibiyotiklerdi. 1928'de Londra'daki St. Mary'de çalışan İngiliz doktor Alexander Fleming, doğal bir küf olan penisilinin notatum'un stafilokok bakterilerini öldürme yeteneğini keşfetti. Mikrobiyolog Ernst Chain, enfekte olmuş fareleri tedavi etmek için penisilin kullanmayı başardığında, İngiliz ve Amerikan orduları bu gelişmeyle çok ilgilendi çünkü geçmiş savaşlarda savaştan daha fazla asker enfekte yaralardan öldü. 1943'e gelindiğinde, önümüzdeki Avrupa işgalinde birliklerini korumak için yeterli penisilin ürettişlerdi.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra, bilim ve teknolojinin son noktasında olmayı ümit eden ülkeler araştırma ve geliştirmeye eş benzeri görülmemiş kaynaklar ayırdı. Başkan Roosevelt'le yapılan *Science: Endless Frontier* (1945) başlıklı bir röportajda, Amerikalı bilimadamı Vannevar Bush, hükümetini büyük bilimsel araştırma projelerini yalnızca bilgi uğruna değil, pratik uygulamalar üretmek için finanse etmeye devam etmeye çağırdı; şunları yazdı: "Yeni ürünler ve yeni süreçler tam gelişmiş görünmüyor. Bilimin en saf alanlarındaki araştırmalarla özenle geliştirilen yeni ilkeler ve yeni kavramlar üzerine kuruludurlar!" (4) ABD hükümeti askeri ve tıbbi amaçlar için bilimsel araştırmalara daha fazla para harcadığı için bu sözleri ileri görüşlüydü. 1995'e kadar ABD hükümeti, yarısı gelişmiş savunma projelerine ayrılmış olan bilimsel araştırma ve geliştirmeye 73 milyar dolar harcadı.

Sovyetler Birliği, ABD ekonomisinden daha küçük bir ekonomisi olmasına rağmen, nükleer silahlara ABD kadar para harcadı. Sonuç; ABD ve Sovyetler Birliği arasında nükleer bomba ve füze geliştirme ve onları dünyanın herhangi bir yerine birkaç dakika içinde ulaştırma yarışydı. İki ülke arasındaki silahlanma yarışı yaklaşık 40 yıl sürdü. 1952'de İngiltere, 1960'ta Fransa ve 1964'te Çin nükleer kulübe katıldı.

Hükümetler ve silahlı kuvvetleri, siviller tarafından kullanılan "yan ürün" icatlarına işaret ederek ilgili maliyetleri ve yetenekleri haklı çıkardı. Savaş zamanında düşman uçaklarını ve gemileri tespit etmek için geliştirilen radar, sivil hava yolculuğunu çok daha güvenli bir hale getirdi ve polislin hız kazanmasına yardımcı oldu. Ve nükleer bombalarda kullanılmak üzere geliştirilen teflon, yapışmaz tava yapımında faydalı oldu.

Hiroşima ve Nagazaki'den sonra gazeteciler dünyanın “atom çağına” girdiğini söyledi. Bazıları atom enerjisinin diğer tüm enerji kaynaklarının yerini alacağını, hatta arabalara ve uçaklara güç vereceğini düşünüyordu. Diğerleri ise üçüncü ve son bir dünya savaşının uygarlığı yok edeceğinden korkuyordu. İkisi de olmadı. Bunun yerine, nükleer fizik etkileyici ama hayal kırıklığı yaratan iki teknoloji üretti.

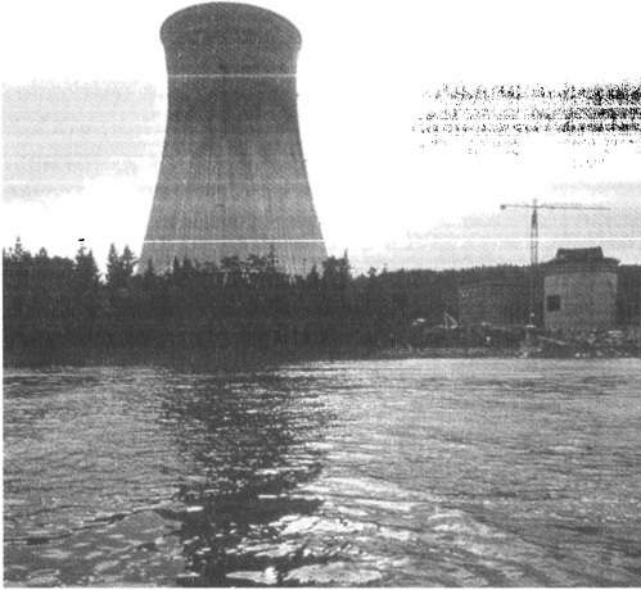
Bombalar ilk hayal kırıklığıydı. 1945'te, atom bombası projesinden sorumlu bilimadamları ve generaller, başka hiçbir ülkenin on yıllarca bu projeyle eşleşemeyeceğine ikna oldular. Sovyetler Birliği 1949'da ilk atom projesini patlattığında şok oldular. Sovyet tehdidine karşı koymak için Amerika Birleşik Devletleri 1952'de bir hidrojen bombası veya H bombası patlattı. Birkaç ay sonra Sovyetler Birliği kendi hidrojen bombasını patlattı. Bu aletler 1945'te Japonya'ya düşen bombalardan binlerce kat daha güçlüydü. Bu tür silahlarla silahlanmış uluslar arasındaki bir savaşta zafer olamaz, sadece karşılıklı intihar olurdu.

Atmosferdeki test patlamalarından kaynaklanan radyoaktif serpinti, nükleer silahlı ulusların hükümetlerini 1963'te bir test yasağı anlaşması, 1968'de bir nükleer silahların yayılmasını önleme anlaşması ve 1970'lerde stratejik silah sınırlama anlaşmaları imzalamaya ikna ederek, dünya çapında bir kamuoyu tepkisine neden oldu. Bu sınırlamalara rağmen, 1981'e kadar nükleer güçlerin Dünya gezegenini defalarca yok etmeye yetecek toplam 20 milyar ton TNT verimi olan 50.000 nükleer savaş başlığı vardı. Sovyetler Birliği 1991'de dağıldığında, ardıl devletlerinden üçü Rusya, Ukrayna ve Kazakistan eskiyen nükleer füzelerini miras aldı. 1998'de Hindistan ve Pakistan nükleer cihazları patlattı ve İsrail hızla kendi nükleer cihazlarını inşa etme yeteneğine erişti. 2006'da Kuzey Kore, nükleer bir cihazı patlattığını iddia etti ancak test muhtemelen başarısız oldu. Nükleer silahlar artık küresel bir fenomen: Savaşta işe yaramaz ama her zamankinden daha tehlikeli.

Bu arada, bilimadamları ve mühendisler nükleer enerji için başka bir kullanım alanı buldular. Fosil yakıtlı tesislerin aksine, reaktörler ısı üretir ancak oksijen tüketmez ve (düzgün çalışırken) doğayı kirletmez. Bir teknoloji tutkununun dediği gibi, reaktörlerin ucuza, “ölçülemeyecek kadar ucuz” elektrik üretebileceği başından beri açıktı. İşte bu, petrol veya kömür bulunmayan ülkelerin enerji ihtiyaçlarına çözüm olmuştur.

İlk nükleer enerji santrali 1954'te Oblinsk, Rusya'da faaliyete başladı, bunu 1956'da İngiltere Calder Hall ve 1957'de Shippingport, Pennsylvania izledi. Hindistan ve Çin, yoksulluklarına rağmen elektrik üretmek için pahalı nükleer enerji santrallerine yatırım yaparak atom bombası yapmak için plütonyum üretmeye çalıştı. 1996'ya gelindiğinde, 32 ülkedeki 442 reaktör, 36'sı yapım aşamasında olmak üzere dünyanın elektriğinin beşte birini üretiyordu. Fransa özellikle nükleer enerjiye bağımlıydı ve elektriğinin dörtte üçünü nükleer santrallerden elde ediyordu.

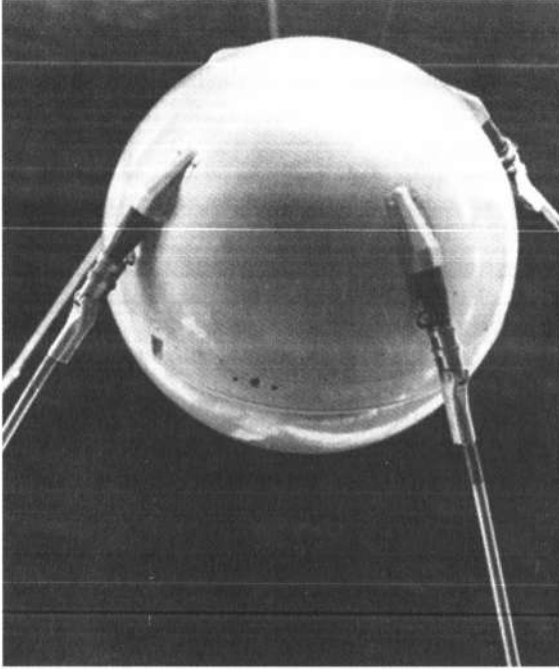
Birçok insan haklı bir şekilde nükleer enerjiden korkuyor. 1957’de, İngiltere’deki ilk enerji santrallerinden biri olan Windscale, radyoaktif gazlar sızdırdı. Aynı yıl, Rusya’daki Kythtyn’deki bir nükleer yakıt deposu patladı ve 11.000 insanı evlerini ve 400.000 mil karelik tarım arazilerini terk etmeye zorladı. 1979’da Pennsylvania’daki Three Mile Island’da bir gaz kaçağı 144.000 kişiyi tahliyeyle zorladı ve buranın temizlenmesi 1 milyar dolara mal oldu. Hepsinden kötüsü, 1986 yılında Ukrayna’nın Çernobil kentinde bir nükleer reaktörün patlamasıydı.



Oregon’daki Columbia Nehri üzerindeki Truwa Nükleer Santrali 1975’te hizmete girdi ve hemen çevre aktivistlerinin hedefi oldu. Sayısız teknik zorluğun ve çok sayıda vatandaşın bunu durdurma çabalarından sonra, 1992’de hizmet dışı bırakıldı. Ulusal Arşivler.

Patlamada ve yıkılmış reaktörü betonla kapatma girişiminde düzinelerce insan öldü ve binlerce kişi tehlikeli seviyelerde radyoaktiviteye maruz kaldı. Rüzgârın taşıdığı radyoaktif serpinti, Avrupa’daki 20 ülkeye düştü ve Ukrayna ve Belarus’un çoğunu yaşanmaz hale getirdi. Felaketin ilk maliyetinin 19 milyar dolar olduğu tahmin ediliyordu; uzun süreli maliyeti ise hesaplanamadı. Japonya’da, 1999’da bir nükleer yakıt işleme tesisinde bir sızıntı binlerce kişiyi düşük seviyeli radyasyona maruz bıraktı ve halkın tepkisine neden oldu. Dünyanın dört bir yanındaki nükleer santraller üzerindeki inşaatlar, hatta tamamlanmaya yaklaşanlar bile durdu. Almanya ve İsveç mevcut reaktörlerini kapatmaya karar verdiler. Elektriğin “ölçülemeyecek kadar ucuz” tahminlerinin aksine, nükleer enerji dünya tarihindeki en pahalı teknolojik başarısızlık oldu.

İkinci Dünya Savaşı sırasında Müttefikler, Almanya'nın sahip olduğu her şeyden çok daha önce bir balistik füze olan V-2'yi geliştirdiğini öğrenince şaşırdılar. Savaşın sonunda, Almanya'yı işgal eden ordular buldukları roketleri ve uzmanları ele geçirdiler. ABD Ordusu, Wernher von Braun'u Amerika Birleşik Devletleri'ne getirdi ve diğerleri Sovyetler Birliği'ne getirildi. 1940'ların sonu ve 1950'lerin başında, Amerikan askeri araştırmaları bomba ve bombardıman uçaklarına odaklanırken, Sovyet bilimadamları gizlice roketler üzerinde çalıştılar. Ekim 1957'de Sputnik adında bir uydu fırlatarak dünyayı yörüngede gezdiler. Eğer bunu yapabiliyorlarsa, roketlerinin de hidrojen bombası taşıyarak dünyanın herhangi bir yerine ulaşabilecekleri açıktı.



Sovyetler Birliği 4 Ekim 1957'de modern uzay çağını başlatan Sputnik 1 uydusunu (Rusların deyimi ile "seyahat arkadaşı") başlattı. NASA Tarih Ofisi'nin izniyle.

Gazetecilerin dediği gibi "uzay çağı", Sovyetler Birliği ve ABD arasındaki silahlanma yarışının bir yan gösterisi olarak başladı. Her iki ülke de gizlice daha büyük ve daha kesin kıtalar arası balistik füzeler inşa ederken, bazıları birden fazla atom savaş başlığına sahip, halka açık bir dizi muhteşem akrobatik uçuş yaptılar. 1961'de Sovyetler ilk kozmonot Yuri Gagarin'i yörüngeye yerleştirdi. On ay sonra bir Amerikan ekibi John Glenn'i yörüngeye yerleştirdi. ABD Başkanı John F. Kennedy, on yılın sonunda aya bir adam gönderme sözü verdi ve Temmuz 1969'da iki Amerikalı astronot Neil Armstrong ve Edwin "Buzz" Aldrin Ay'a indi ve güvenli Dünya'ya döndü. Amerika Birleşik Devletleri ve SSCB ayrıca güneş sistemine in-

sansız sondalar ve yıllarca Dünya yörüngesinde kalacak şekilde tasarlanmış bir uzay istasyonu fırlattı. İşte bu, yeterli para ve mühendislik yeteneğiyle insanların olağanüstü başarılar elde edebileceğinin kanıtıydı.

Neyse ki, roketçilik dünyayı yok etmekle tehdit eden tanıtım dublörlerinin veya füzelerin yanı sıra başka bir kullanım alanı buldu. Bu kullanım uydulardı. 1945'te bilim yazarı Arthur C. Clarke, V-2 roketlerinin artıyal uyduları yörüngeye yerleştirebileceğini tahmin etti. On iki yıl sonra bu tahmini *Sputnik* ile gerçekleşti. Kısa süre sonra birkaç Sovyet ve Amerikan askeri uydusu geldi. 1962'de ilk ticari iletişim uydusu olan *Telstar*, dünya çapında televizyon yayınları yayınlamaya başladı. 1990'lara kadar 100'den fazla ülke dünyayı kapsayan uyduları işleten Uluslararası Telekomünikasyon Uydu Organizasyonu'na (Intelsat) katıldı. Dünya, anlık küresel telekomünikasyon çağına girmişti.

1957'den beri fırlatılan binlerce uydunun yarısından fazlası diğer ülkelerde casusluk yapıyor. Geri kalanlar iletişim, meteoroloji, astronomi, harita yapımı ve tarımsal ve jeolojik araştırmalarda kullanılmaktadır. 1993'ten beri, bir küresel konumlandırma uyduları sistemi, ucuz bir el aletinin kişinin birkaç metre içindeki yerini belirlemesine, denizde veya karada eşi görülmemiş bir hassasiyete izin verir. Hükümetin bomba ve roketlerin geliştirilmesine verdiği desteğe rağmen, savaş sonrası yılların en önemli atılımları başka yerlerde, elektronik ve biyo-teknolojide meydana geldi. Bu yüzden artık yaşadığımız çağa atom çağı ya da uzay çağı değil, bilgi çağı diyoruz.

1947-1948'de AT&T'nin Bell Laboratuvarlarında çalışan Walter Brattain, William Shockley ve John Bardeen, radyo, televizyon, bilgisayar veya başka bir elektronik alettaki bir vakum tüpünün yerini alabilecek bir germanyum kristalli olan ilk transistörü yarattı; çok daha küçüktü ve daha az elektrik kullanıyordu. 1960'larda, Texas Instruments ve Fairchild Semiconductor güvenilir ve ucuz transistörler üretmeye başladı. Bilimadamları, birkaç transistörü tek bir entegre devrede birleştirmenin bir yolunu bulduğunda elektronikte bir adım daha atıldı. Transistörlerin silikon devreler veya "çipler" üzerine aşındırılması tekniğine hâkim olduklarında, Gordon'dan sonra Moore Yasası olarak adlandırılan bir formül olan transistörlerin sayısını, yani çipin gücünü iki katına çıkarabileceklerini keşfettiler. Moore, çip üreticisi Intel'in kurucularından biridir. Ucuz saatler, hesap makineleri, taşınabilir radyolar, bilgisayarlar ve diğer tüketici elektronikğine yönelik büyük küresel talebi karşılamak için milyarlarca entegre devre üretildi.

20. yüzyılın başlarında, radyo popüler hale geldikten sonra mucitler sesin yanı sıra resim gönderme ve alma yollarını da aradılar. Bununla birlikte, hareketli görüntüleri güvenilir bir şekilde işleyebilen bir sistem üretmenin çok zor olduğu da ortaya çıktı, çünkü fotoğrafların iletilmesi, ses iletmeye kıyasla saniyede çok daha

fazla bilgi iletimi içeriyordu. Yayın, 1920'lerin sonunda ve 1930'ların başında birçok ülkede çok basit bir şekilde başladı. Radar için ekipman ve uzmanlığa ihtiyaç duyulduğundan, savaş sırasında tüm işler askıya alındı. Savaştan sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde yayın yeniden başladığında, televizyon hızla savaştan önce radyo kadar vazgeçilmez hale geldi. Set sayısı 1949'da 1 milyondan iki yıl sonra 10 milyona ve 1975'te 100 milyona yükseldi; 21. yüzyılın başlarında, dünya çapında birkaç milyar set faaliyeteydi.

II. Dünya Savaşı'ndan bu yana tanıtılan teknolojilerin neredeyse tamamı ABD, Almanya, İngiltere veya Sovyetler Birliği'nden geliyor. Yine de bir alışveriş merkezi-ne yapılan bir ziyarette, orada bulduğunuz öğelerin çoğunun (elektronik ekipman, motorlu taşıtlar, ev aletleri, kameralar ve fotoğraf malzemeleri) Amerikan veya Avrupa değil Japon olduğunu görürsünüz. Japon ürünleri 1960'lı yıllarda dünya pazarında tüketim malları ile yarışmaya başladı ve gemi yapımından ince saatlere kadar teknolojinin birçok alanında Batı'yı hızla geçti.

Bu bir sürpriz oldu çünkü savaşın sonunda Japonya'nın sanayileri enkaz haline gelmişti ve elektronik ekipman bulmak çok zordu. Yine de basit tüketim malları, özellikle radyolar, için büyük bir talep vardı. Karaborsadan satın alınan fazla askeri teçhizatı kullanarak veya kendi parçalarını yaparak, savaş sırasında radyolar yapmak ve onarmak için eğitilmiş olan gaziler, bitmiş bir setin maliyetinin üçte bir ile yarısı maliyetine radyolar yapabildiler. 1950'de, resmi üreticilerden yaklaşık üç kat daha fazla alıcıya ulaşılar. Bazıları başkalarına satmak için radyo yapma seti yaptı. Diğerleri radyo tamir atölyeleri açtı. Küçük bileşen üreticileri, amatör radyo meraklıları için pazar sağlamak için ortaya çıktı. Bu şirketlerden biri de Sony idi.

1946'da elektrik mühendisi Masaru Ibuka ve işsiz bir üniversite öğretim görevlisi olan Akio Morita, Tokyo Telekomünikasyon Mühendisliği Şirketi (Totsuko) adında küçük bir radyo tamirhanesi açtı. Başlangıçta şirketin tesisi ya da ekipmanı yoktu. Mühendisler sermaye fazlası vakum tüplerini ve işçilerini beslemek için piri-ri aşırarak zorunda kaldı ve şehirdeki harabelerde bulunan metal parçalarından kendi aletlerini yaptılar. 1948'de Ibuka ve Morita, bir Amerikan dergisinde yeni icat edilen transistörleri okudu. 1952'de Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı bir seyahatte Ibuka, telefon devi AT&T'nin üretim kolu olan Western Electric'in, 25.000 \$ karşılığında transistör üretimi için lisans vermeye istekli olduğunu öğrendi. O zaman, transistörler el yapımıydı ve çok pahalıydı, sadece işitme cihazları için kullanılıyordu. Totsuko mühendisleri, telsizlerdeki vakum tüplerinin yerini alabilecek güvenilir yüksek frekanslı transistörler inşa etmeye başladılar. 1957'de, 39,95 dolara satılan ve anında hit olan cep boyutunda, pille çalışan bir radyo olan TR-63'ü piyasaya sürdüler. 1960 yılında, şirket ilk transistörlü taşınabilir televizyonu satmaya başladı. Bu tür ürünlerle ve yeni Sony adı altında şirket hızla büyü-

dü. Araştırma ve geliştirmeye yatırım yaparak, şirket o zamandan bu yana tüketici elektronik teknolojisini son noktaya taşıdı ve birçok Amerikalı ve Avrupalı rakibi saf dışı bıraktı.

Diğer ülkeler Japon ticari başarısının sırrının ne olduğunu merak ediyorlar. İlk olarak, kesinlikle yabancı teknolojinin bazı kopyalarıyla başlamışlardı. Ancak Japon halkı teknolojik olarak okuryazardı ve savaştan sonra Japonya'nın silahlı kuvvetlerini yeniden inşa etmesi yasaklandı. Sonuç olarak, en iyi mühendislik zihinleri Amerika Birleşik Devletleri ve Sovyetler Birliği'nde olduğu gibi silah endüstrilerinden ziyade tüketici odaklı işletmelere gitti. Mühendislik, diğer insanlara göre Japon insanının daha fazla dikkatini çekti ve üreticiler, tüketicilerin yüksek teknik taleplerine duyarlı hale geldi. 1950'lerin ortalarına gelindiğinde, Japon tüketici elektroniği her zamanki gibi gelişmişti. Ondan sonra dünyaya önderlik ettiler.

Radyo ve televizyon, bilgi ve eğlenceyi istasyonlardan dinleyicilere veya izleyicilere tek yönde yayınlayan sistemlerdir. Etkileşimli, diğer bir deyişle, bilginin her iki yönde de akabildiği cihazlar daha da kullanışlıdır. Telefonlar en yaygın ve kullanışlı interaktif sistemlerdir.

Telefonlar, 1940'larda Bell Laboratuvarlarının orijinal amacı olan transistörler ve elektronikteki diğer gelişmeler tarafından dönüştürüldüğünde, neredeyse bir asırdır kullanılıyordu. Atlantik Okyanusu'ndaki ilk telefon kablosu olan TAT-1 1956'da döşendi ve eşzamanlı 35 telefon görüşmesi gerçekleştirdi. 1965 yılında başlatılan telekomünikasyon uyduları Intelsat I ("Erkenci Kuş") 240 devreyi işleyebiliyordu. Altı yıl sonra başlatılan Intelsat IV, aynı anda 2000 konuşma gerçekleştirebiliyordu. Sonra fiberoptik kablolar, ultra ince camlar, uzun ince teller geldi. Lazerler, parazit veya bulanıklık olmadan bilgi taşıyabilen ışık darbeleri yayarlar. Bu teknoloji çok hızlı gelişti. İngiltere ve ABD'deki ilk kısa telefon kabloları 1983'te döşendi. Beş yıl sonra, AT&T, France Telecom ve British Telecom konsorsiyumu, Atlantik genelinde 40.000'e kadar eşzamanlı konuşma yapabilen fiberoptik bir kablo olan TAT-8'i koydu. 1990'larda fiberoptik kablolar tüm dünya uluslarını birbirine bağladı. Kapasiteleri o kadar büyüktü ki, aynı anda yüzbinlerce telefon görüşmesi veya düzinelerce televizyon programı, herhangi bir anda yalnızca çok küçük bir kısmı kullanıldı. Yüzyıllar boyunca oldukça maliyetli olan uzun mesafeli iletişim, aniden çok ucuzladı; New York'tan Londra'ya üç dakikalık bir telefon görüşmesinin maliyeti 1930'da 300 dolardan 1970'te 20 dolara, 2001'de 30 cent'e ve 2007'de 3 cent'e düştü.

Telefon hatları hızla çoğaldı. 1990'a gelindiğinde, dünya 1950'den on kat daha fazla, 520 milyon telefon hattına sahipti. Bunların yarısı ABD, İngiltere ve Japonya'daydı; diğerlerinin çoğu Batı Avrupa'da idi. Hindistan ve Çin gibi daha az gelişmiş ülkelerde hükümet yönetiminde ve önemli kişilerin evlerinde telefonlar

vardı. Sadece Manhattan'ın tüm Afrika'dan daha fazla telefonu vardı. Sonra teller yerine mikrodalgalar kullanan cep telefonları geldi. Cep telefonu ağı, yalnızca gelişmiş kablolu ağlara sahip ülkelerde değil, aynı zamanda daha önce kablolu ağların olmadığı yerlerde bile daha yoksul ülkelerin büyük şehirlerinde hızla yayıldı. 20. yüzyılın sonunda, dünyada bir milyar kablolu telefonun yanı sıra yarım milyar cep telefonu vardı. Fütüristler, yakında gezegendeki herkesin birbirine bağlanacağını tahmin ediyorlardı.

Diğer tüm elektronik cihazları gölgeleyen ise II. Dünya Savaşı'nda icat edilen bir cihazdı: bilgisayar. Diğer makinelerin aksine, bilgisayarlar belirli bir görevi yerine getirmek için tasarlanmamıştır, ancak kâğıda yazmaktan uzay sondalarına rehberlik etmeye kadar her türlü bilgiyi işleyebilir. Bu kadar çok yönlü olmalarının nedeni, tüm bilgileri, bir programda yer alan talimatlar izlenerek toplanıp çıkarılabilen ikili sayılara –birler ve sıfırlar dizisine– dönüştürmeleridir, dolayısıyla adı *dijital* bilgisayardır. Çalıştırmak için klavye, kamera, mikrofon veya bilimsel bir alet gibi bir giriş aygıtı; entegre devreler şeklinde bir işlemci, programı ve işlemciye giren ve işlemciden çıkan verileri depolamak için bir bellek ve monitör, yazıcı veya başka bir makineyi kontrol etmek için bir cihaz gibi bir çıkış cihazı gerekir. Savaştan sonra, Amerikalı matematikçi John von Neumann, bir bilgisayarın her iş için bir mühendis tarafından yeniden kablolamaya ihtiyaç duymadan çok sayıda görevi gerçekleştirmesine izin veren depolanmış programı tanıttığında büyük bir ilerleme oldu. Daha sonra, bilgisayar donanımındaki gelişmeler, bilgisayara matematiksel hesaplamalardan karmaşık oyunlara kadar belirli bir görevi yerine getirmesi talimatını vermek için tasarlanan ustaca yeni yazılım programları ile eşleştirildi.

1950'lerin başına kadar, bilgisayarlar büyük devlet bağışlarının yardımıyla geliştirilen devasa ve maliyetli makinelerdi. Mauchly ve Eckert tarafından Remington Rand Company'de inşa edilen UNIVAC, 1951 yılında ABD nüfus sayımında kullanıldı. ABD Hava Kuvvetleri'nin SAGE radar kuruluşları ağından gelen verileri işlemesi için inşa edilen IBM 701, IBM'i 1964'te dünyadaki bilgisayarların yarısından fazlasını üreterek ve binlerce mühendis ve programcı çalıştırarak sektörde baskın konuma getirdi. O yıl şirket, işletmeler için 5 milyar dolarlık bir maliyetle geliştirilen bir dizi makine olan System 360'ı tanıttı. Ana bilgisayarlar adı verilen bu makineler, tüpler yerine transistörler kullandı ve önceki bilgisayarlardan çok daha hızlı ve daha güvenilir. Ana bilgisayarlar her türlü alanda kullanım alanı buldu. Bankalar kayıtlarını bilgisayarlara geçirdi ve işlemlerini yürütmek için ağlar kurdu. Perakende zincirleri onları stoklarını takip etmek için kullandı. Üreticiler işçilerin yerine robotlar kullanmaya başladılar. Hükümetler, füzeleri yönlendirmek için vergi iadelerini işlemeye kadar her iş için bilgisayar kullandı. Bilgisayarlar tüketicilerin kredi kartı ile ödeme yapmasına olanak sağladı. 1968'de Amerika Birleşik

Devletleri'nin dörtte üçü IBM tarafından üretilen 70,000 bilgisayarı vardı. IBM, Alman, İngiliz ve Fransız firmalarının çabalarını gölgede bırakarak dünya bilgisayar pazarına da hâkim oldu. Bilgisayar kullanımını uzay programı ve bazı önemli hükümet bakanlıkları ile sınırlayan Sovyetler Birliği daha da geride kaldı. IBM anabilgisayarları, sınırsız fonlara sahip bir hükümetin desteğiyle güçlü bir şirket tarafından yaratılan büyük teknolojiyi temsil ediyordu. Yine de dünyanın en zengin ülkesindeki endüstrideki en büyük şirket, tamamen beklenmedik bir kaynaktan gelen rekabetle sarsıldı.

IBM büyük bilgisayarlar için pazarı ele geçirirken, entegre devre üreticileri her zamankinden daha güçlü çipler tasarlıyordu. 1975 yılında Altair adlı küçük bir şirket, bilimsel hesap makineleri için tasarlanan bir çipin bir bilgisayarın tüm işlevlerini (yavaş da olsa) gerçekleştirebileceğini keşfetti ve kendin-yap elektronik meraklılarına 400 dolara bir bilgisayar kiti sundu. San Francisco Körfezi bölgesinde, kendilerini Homebrew Computer Club olarak adlandıran bir grup amatör, fikirlerini paylaşmaya ve eserlerini sergilemeye başladı. Bunlardan ikisi, Stephen Wozniak ve Steve Jobs, ilk bilgisayar devre kartlarını bir garajda topladılar. İki yıl sonra, Apple II adlı küçük bir masaüstü cihazı piyasaya sürdüler. Bu bir oyuncak değildi, kelime işlemeyi yapabilen ve basit elektronik tabloları hesaplayabilen bir makineydi. Küçük işletme pazarını hedefleyen makine, anında bir hit oldu ve kısa sürede on binlerce satmaya başladı.

Küçük işletme pazarını ihmal ettiğinin farkına varan IBM, 1981'de kendi masaüstü bilgisayarı olan IBM kişisel bilgisayarı ya da PC ile karşı karşıya geldi. Cihazı üretmek yerine, Intel'den 8088 çipi ve Bill Gates ve Paul Allen tarafından kurulan Microsoft adlı küçük bir yazılım firmasından MS-DOS adlı bir işletim sistemi de dahil olmak üzere diğer üreticilerin parçalarını satın almayı seçti. Parçalar, çipler ve sistemlerin hepsi dış piyasalardan geldiğinden, IBM başkalarının "IBM uyumlu" makineler üretmesini engelleyemedi. Pazar yakında orta sınıf ailelerin ulaşabileceği bir fiyata daha güçlü mikrobilgisayarlar satan diğer markalarla tanıştı. Bu arada, yazılım tasarımcıları her yaş grubundaki ve her beceri seviyesindeki insanları çalışabilecek, eğlendirebilecek veya eğitebilecek ustaca programlarla ortaya çıkıyordu. Bir zamanlar laboratuvar katlarındaki mühendislerin hizmet verdiği dev "elektronik beyinler" olarak düşünülen bilgisayarlar, hane halkı, işletmeler ve okullar için bir cihaz haline gelmiş ve milyonlarca satmışlardı.

1950'lerin bilgisayar devriminde ABD'nin gerisinde kalan Avrupa ülkeleri, kişisel bilgisayarların ortaya çıkmasıyla daha da geride kaldılar. Ancak Japonya kısa süre içinde kişisel bilgisayar pazarına girdi. 1986'ya gelindiğinde, Japon elektronik üreticileri belirli çiplerin tasarımında ve üretiminde Amerikan firmalarını geride bırakmıştı. Talebi karşılamak için Güney Kore, Tayvan, Hong Kong ve Singapur'daki

tedarikçilere yöneldiler ve bunlar da üretimi Çin'deki fabrikalara taşeronluk yaptı. 2001 yılında dünyada üretilen dizüstü bilgisayarların dörtte üçü Tayvan veya Çin'den geldi. Bu arada, Amerikan firmaları yazılım geliştirmeyi, mühendisleri iyi derecede İngilizce bilen Hindistan'daki firmalara taşeronluk ediyordu.

Bilgisayarların vazgeçilmez hale gelmesinin nedenlerinden biri, işlem bilgilerinin yanı sıra bilgi alışverişi yapma yetenekleriydi. Bilgisayar ağları, diğer pek çok şey gibi, ordunun taleplerinden kaynaklandı. 1960'larda ABD Savunma Bakanlığı, kontrol ve iletişim sistemlerinin nükleer saldırılara karşı savunmasız olduğu konusunda endişeliydi. Defense Advanced Research Projects Agency'den Lawrence Roberts, mesajları her biri gönderenin ve alıcının adreslerini ve mesajın küçük bir bölümünü taşıyan paketlere bölerek birden çok kanal üzerinden iletmek için bir yol geliştirdi. Bir paket göndermeden önce, yönlendirici adı verilen özel bilgisayarlar, bağlantının bir sonraki yönlendiriciye açık olup olmadığını kontrol etti. Hedefte, sunucu adlı bir bilgisayar orijinal iletiyi yeniden oluşturdu. Bir iletinin bazı bölümleri farklı yollardan geçmiş olsa da iletinin sonunda tam olarak geleceği kesindi.

Paket değişimi, birkaç bilgisayarı bir ağa bağlamayı mümkün kıldı. Defense Advanced Research Projects Agency'ndan sonra ARPANET adını alan ilk bilgisayar ağı, 1969'da dört Amerikan üniversitesindeki dört bilgisayarın birbirine bağlanmasıyla başladı. 1983 yılında geliştirilen protokoller, her türlü bilgisayarın birbirleriyle iletişim kurmasına izin verdi. Sonuç, bir ağlar ağı olan İnternet oldu. Bir yıl sonra, çoğunlukla telefon hatları aracılığıyla 1000 bilgisayar ağa bağlandı. 1989'da Cenevre'deki Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi'nden Tim Berners-Lee, World Wide Web'i yarattı ve minimum beceriye sahip olanların sadece kelime ve sayı biçiminde verilere değil, resimlere ve seslere de erişmesine olanak sağladı. 1992'ye kadar bir milyon bilgisayar bağlandı ve 1998'e kadar 130 milyon kişi Web'e erişebildi. Yarı ABD'deydi ancak Çin'de bile ağa bağlı birkaç milyon bilgisayar vardı. 20. yüzyılın başlarında dünyada bir milyardan fazla bilgisayar vardı.

Bilgisayarların ortaya çıkışı şaşırtıcı olabilir, bu bilgi devriminin sadece başlangıcıdır. Verilerin dijitalleştirilmesi; telefonlar, bilgisayarlar, televizyon setleri, oyun makineleri, kameralar, yazıcılar, müzik çalarlar ve İnternet terminalleri gibi eskiden farklı olan bilgi aletlerinin artık yakınsama adı verilen bir süreçte birleştirilebileceği anlamına gelir. Bu görevlerin çoğunu gerçekleştirebilen aletler artık mevcut ve yakında ucuzlayacak ve her yerde bulunacak.

Bununla birlikte, bilgi devrimi herkese eşit derecede fayda sağlamadı. Bir zamanlar en ileri teknolojiye sahip olan ülkeler geride kalırken, Çin ve Hindistan gibi uzun zamandır geriye dönük olarak düşünülen diğerleri, yeni teknolojinin ön safalarında yer alıyor. Bilginin daha önce hiç olmadığı kadar güç olduğu bir zamanda, zengin ülkeler ve onların en zengin sakinleri en fazla kazanırken, insan ırkının üçte

birinden fazlasının bilgi çağına erişimi yoktur, fakir ve dışlanmış olarak kalır. Fakat şimdiden, mucitler insanlık tarihinde bir sonraki aletleri ve bir sonraki aşamayı hayal ediyorlar. Son olaylar bize bir ipucu verse de, geleceğin hangi yönde ilerleyeceğini tahmin edemeyiz.

En az bilgi devrimi kadar dramatik olduğu için 20. yüzyılın başlarına dönüp bakacak olan gelecekteki tarihçiler muhtemelen başka bir bilimsel teknolojiyi, yani sağlık ve üreme biyolojisini daha da dikkate alacaklardır. Antibiyotiklerin tanıtılması gibi bazı yeni biyolojik teknolojiler evrensel onayla karşılandı. Yaralı askerlerin hayatlarını kurtarmak için II. Dünya Savaşı sırasında tanıtılan penisilin, kısa süre sonra çeşitli bulaşıcı hastalıklara karşı etkili olan diğer antibiyotikler tarafından takip edildi. Ölüm oranları düştükçe, insanlar uzun ve sağlıklı bir yaşamı dört gözle bekler hale geldi. 1990'lara kadar mikrobiyologlar, insanın yaratıcılığı ve doğal evrim arasında bir "silahlanma yarışı"nın başlangıcını işaret eden antibiyotiğe dirençli bakterilerin ortaya çıktığını fark etmediler.

Daha tartışmalı olan, doğumla ilişkili teknolojilerdi. Yumurtlamayı önlemek için hormonlarla yapılan deneyler, 1956'da bir oral kontraseptifin geliştirilmesine yol açtı. 1960'ların başında piyasaya sürülen "hap", tarihteki en popüler yeni farmasötik ürün oldu. Ancak Katolik Kilisesi, tüm yapay doğum kontrol yöntemlerine karşı çıktı ve ağırlıklı olarak Katolik olan birkaç ülke, birkaç on yıl boyunca satışını yasakladı.

Önemli derecede ün kazandıran bir başka doğum teknolojisi, sperm ve yumurtanın bir laboratuvarında birleştirildiği vitro döllenme idi ve ortaya çıkan döllenmiş yumurta daha sonra potansiyel annenin rahmine implante edildi. İlk "test tüpü bebeği" Louise Brown, 1978'de doğdu. O zamandan beri, birçok ülkede dini kınamalara ve yasaklara rağmen, bu tür binlerce doğum var.

En son tartışmalı teknoloji ise klonlama, başka bir hayvanın genetik "ikiz"i olan bir hayvanın yaratılmasıdır. 1997 doğumlu koyun Dolly, klonlanmış bir memelinin ilk başarılı vakasıydı ve bunu diğer hayvanların klonlanması izledi. Şimdilik hiçbir insan klonlanmadı ancak bunu yapabilecek bir teknoloji var. Teknolojik determinizm kazanacak mı yoksa sonuç politik, ahlaki ve bilimsel değerlerle mi belirlenecek?

Biyomedikal teknolojilerin sağlık ve üreme üzerinde önemli etkileri olmasına rağmen, biyologlar yaşamın doğasını araştırıyorlardı. Nesiller boyunca bilimadamları, canlıların özelliklerini yavrularına nasıl aktardıklarını anlamaya çalışmışlardı. 1953'te, İngiltere'deki Cambridge Üniversitesi'nde çalışan bakteriyolog James Watson ve fizikçi Francis Crick, deoksiribonükleik asit, DNA'nın çift sarmal modelini buldular. Tüm canlı organizmaların hücrelerinde bulunan bu madde, organizmanın nasıl oluştuğunu ve nasıl çoğaltıldığını açıklayan genetik kodu taşıyordu. Biyoloji de artık tüm bilgilerin kodlarla ifade edildiği bilgi devrimine katılmıştı.

Bu keşif kısa zamanda pratik uygulamalara başlamıştı. 1972-1973'te iki Amerikalı, biyokimyacı Herbert Boyer ve genetikçi Stanley Cohen, bir organizmadan diğerine gen eklemeye başladı. Onlar ve diğerleri, polimeraz zincir reaksiyonu adı verilen bir işlemle milyonlarca DNA kopyasını birkaç saat içinde çoğaltabilecek laboratuvar ekipmanları geliştirdiler. Bu tür ekipmanlar başarılı laboratuvar deneylerinin endüstriyel ürünlere dönüştürülmesini mümkün kıldı. Boyer, insülin üretmek için Genentech adlı bir şirket kurdu (daha önce domuzlardan büyük maliyetle elde edildi), böylece biyoteknoloji endüstrisini başlattı. 1984'ten başlayarak DNA ve parmak izi, ceza davalarında failleri tespit etmekte kullanılabildi ve hatta babalık davasında bir çocuğun babasını bile belirleyebildi. 1980'lerin ortalarında İnsan Genom Projesi, insan DNA'sındaki 100.000 genin 3 milyar dolarlık bir maliyetle kodunu çözmeye başladı. Bu bilgilere erişim, genetik hastalıkları tedavi etmek veya önlemek ve hatta muhtemelen doğmamış bir çocuğun özelliklerini belirlemek gibi şaşırtıcı sonuçlar doğurmayı vaat etti.

İnsan yaşamının genetik manipülasyonu hâlâ gelecekte yatmaktadır ancak teknikler tarımda zaten yaygındır. İnsanlar, 10.000 yıl önce bitki ve hayvanların evcilleştirilmesinden bu yana yararlı organizmaların özelliklerini etkilemişlerdir. Değişen şey, yeni genetiğin bir sonucu olarak bu tür değişikliklerin ortaya çıkma hızıdır.

1950'lerde tarım ekonomistleri, dünyanın ekilebilir arazilerinin çoğunun zaten mahsul üretmek ve hayvanları yetiştirmek için kullanıldığını ve insan nüfusunun hızla büyüdüğünü fark ettiler. Rockefeller ve Ford Foundations ve BM Gıda ve Tarım Örgütü, mahsul verimini artırmak için araştırmalar finanse etti. Meksika'daki Improvement of Corn and Wheat'de (Uluslararası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi) Amerikalı bitki genetikçisi Norman Borlaug, kısa, sert samanlı ve büyük başlı, hastalıklara dayanıklı ve gübre ve su girdilerine çok duyarlı olan "cüce buğday"ı yarattı. Asya'da geniş çapta yayıldı, 1960'ların ortalarında Hindistan ve Pakistan'daki hasadı yüzde 60 artırdı ve Amerikalı, Kanadalı ve Avustralyalı buğday çiftçilerine daha da fazla fayda sağladı. Bu başarıyı, Filipinler'deki International Rice Research Institute'de (Uluslararası Pirinç Araştırma Enstitüsü) geliştirilen yeni bir pirinç çeşidi olan IR-8 izledi. Bu ve diğer yüksek verimli bitkiler sayesinde, dünyanın gıda arzı, bir başka nesil için nüfus artışına ayak uydurabildi.

Ancak daha fazlası için ürünlerin genetiği değiştirilecekti. 1960'larda büyük zirai ilaç şirketleri tarafından başlatılan bitki DNA'sı üzerine yapılan araştırmalar, 1980'lerde etkileyici sonuçlar vermeye başladı. Birkaç farklı organizmadan DNA içeren tohumlar ürettiler. Örneğin, gen ekleme yoluyla, bakterilerden alınan DNA, bitkileri dona veya zararlı böceklerle karşı dirençli hale getirebilirdi. 1998'de, ABD'de yetişen mısırın yüzde 15, soya fasulyesinin yüzde 30 ve pamuğun yüzde 50'den fazlası genetik olarak değiştirildi.

Faydaları açtık ve hızla kendini gösterdi; böcek ilaçlarına daha az ihtiyaç, daha az ürün kaybı ve daha iyi ürünler. Yine de genetik olarak değiştirilmiş organizmalar korku yarattı. Genetik manipölasyon gelecekte insanlar arasında hastalıklara veya genetik mutasyonlara neden olur muydu? Yabancı genler, vahşi bitkiler gibi, daha önce hiç amaçlanmayan diğer organizmalara yayılır mıydı? Zararlıları öldürmek için tasarlanmış genler ayrıca kelekleri ve balarılarını da ortadan kaldırır mıydı? ABD hükümeti yeni teknolojinin zararı kanıtlanıncaya kadar teşvik edilmesi gerektiğini savundu ancak Avrupa hükümetleri zararsızlığı kanıtlanana kadar genetik değişikliği yasakladı. Her iki taraf da diğerini bilimi ulusal ticari çıkarlarını korumak için bir bahane olarak kullanmakla suçladı.

Çağımızı karakterize eden yeni teknolojilerin ileriye doğru atılımını körükleyen, 1945'ten 2007'ye kadar süren ama 1970'lerde kesintiye uğrayan ekonomik patlamaydı. Bu patlama, biri ekonomik diğeri teknolojik olmak üzere iki değişikliğin sonucuydu. Ekonomik değişim, işletmelerin dünyanın birçok yerinde parça üretip ürün monte etmelerini ve neredeyse başka herhangi bir yere göndermelerini değerli kılan, tarife engellerinde ve ticaretin önündeki diğer engellerde azalma oldu. Teknolojik ilerleme, bir tekneye, trene veya kamyonu konulabilen ve içindekileri ambalajından çıkarmadan ve yeniden paketlemeden herhangi bir yere gönderilebilen 20 fit uzunluğunda 8 fit yüksekliğinde ve genişliğinde metal bir kutu idi. 1950'lerden başlayarak, nakliye şirketleri konteynırları gemiler, kamyonlar ve trenler arasında aktarmak için özel konteyner gemileri ve ekipmanları üretti. Konteynerler nakliye maliyetini o kadar önemli ölçüde azalttı ki, bugün dünya çapında dökme olmayan kargoların yaklaşık yüzde 90'ı konteyner gemilerinde taşınıyor. Düşük tarifelerin ve ucuz navlun maliyetlerinin birleşimi, dünya ekonomisinin küreselleşmesini sağlamıştır.

Sanayi Devrimi'nden bu yana gerçekleşen her teknolojik gelişme, insanları ya da en azından bazı insanları etkilemek üzere tasarlandı. Ancak, ilk pamuk fabrikaları ve buhar motorları döneminden itibaren, neredeyse tüm teknolojik ilerlemelerin çevre üzerinde zararlı bir etkisi olduğu açıktı. Sanayileşme yayıldıkça ve özellikle insanlar gittikçe daha fazla miktarda fosil yakıt yaktıkça çevresel maliyetler daha da şiddetlendi. Hava kirliliği sorunu, Aralık 1952'nin başlarında Londra'da bir kriz noktasına ulaştı. Soğuk bir hava dalgası, tıpkı atmosferdeki bir inversiyon tabakasının dumanı hapsedmesi gibi, Londralıların evlerini ısıtmak için normalden daha fazla kömür yakmalarına neden oldu. Ortaya çıkan sis o kadar kalındı ki, sürücüler önlerindeki yolu göremedikleri için trafiğin durması ve izleyiciler sahneyi göremedikleri için sinema salonlarının kapanması gerekti. Dört gün süren sis boyunca, 4.000 kişi solunum yetmezliğinden öldü ve sonraki günlerde ve haftalarda 8.000 kişi daha öldü. Bu uyarının ardından, gelişmiş sanayi ülkeleri çevre kirliliği

sorununu ele almaya başladılar ve daha önceki dönemlerin en kötü çevresel suistimallerini hafifletmek için önemli bütçeler ayırdılar. İngiltere, şehirlerde kömürün yakılmasını yasakladı, yerine gaz, elektrik veya petrol kullanıldı. California, otomobile bağımlı Los Angeles ve diğer şehir merkezlerindeki dumanı azaltmak amacıyla otomatik egzoz emisyonlarında ciddi kısıtlamalar getirdi. 1970’lerde Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkeleri daha sıkı kirlilik kontrolü ve çevre koruma yasaları getirdiler. Bu önlemler, İngiliz Midlands, Güney Kaliforniya ve Alman Ruhr gibi büyük sanayi bölgelerini rahatsız eden kirliliği azaltmada oldukça etkili oldu. Artık en kötü çevresel bozulma dünyanın daha zayıf yarı endüstriyel veya endüstriyel olmayan bölgelerinde gerçekleşti: Amazon’da ormansızlaşma; Tahran, Mexico City ve Bangkok’ta hava kirliliği ve Nijer Deltası’ndaki petrol sızıntıları. Daha da kötüsü, Dünya’yı ultraviyole radyasyondan koruyan ozon tabakası Güney Yarımküre’de yok oluyordu ve İkinci Dünya Savaşı’ndan bu yana petrol tüketimindeki sekiz kat artış tüm gezegenin ısınmasına neden oluyor, kıyı bölgelerini sel ve yaban hayatını kargaşa ile tehdit ediyor. Kısacası, kalkınma dünya çapında yayıldıkça, çevre sorunları yerel olmaktan bölgeleşe ve küresel hale geldi.

Halen gerçekleşmekte olan olaylardan sonuç çıkarmak zordur. İkinci Dünya Savaşı’nın sona ermesinden bu yana geçen neredeyse altmış yıla bakıldığında, birçok önemli teknolojik gelişmenin kökenlerini bu çatışmaya kadar takip etmesi şaşırtıcıdır. Bu savaş olmasaydı, kesinlikle erteleneceklerdi. Yine de bu teknolojilerin çoğu, nükleer bombalar ve kıtalararası füzeler gibi çok yıkıcı oldukları veya nükleer enerji gibi beklenmedik derecede yüksek riskler ve maliyetler içerdikleri için tartışmalı bir değer taşıyor. Radar, bilgisayarlar ve antibiyotikler kesinlikle insanlığın ya da en azından insan ırkının en zengin üçte birinin yararına olmuştur. Savaştan sonra gelişen transistörler, renkli televizyon, kişisel bilgisayarlar, İnternet ve genetik olarak değiştirilmiş ürünler gibi teknolojiler çoğunlukla yararlıdır. Ancak Sanayi Devrimi’nden beri ortaya konan diğer tüm teknolojiler gibi, enerji, hammadde ve toprak tüketiyorlar ve doğal dünyaya zarar veriyorlar. Teknoloji artık düşmanca bir doğa karşısında hayatta kalmak için bir araç değil, doğanın pahasına bir eğlence aracıdır. Sefa sürmenin ne kadar süre devam edebileceği sadece yeni nesil tarafından cevaplanabilecek bir sorudur.

Kronoloji

2.5 MİLYON YIL ÖNCE

Etiyopya'da kullanılan en eski aletler, nehir taşları

12.000-10.000 YIL ÖNCE

Ortadoğu'da tarım geliyor

MÖ 3. YÜZYIL

Ortadoğu'da kullanılan ilk bronz aletler

MÖ 2. YÜZYIL

Malayo-Polinezyalılar Pasifik ve Hint Okyanuslarına yerleşmeye başladı

MÖ 1700-1300

Savaş arabası dönemi

MÖ 1500

Anadolu'da demir eritme

MÖ 3. YÜZYIL

Romalılar ve Çinliler inşaat mühendisliği projelerine başladı

1-8. YÜZYIL

Üzengi, Afganistan'dan Doğu Asya ve Avrupa'ya yayılıyor

1012

Çin'e Champa pirinci getirildi

1045

Çin'de geliştirilen ilk hareketli baskı bloğu

13.-15. YÜZYILLAR

İnkalar yol ağı inşa etti

1327

Büyük Kanal, Sarı ve Yangzi nehirlerini bağladı

14. YÜZYIL

Savaşta kullanılan barut ve toplar

1405-1433

Zheng He'nin hazinesi Hint Okyanusu'na yelken açıyor

1493

Kolomb'un bitki ve hayvan takası başladı

1498

Vasco da Gama'nın 90 fit uzunluğundaki dört gemiden oluşan donanması Hindistan'a ulaştı

1712

Thomas Newcomen ilk atmosferik motoru üretti

1764

James Hargreaves çıkırığı icat etti

1769

James Watt ayrı kondansatörü patentledi

1829

Rocket bir yarışma kazandı ve buharlı lokomotif tasarımı için standart haline geldi

1837

Charles Wheatstone ve William Cooke ilk elektrik telgraf hattını kurdu; Samuel F. B. Morse kodunu patentledi

1838

Atlas gemileri Atlantik Okyanusu'nu geçti

1866

İlk işleyen denizaltı telgraf kablosu Atlantik genelinde çalışmaya başladı

1876

Alexander Graham Bell telefonun patentini aldı

1878-1879

Thomas Edison ve Joseph Swan parlak elektrik ışığı icat etti

1901

Guglielmo Marconi 'Atlantik Okyanusu üzerinden kablosuz sinyal gönderiyor

1903

Wilbur ve Orville Wright bir uçak uçurdular

1908

Henry Ford, Model T'yi tanıttı

1939-1945

II. Dünya Savaşı: ilk atom bombaları, balistik füzeler, antibiyotikler ve bilgisayarlar

1957

SSCB ilk suni uydu Sputnik'i fırlattı

1989

Tim Berners-Lee interneti yarattı

1997

Klonlanmış koyun Dolly doğdu

Notlar

BÖLÜM 2

1. Hernán Cortés: *Letters from Mexico*, ed. ve çev. A. R. Pagden (New York: Grossman, 1971), 109.
2. *The Odyssey of Homer*, çev. Allen Mandelbaum, kitap VII. 103–111 (Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1990), 136.
3. Herodot, *The History*, çev. David Greene (Chicago: Chicago Press Üniversitesi, 1987), 145.
4. Francesca Bray, *Technology and Society in Ming China (1368-1644)* (Washington, D.C.: Amerikan Tarih Derneği, 2000), 183.

BÖLÜM 3

1. Alıntı: Friedrich Klemm, *A History of Western Technology*, çev. Dorothea Singer (Cambridge, Kitle: MIT Press, 1964), 51.
2. Roland A. Oliver ve Brian M. Fagan, *Africa in the Iron Age*, c. MÖ 500 AD 1400'e (Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1975), 69.
3. Alıntı: Norman Smith, "Roman Hydraulic Technology", *Scientific American* 238 (Mayıs 1978): 155.
4. Herodot, *The History*, kitap VIII, bölüm 98, *The Great Books of the Western World* (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952), 6: 277.
5. Victor W. von Hagen, *The Roads That Led to Rome* (Cleveland, Ohio: World Publishing Co., 1967), 33.
6. Thucydides, *The Peloponnesian War*, kitap VII, bölüm 23, *The Great Books of the Western World* (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952), 6: 557.
7. James Cook, *The Voyage of the Resolution and Adventure*, ed. John Beaglehole (Cambridge: Hakluyt Society, 1955), 154.
8. Xenophon, *Cyropaedia*, alıntılanan Melvin Kranzberg ve Joseph Gies, *By the Sweat of Thy Brow: Work in the Western World* (New York: Putnam, 1975), 40.

9. Kax Wilson, *A History of Textiles* (Boulder, Colo.: Westview Press, 1979), 26.

BÖLÜM 4

1. Marco Polo, *The Travels of Marco Polo the Venetian*, çev. ve ed. William Marsden (Garden City, NY: Doubleday, 1948), 223.
2. Age., 227.
3. Wang Zhen, *Wang Zhen nonshu* (Tarım Üzerine İnceleme), ilk baskı 1313, 13 / 28b, alıntılanan Francesca Bray, *The Rice Economies: Technology and Development in Asian Societies* (Berkeley: University of California Press, 1986), 51.
4. *Jiaxing Prefectural Gazetteer*, 1600, alıntılanan Mark Elvin, *The Retreat of the Elephants: An Environmental History of China* (New Haven, Conn.: Yale University Press, 2004), 206.
5. Wang Zhen, age. cit., alıntılanan Mark Elvin, *The Pattern of the Chinese Past* (Stanford, Kaliforniya: Stanford University Press, 1973), 195.
6. Hiram Bingham, *Lost City of the Incas* (New York: Atheneum, 1964), 212.

BÖLÜM 5

1. Alıntılanan Amir D. Aczel *The Riddle of the Compass* (New York: Harcourt, 2001), 86.
2. Alıntılanan Dava Sobel, *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Age* (New York: Penguin, 1995), 147.
3. Alıntılanan GR Crone, *The Discovery of the East* (Londra: Hamish Hamilton, 1972), 54.
4. Alıntılanan Carlo Cipolla, *Guns, Sails, and Empires: Technological Innovation and the Early Phases of European Expansion, 1400–1700* (New York: Random House, 1965), 108.
5. Alfred Crosby, *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492* (Westport, Conn.: Greenwood Press, 1972).
6. Richard Bulliet, *The Earth and Its Peoples: A Global History*, 4. baskı. (Boston: Houghton Mif in, 2008), 522.
7. Matthew Ricci, *China in the Sixteenth Century*, çev. Lewis Gallagher (New York: Random House, 1943), 182.
8. Alıntılanan Susan B. Hanley, *Everyday Things in Premodern Japan: The Hidden Legacy of Material Culture* (Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1997), 51.

BÖLÜM 6

1. Edward Carpenter, *Demokrasiye Doğru*, 3. baskı. (Londra: T. F. Unwin, 1892), 452.
2. "Report from the Committee on the Bill to Regulate the Labour of Children in the Mills and the Factories of the United Kingdom", *British Sessional Papers*, cilt. 15 (Londra, 1832), s. 195-196, alıntılanan *The Human Record: Sources of Global History*, ed. Alfred J. Andrea ve James H. Overd, 2. Baskı. (Boston: Houghton Mif in, 1994), 263.
3. Huskisson (1824), T.K. Derry ve Trevor I. Williams tarafından alıntılanmıştır, *Short History of Technology from the Earliest Times to A.D. 1900* (New York: Oxford University Press, 1961), 312.
4. Cadwallader Colden, *The Life of Robert Fulton* (New York: Kirk & Mercein, 1817), 174-175, alıntılanan Kirkki Sale, *he Fire of His Genius: Robert Fulton and the American Dream* (New York: Free Press, 2001), 120.
5. Steven Lubar, *InfoCulture: The Smithsonian Book of Information Age Inventions* (Boston: Houghton Mif fl in, 1993), 82.
6. Alıntılanan Paul M Kennedy, "International Cable Communications and Strategy, 1870-1914", *English Historical Review* 86 (1971): 730.
7. Lewis Mumford, *The City in History* (New York: Harcourt, Brace & World, 1961), 459-460.
8. Letter to the Earl of Auckland, yeniden baskısı *The London Gazette Extraordinary* (3 Haziran 1841): 1248.

BÖLÜM 7

1. Alıntılanan Lynn White Jr., *Medieval Technology and Social Change* (New York: Oxford University Press, 1962), 134.
2. "American Treasures of the Library of Congress" Web sitesine 14 Haziran 2007'de erişildi: <http://www.loc.gov/exhibits/treasures/trr002.html>.
3. Alfred North Whitehead, *Science and the Modern World* (New York: Macmillan, 1925), 98.
4. Henry Ford, *My Life and Work* (Garden City, NY: Doubleday, 1922), 147.
5. John Widtsoe, *Success on Irrigation Projects* (New York: John Wiley, 1928), 138.
6. Sakuma Shonan, alıntılanan, Thomas C. Smith, *Political Change and Industrial Development in Japan: Government Enterprise, 1868-1880* (Stanford, Kaliforniya: Stanford University Press, 1955), 2.
7. Richard J. Samuels, "Rich Nation, Strong Army": *National Security and the Technological Transformation of Japan* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994).

8. Hindistan, Demiryolu Komitesi, 1920-1921, *Report of the Committee Appointed by the Secretary of State for India to Enquire into the Administration and Working of the Indian Railways* (Londra: HMSO, 1921), 58-59.

BÖLÜM 8

1. Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb* (New York: Simon & Schuster, 1988), 676.
2. Harry S. Truman, *Memoirs by Harry S. Truman*, cilt. 1: *Year of Decisions* (New York: Doubleday, 1955), 421.
3. Arnold Pacey, *Technology in World Civilization* (Cambridge, Kitle: MIT Press, 1990), 175.
4. Vannevar Bush, *Science: The Endless Frontier* (Washington, DC: ABD Hükümeti Basımevi, 1945), 12.

İlave Okumalar

KÜRESEL TEKNOLOJİ TARİHİ

Carlson, Bernard, ed. *Technology in World History*. 7 cilt. New York: Oxford University Press, 2005.

McClellan, James E. ve Harold Dorn. *Science and Technology in World History*. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 1999.

Pacey, Arnold. *Technology in World Civilization*. Cambridge, MIT Press, 1990.

Smil, Vaclav. *Energy in World History*. Boulder, Colo.: Westview Press, 1994. *Technology and Culture*, Society for the History of Technology'nin üç aylık dergisi.

BATI TEKNOLOJİ TARİHLERİ

Adams, Robert. *Paths of Fire: An Anthropologist's Inquiry into Western Civilization*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1996.

Cardwell, Donald. *Wheels, Clocks, and Rockets: A History of Technology*. New York: W.W. Norton, 1995.

Kranzberg, Melvin ve Carroll W. Pursell, ed. *Technology in Western Civilization*. 2 cilt. New York: Oxford University Press, 1967.

Landes, David. *Revolution in Time*. Cambridge, Harvard University Press, 1983.

TARİH ÖNCESİ

Bulliet, Richard. *Hunters, Herders, and Hamburgers: The Past and Future of Human-Animal Relationships*. New York: Columbia Üniversitesi Yayınları, 2005.

Hyland, Ann. *The Horse in the Ancient World*. Westport, Conn .: Praeger, 2003.

Tattersall, Ian. *The Monkey in the Mirror: Essays on What Makes Us Human*. New York: Harcourt, 2002.

AFRİKA

DeGregori, Thomas R. *Technology and the Economic Development of the African Frontier*. Cleveland, Ohio: Case Western Reserve Üniversitesi Yayınları, 1969.

Goody, Jack. *Technology, Tradition and the State in Africa*. Londra: Oxford University Press, 1971.

Herbert, Eugenia W. *Iron, Gender, and Power: Rituals of Transformation in African Societies*. Bloomington: Indiana University Press, 1993.

Oliver, Roland A. ve Brian M. Fagan. *Africa in the Iron Age, c. 500 B.C. to A.D. 1400*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1975.

Schmidt, Peter R. *The Culture and Technology of African Iron Production*. Gainesville: Florida Üniversitesi Yayınları, 1996.

ÇİN

Bray, Francesca. *The Rice Economies: Technology and Development in Asian Societies*. Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1986.

Bray, Francesca. *Technology and Society in Ming China (1368-1644)*. Washington, D.C .: Amerikan Tarih Derneği, 2000.

Elvin, Mark. *The Pattern of the Chinese Past*. Stanford, Cal: Stanford University Press, 1973.

Needham, Joseph. *The Shorter Science and Civilisation in China*. 5 cilt. Cambridge: Cambridge University Press, 1978-1995.

Temple, Robert. *The Genius of China: 3,000 Years of Science, Discovery, and Invention*. 3. baskı. Londra: Andre Deutsch, 2007.

JAPONYA

Dunn, Charles J. *Everyday Life in Traditional Japan*. Boston: Tuttle, 1969.

Hanley, Susan B. *Everyday Things in Premodern Japan: The Hidden Legacy of Material Culture*. Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1997.

Low, Morris, Shigeru Nakayama ve Hitoshi Yoshioka. *Science, Technology, and Society in Contemporary Japan*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

Morris-Suzuki, Tessa. *The Technological Transformation of Japan: From the 17th to the 21st Century*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

Perrin, Noel. *Giving Up the Gun: Japan's Reversion to the Sword, 1543-1879*. Boulder, Colo.: Shambhala, 1979.

Samuels, Richard J. *"Rich Nation, Strong Army": National Security and the Technological*

Transformation of Japan. Ithaca, N.Y. : Cornell University Press, 1994.

ORTADOĞU

el-Hassan, Ahmed ve Donald Hill. *Islamic Technology: An Illustrated History*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

Bloom, Jonathan M. *Paper before Print: The History and Impact of Paper in the Islamic World*. New Haven, Conn. : Yale University Press, 2001.

Bulliet, Richard. *The Camel and the Wheel*. New York: Columbia University Press, 1990.

Hill, Donald R., ed. *Studies in Medieval Islamic Technology*. Brookfield, V: Ashgate-Variorum, 1998.

SANAYİ DEVRİMİ ÖNCESİ AVRUPA

Cipolla, Carlo. *Clocks and Culture, 1300-1700*. New York: W.W. Norton, 2003.

Frugoni, Chiara. *Books, Banks, Buttons: And Other Inventions from the Middle Ages*. New York: Columbia Üniversitesi Yayınları, 2003.

Gimpel, Jean. *The Medieval Machine: The Industrial Revolution of the Middle Ages*. New York: Holt, Rinehart ve Winston, 1976.

Kranzberg, Melvin ve Joseph Gies. *By the Sweat of Thy Brow: Work in the Western World*. New York: Putnam, 1975.

Landels, John G. *Engineering in the Ancient World*. Rev. ed. Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 2000.

Magnusson, Roberta J. *Water Technology in the Middle Ages: Cities, Monasteries, and Waterworks after the Roman Empire*. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2001.

- von Hagen, *The Roads That Led to Rome*. Cleveland, Ohio: Dünya Yayınları, 1967.
- White, Lynn, Jr. *Medieval Technology and Social Change*. Oxford: Clarendon Press, 1962.

ENDÜSTRİYEL DEVRİM

- Ashton, T. S. *The Industrial Revolution, 1760-1830*. New York: Oxford University Press, 1964.
- Frader, Laura L. *The Industrial Revolution: A History in Documents*. New York: Oxford University Press, 2006.
- Inkster, Ian, ed. *Science and Technology in History: An Approach to Industrial Development*. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press, 1991.
- Sieferle, Rolf P. *The Subterranean Forest: Energy Systems and the Industrial Revolution*. Cambridge: White Horse Press, 2001.
- Stearns, Peter. *The Industrial Revolution in World History*. Boulder, Colo.: Westview Press, 1993.
- Uglow, Jenny. *The Lunar Men: Five Friends Whose Curiosity Changed the World*. New York: Farrar, Straus ve Giroux, 2002.

19. VE 20. YÜZYIL TEKNOLOJİLERİ

- Headrick, Daniel R. *The Tools of Empire: Technology and European Imperialism in the Nineteenth Century*. New York: Oxford University Press, 1981.
- Levinson, Mark. *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2006.
- Mokyr, Joel. *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. New York: Oxford University Press, 1990.
- Pursell, Carroll. *The Machine in America: A Social History of Technology*. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 1995.

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ

- Castells, Manuel. *The Internet Galaxy: Reflections on the Internet, Business, and Society*. New York: Oxford University Press, 2001.
- Chandler, Alfred. *Inventing the Electronic Century: The Epic Story of the Consumer Electronics and Computer Industries*. New York: Özgür Basın, 2001.

- Eisenstein, Elizabeth. *The Printing Revolution in Early Modern Europe*. New York: Cambridge University Press, 1983.
- Headrick, Daniel R. *The Invisible Weapon: Telecommunications and International Politics, 1851-1945*. New York: Oxford University Press, 1991.
- Lubar, Steven. *InfoCulture: The Smithsonian Book of Information Age Inventions*. Boston: Houghton Mifflin, 1993.

GEMİLER VE DENİZCİLİK

- Acel, Amir D. *The Riddle of the Compass: The Invention That Changed the World*. New York: Harcourt, 2001.
- Casson, Lionel. *Ships and Seamanship in the Ancient World*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1995.
- Chaudhuri. *Trade and Civilization in the Indian Ocean: An Economic History from the Rise of Islam to 1750*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- Dreyer, Edward L. *Zheng He: China and the Oceans in the Early Ming Dynasty, 1405-1433*. New York: Pearson, 2007.
- Friel, Ian. *The Good Ship: Ships, Shipbuilding and Technology in England, 1200-1520*. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 1995.
- Guilmartin, John. *Gunpowder & Galleys: Changing Technology & Mediterranean Warfare at Sea in the 16th Century*. Annapolis, Md.: Deniz Enstitüsü Yayınları, 2003.
- Hourani, George F. *Arab Seafaring in the Indian Ocean in Ancient and Early Medieval Times*. John Carswell tarafından gözden geçirildi ve genişletildi. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1995.
- Kyselka, Will. *An Ocean in Mind*. Honolulu: Hawaii Üniversitesi Yayınları, 1987.
- Levathes, Louise. *When China Ruled the Seas: The Treasure Fleet of the Dragon Throne, 1405-1433*. New York: Oxford University Press, 1994.
- Lewis, David. *We, the Navigators: The Ancient Art of Landfinding in the Pacific*. 2. baskı. Honolulu: Hawaii Üniversitesi Yayınları, 1994.
- Parry, J. H. *The Discovery of the Sea*. New York: Dial Press, 1974.
- Smith, Roger C. C. *Vanguard of Empire: Ships of Exploration in the Age of Columbus*. New York: Oxford University Press, 1993.
- Sobel, Dava. *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time*. New York: Penguin, 1995.

TEKSTİL TEKNOLOJİSİ

- Barber, Elizabeth W. *Women's Work: The First 20,000 Years: Women, Cloth, and Society in Early Times*. New York: W.W. Norton, 1994.
- Bray, Francesca. *Technology and Gender: Fabrics of Power in Late Imperial China*. Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1997.
- Wilson, Kax. *A History of Textiles*. Boulder, Colo: Westview Press, 1979.

SİLAHLAR VE ASKERİ TEKNOLOJİ

- Bishop, M.C. ve J.C.N. Coulston. *Roman Military Equipment from the Punic Wars to the Fall of Rome*. Oxford: Oxbow Books, 2006.
- Chase, Kenneth. *Firearms: A Global History to 1700*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- Cipolla, Carlo. *Guns, Sails and Empire: Technological Innovation and the Early Phases of European Expansion, 1400-1700*. New York: Funk & Wagnalls, 1965.
- Crosby, Alfred W. *Throwing Fire: A History of Projectile Technology*. New York: Cambridge University Press, 2002.
- Ellis, John. *A Social History of the Machine Gun*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986.
- Hall, Bert S. *Weapons and Warfare in Renaissance Europe: Gunpowder, Technology, and Tactics..* Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 1997.
- McDougall, Walter A. *The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1997.
- McNeill, William H. *The Age of Gunpowder Empires, 1450-1800*. Washington. D.C.: Amerikan Tarih Derneği, 1989.
- McNeill, William H. *The Pursuit of Power: Technology, Armed Force, and Society since A.D. 1000*. Chicago: Chicago Press Üniversitesi, 1982.
- Rhodes, Richard. *The Making of the Atomic Bomb*. New York: Simon ve Schuster, 1986.
- Van Creveld, Martin. *Technology and War: From 2000 B.C. to the Present*. New York: Özgür Basın, 1989.

Web Siteleri

LASCAUX MAĞARASI

www.culture.gouv.fr/culture/arcnat/lascaux/en/

Fransız hükümetinin Kültür Bakanlığı tarafından işletilen bu site, Lascaux'daki tarih öncesi sanatın gelişimi, keşfi, kazısı, nihai kapanışı, mağara ağının sanal turu ve benzer arkeolojik alanlara bağlantılar da dahil olmak üzere bir hesabını sunuyor.

BİLGİSAYAR TARİHİ MÜZESİ

www.computerhistory.org/exhibits/

Silikon Vadisi merkezli bu müzenin sitesi, bilgisayar tarihinin bir zaman çizelgesini ve Babbage motoru, bilgisayar satrancı, mikroişlemciler ve İnternet tarihi hakkında çevrimiçi sergiler sunar.

TARIM TARİHİ

www.adbio.com/science/agri-history.htm

Tarih öncesi çağlardan günümüze küresel tarımın gelişiminin anlatısı. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tarım ve hükümet fiyat kontrolleri hakkında bir bölüm içerir.

BİLİM TARİHİ MÜZESİ, OXFORD ÜNİVERSİTESİ

www.mhs.ox.ac.uk/exhibits

Oxford Üniversitesi'nin koleksiyonundaki çevrimiçi sergiler arasında "İslam'da Bilim", ilaç ticaretinin tarihi, dünyanın en büyük usturlap koleksiyonu ve "Kablosuz Dünya: Marconi ve Radyo Yapımı" yer alıyor.

PİRAMİTLER: İÇERİDEKİ HİKAYE

www.pbs.org/wgbh/nova/pyramid/

Nova televizyon dizisinin Çevrimiçi Macera sitelerinin bir parçası olan bu sayfa, eski Mısır tarihini, arkeologlarla röportajları ve piramitlerin ve çevrelerinin 360 derecelik görünümünü sunar.

DEMİRYOLU TARİHİ

www.rrhistorical.com

Demiryolu tarihi ve teknik dernekleri, müzeler, tarihler ve modellere bağlantılar koleksiyonu.

BİLİM MÜZESİ, LONDRA

www.sciencemuseum.org.uk/onlinestuff/subjects/engineering.aspx

İngiltere'nin en büyük bilim müzesi tarafından yönetilen bu site, fabrika sisteminin yükselişi, İngiliz demiryolu ağının inşası ve bilimin savaşta kullanımı gibi tarihi konular hakkında resimli slayt gösterileri sunuyor.

SMITHSONIAN ULUSAL HAVA VE UZAY MÜZESİ

www.nasm.si.edu/research/

Konuyla ilgili önde gelen Amerikan müzesinden bu site, Smithsonian koleksiyonundaki eserlerden oluşan bir veri tabanı, havacılık ve uzay tarihindeki kadınların kısa biyografilerinden oluşan bir koleksiyon ve Afrika kökenli Amerikalı öncü havacıların çevrimiçi görüntü koleksiyonunu içerir.

SU YÜKSELTME MAKİNALARI

www.ummah.net/history/scholars/water

Müslüman topluluk için bir haber ve din sitesinin eğitim bölümünde, bu sayfa Arap sulama aletlerinin tarihini detaylandırıyor.

DİZİN

20. yüzyıl, 22, 108, 117, 119, 120, 123,
124, 126, 130, 131, 135, 144, 147, 149,
150

A

AEG, 124

Afganistan, 71, 73, 155

Afrika, 14, 15, 18, 22, 23, 24, 45, 49, 50,
77, 83, 90, 93, 94, 105, 118, 119, 120,
124, 130, 134, 147, 170

Afyon Savaşı, 118

akan su, 122, 130

Akdeniz, 15, 21, 39, 52, 56, 58, 60, 86,
87, 113, 119

akslar, 44, 78

Alabama, 105

Alaska, 19

alaşım, 42

Almanya, 15, 78, 95, 107, 112, 124, 125,
127, 128, 129, 132, 138, 142, 143, 145
alternatif akım, 124

altın, 26, 40, 41, 43, 54, 56, 85, 93, 115,
134

Amerika Birleşik Devletleri, 8, 39, 108,
112, 114, 117, 119, 122, 124, 125, 126,
128, 132, 138, 139, 141, 143, 145, 146,
148, 153, 169

Amerikan Telefon ve Telgraf Şirketi
(AT&T), 125

amonyak, 124

ampul, 122, 125, 130

Anadolu, 26, 41, 45, 48, 77, 155

Anasazi, 39

And Dağları, 36, 78, 79, 93

anestezi, 66

Antarktika, 19

antibiyotikler, 140, 150, 153, 157

antrasit, 75

araba, 50, 78, 108, 127

Arabistan, 66, 77, 84, 85, 93

Araplar, 66, 67, 77, 80, 89, 100

Arap Yarımadası, 32

araştırma laboratuvarı, 125

aristokrasi, 50

Arjantin, 94, 116, 120

Arktik, 19

arpa, 22, 23, 24, 30, 31, 32

ARPANET, 149

Aryanlar, 50

astronomi, 66, 80, 89, 99, 144

Asya, 18, 23, 24, 32, 41, 50, 55, 58, 66,
70, 71, 73, 75, 77, 84, 85, 88, 90, 91, 92,
93, 94, 95, 98, 100, 119, 120, 124, 130,
134, 151, 155

ateşli silah, 83, 88, 91, 92

Atina, 56, 57

Atlantik Okyanusu, 87, 113, 126, 146,
156, 157

atlar, 47, 50, 52, 61, 69, 70, 71, 77, 78,
84, 93

atmosferik motor, 107, 156

at nalı, 70, 78
atom bombası, 137, 138, 141
at tasmaları, 80
Australopithecines, 13, 14, 15, 27
avcı-toplayıcılar, 20, 21, 45, 49
avlanma, 15, 21
Avrasya, 15, 40, 44, 47, 50, 52, 55, 58, 60, 61, 66, 70, 71, 72, 93
Avrupa, 8, 17, 18, 23, 26, 42, 44, 50, 52, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 80, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 108, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 124, 126, 128, 129, 130, 132, 134, 140, 142, 145, 146, 148, 149, 152, 153, 155
Avrupa tarımı, 69
Avusturya, 17
Aztekler, 34
azurit, 42

B

Babürler, 100
Bağdat, 66, 67, 73, 74, 95
bahçecilik, 23, 24
bakır, 17, 26, 41, 42, 43, 44, 48, 96, 102, 104, 107, 134
balistik füzeler, 143, 157
Balkanlar, 100
baltalar, 14, 25
Baltık Denizi, 140
Baltimore, 112, 113, 163, 165, 166, 167, 168
Baltimore ve Ohio, 112
bambu, 60, 65, 84, 95
Bangkok, 153
banliyö hatları, 111
barbarlar, 61
Barbegal, 60
barut, 83, 88, 90, 91, 92, 156
barut imparatorlukları, 83

BASE, 124
baskı, 83, 95, 96, 98, 100, 118, 155, 160, 161, 164, 167
Basra, 56, 73, 91
Basra Körfezi, 56, 73, 91
Batı Afrika, 26, 50, 90
Bayer, 124
bayındırlık projeleri, 61
Belçika, 114
Bell Laboratuvarları, 144, 146
Bengal Körfezi, 51
Berberi ordusu, 90
Bereketli Hilal, 21
Beş Yıllık Planlar, 132
bezelye, 24, 31, 69
Bhagavad-Gita, 137
bıçaklar, 15, 17, 42, 43
bıçaklı pulluk, 124
bilgi çağı, 144, 150
bilgisayarlar, 139, 144, 147, 148, 149, 153, 157
bilim, 66, 92, 101, 112, 119, 121, 125, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 150, 170
bira fabrikaları, 108
Bi Sheng, 96
Bizans İmparatorluğu, 66, 90
blok sistemi, 111
BM Gıda ve Tarım Örgütü, 151
Boeing, 138
Bolivya, 78
Book of Fighting on Horseback and with War Engines, 89
boylam, 87, 88
Brezilya, 93, 128
Britanya, 94, 102, 105, 106, 116, 117, 118, 132, 134
bronz, 42, 43, 48, 52, 56, 68, 88, 155
buğday, 22, 23, 24, 31, 33, 48, 56, 63, 69, 93, 116, 151
buharlı gemiler, 58, 108, 110, 111, 121

buhar motorları, 109, 110, 115, 121, 123, 124, 152
Buz Adam, 17, 21, 26, 41
Buz Devri, 21
buzdolapları, 130
Büyük Buhran, 132
Büyük Göller, 26, 41
Büyük Kanal, 54, 76, 85, 117, 156
Büyük Patlama, 8, 16

C

Canterbury, 78
Cenevre, 149
cep telefonları, 147
Cezayir, 53
Chaco Kanyonu, 39
Champa pirinci, 64, 155
Chandragupta Maurya, 51
Chimu, 36
Clermont, 109
Clovis noktaları, 19
Columbia Nehri, 142
Cordoba, 66, 67
Cornwall, 107
Cuzco, 78, 79
cüce, 151
cüce buğday, 151

Ç

çakmaktaşı, 17, 20, 26
çamaşır suyu, 114, 124
çanak çömlek, 32, 33, 39, 41, 49, 88, 107
çapalar, 25
çavdar, 23, 69, 93
çay, 65, 134
Çernobil, 142
çırçır, 103, 104
çiftçilik, 24, 30, 31, 46, 65, 70
çimento, 53

Çin, 15, 20, 23, 26, 32, 33, 40, 41, 42, 44, 47, 48, 51, 52, 54, 55, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 85, 88, 89, 92, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 106, 117, 118, 120, 135, 140, 141, 146, 149, 155
Çince, 96
Çin Seddi, 54, 85
çivit, 93
çivi yazısı, 44, 45

D

darı, 23, 33, 49, 63, 94
De aquis orbis Romae, 54
De Architectura, 55
değirmen taşları, 20, 60, 72
demir, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 60, 61, 68, 70, 72, 73, 75, 76, 80, 88, 92, 96, 101, 102, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 120, 129, 132, 134, 155
demirciler, 42, 43, 48, 49, 90, 109
demir eritme, 48, 49, 155
demir işleri, 80
demiryolları, 111, 116
denizaltı telgraf kabloları, 120
deniz barbarları, 118
deniz gücü, 117, 118
deniz kabukları, 18, 24
deri, 13, 14, 17, 39, 44, 52
develer, 19, 77, 93
dijital bilgisayarlar, 104
dikiş makineleri, 109
dil, 18
din, 16, 98, 170
dişli, 86
dizel motorlar, 127
dizüstü bilgisayarlar, 149
doğru akım, 124
Doğu Afrika, 13, 84
dokuma, 17, 26, 39, 40, 41, 60, 65, 74,

104
domuzlar, 22, 93
Dorlar, 50
Douglas DC-3, 129
dökme demir, 80, 92, 100, 106, 111
dökümhaneler, 52, 116
dönen tekerlekler, 72, 102
dövme demir, 48, 49, 73
DuPont, 124, 125
dut ağaçları, 65, 95

E

Eastman Kodak, 124, 125
edebiyat, 29, 44
Edo, 99
Efes, 54
Ege Denizi, 54
ejderha omurga makinesi, 64
ekipman, 19, 26, 109, 116, 124, 125, 132, 133, 138, 145
Ekvador, 78
el arabası, 74
el bombaları, 88
elektrik, 112, 121, 122, 123, 125, 129, 130, 133, 138, 141, 144, 145, 153, 156, 157
elektronik, 125, 126, 139, 144, 145, 146, 147, 148
El Harezmi, 66
el-Muhallabi, 50
El Paraíso, 39
el tırımı, 65
Endonezya, 18, 84, 95, 100
endüstriyel, 74, 101, 104, 107, 108, 109, 112, 114, 118, 123, 124, 125, 151, 153
enerji, 7, 60, 72, 73, 80, 101, 102, 107, 108, 119, 124, 141, 142, 153
Enola Gay, 137
entegre devreler, 147
Eriha, 24, 25

Erkenci Kuş, 146
erken uygarlık, 33
eşekler, 22, 77
Etiyopya, 13, 49, 50, 155
et paketleme, 127
evcilleştirme, 23
evrim, 18, 27, 150
eyer, 71

F

fabrikalar, 102, 106, 129, 132, 135
fasulye, 24, 31, 33, 36, 93
Fenikeliler, 56
fetih, 7
Filistin, 20, 21, 24, 49, 51, 56, 89
Flyer III, 129
fosil yakıtlar, 101, 107
Fransa, 15, 53, 60, 89, 95, 107, 112, 113, 114, 115, 128, 140, 141
frenler, 78
freze makineleri, 109
Frigler, 50
Fujitsu, 133

G

Ganj Vadisi, 48
gazyağı, 127, 130
gemi yapımı, 47, 106, 145
gen ekleme, 151
Genentech, 151
General Electric, 124, 125, 133
geometri, 32
Gilchrist-Thomas süreci, 120
Gine, 18, 23, 24
Girit, 39, 50
giyim, 129, 130
Goa, 91
göç, 15, 18, 24, 45, 49, 64, 114, 120
göçebe savaşçılar, 47, 64, 75, 85

göçler, 21
Guangzhou, 117
guano, 36
Guatemala, 38
gümüş, 26, 40, 43, 96, 115
güneş saatleri, 74
Güney Amerika, 24, 34, 39, 78, 80, 104, 130, 134
Güneydoğu Asya, 18, 23, 66, 84, 93, 130
gütme, 70

H

hac, 78, 84
haddehaneler, 106, 112
Hammurabi, 31
hangul, 96
Hangzhou, 63, 65, 76
Han hanedanı, 60, 71
Harappa, 38
harita yapımı, 144
Harun Reşid, 74
Harvard Mark I, 139
havacılık, 129, 170
hava kirliliği, 131, 153
Hebei-Henan, 75, 76
Herodot, 40, 54, 159
hesap makineleri, 138, 144, 148
hidroelektrik santraller, 123
hidrojen bombası, 139, 141, 143
hidrolik mühendisliği, 54, 99
Hindenburg, 128
Hindistan, 26, 41, 47, 48, 50, 51, 52, 56, 61, 66, 71, 74, 76, 77, 83, 84, 90, 91, 93, 94, 100, 102, 103, 113, 116, 117, 120, 124, 131, 134, 141, 146, 149, 151, 156, 162
Hint Okyanusu, 58, 84, 85, 86, 87, 91, 100, 156
Hiroşima, 137, 141
Hitachi, 133

Hititler, 48
Hokule, 58
Hollanda, 73, 92, 100, 133
Homer, 40
Homo erectus, 14, 15, 16, 17, 18
Homo habilis, 14, 15, 16
Homo sapiens, 15, 18, 27
Hong Kong, 148
Hudson Nehri, 109
Hyksos, 50

I

IBM, 147, 148
Intel, 144, 148
Intelsat, 144, 146
Irak, 24, 30, 31, 66
ırkçı şiddet, 106
Irwell Nehri, 114
İslah Bürosu, 131
ıslak pirinç tarımı, 48, 65, 80

İ

İç Savaş, 113
içten yanmalı motor, 126, 127
igllolar, 20
ihracat, 116, 124
iklim, 27, 32, 34, 36, 70
iletişim, 8, 52, 54, 83, 101, 118, 135, 144, 146, 149
imparatorluk, 54, 59, 90, 92
İmparatorluk Mühendislik Koleji, 133
İndus Vadisi, 32, 38, 41, 42, 44, 46
İngiliz Kanalı, 71, 110, 126
İngiltere, 26, 42, 48, 73, 78, 92, 101, 102, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 122, 126, 127, 128, 129, 134, 138, 140, 141, 142, 145, 146, 150, 153, 170
İnkalar, 76, 78, 79, 156

İnsan Genom Projesi, 151
insanlar, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,
23, 24, 26, 27, 29, 30, 33, 36, 38, 40, 41,
44, 56, 58, 61, 72, 83, 98, 99, 101, 102,
118, 130, 137, 150, 152
insülin, 151
inşaat mühendisliği, 52, 58, 66, 155
İnternet, 149, 153, 169
ipek, 39, 41, 63, 65, 73, 74, 76, 104
İpek Yolu, 55, 77
İran, 21, 40, 42, 54, 61, 66, 71, 73, 85, 90
İrlanda, 94, 105
İskandinavya, 26, 70
İslam, 66, 68, 73, 100, 169
İspanya, 15, 26, 53, 66, 67, 78, 92, 93,
94, 95
İspanyol, 34, 43, 86, 93, 94, 100, 116
İsrail, 141
İtalya, 17, 46, 95, 97, 125
ithalat, 116

J

Jamaika, 88
Japon demiryolları, 134
Japonya, 20, 21, 23, 26, 41, 84, 90, 91,
99, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 137,
138, 141, 142, 145, 146, 148
Jarmo, 24
jet motoru, 138
Jin hanedanı, 75
Jomon halkı, 21, 26, 41
Judar Paşa, 90
Jürchen, 75

K

kadırgalar, 86
Kafkas Dağları, 44
Kahire, 66
Kaifeng, 76

kalay ithalatı, 48
Kaliforniya, 153, 160, 161
Kamerun, 49
kamış, 34
Kanada, 130, 132
kanalizasyon sistemleri, 131
kanallar, 30, 31, 36, 53, 54, 61, 64, 76,
77, 80
Kanton, 92
Karadeniz, 56
kara köprüsü, 19
Karanlık Çağlar, 67
Karayipler, 93
Kartaca, 49
kasnaklar, 27
katır, 103
kavun, 66, 93
Kawasaki, 134
Kazakistan, 141
kazma çubukları, 25, 33, 49
keçiler, 22, 23, 32
kenevir, 26, 39, 40, 65, 74
kentsel kirlilik, 131
kereste fabrikaları, 73
keser, 25, 42, 47, 96
keskiler, 16, 17
Keşif Çağı, 87
keşifler, 100
keten, 26, 39, 40, 104
Khufu, 37, 38
Kıbrıs, 42
kısa dalga radyo, 126
kilitler, 80
kimya, 124, 125, 126
kinin, 131
kinoa, 24, 36
Kin-sai, 63
kiracı çiftçiler, 71, 102
kireçtaşı, 37, 38
kirlilik, 7, 153
kişisel bilgisayarlar, 148, 153

Kitab al-Jabr, 66
kitap ticareti, 95, 104
klonlama, 150
kolera, 131
Kolomb değişimi, 93, 94
Kolombiya, 43, 95
Kolombiya borsası, 95
Konstantinopolis, 89
konteyner gemileri, 152
Kore, 20, 23, 130, 148
koyun, 22, 23, 26, 32, 39, 44, 93, 95, 134, 150, 157
k      , 75, 76, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 114, 115, 116, 120, 124, 127, 130, 131, 132, 133, 141, 152
k       kullanımı, 114
k      , 24
k     , 106
k     , 20, 31, 33, 49, 70, 71
k       , 68
Krali   Elizabeth, 120
Kraliyet Yolu, 54
krallıklar, 50
Kral Yu, 33
kuraklık, 95
kuşatma makineleri, 51, 70
Kuzey Afrika, 16, 40, 42, 50, 61, 66, 70, 73, 77, 93
Kuzey Amerika, 24, 26, 41, 45, 93, 110, 113, 114, 115, 119, 120, 124, 129
Kuzey Kore, 141
k       konumlandırma uyduları, 144

L

Laetoli, 13
Lakehurst, 128
lambalar, 20
lapis lazuli, 40
Latin Amerika, 113, 115, 119, 120
Levant, 15, 23

Libya, 131
Li Kang, 75
Lizbon, 87
Londra, 67, 99, 106, 114, 120, 140, 146, 152, 160, 161, 162, 164, 170

M

Machu Picchu, 78
Madagaskar, 58
madencilik, 109, 134
mağara resimleri, 18
makineler, 51, 73, 74, 102, 103, 109, 115, 119, 124, 127, 147, 148
makineli t      , 131
makine m          , 47, 72
Malay Yarımadası, 58
Malindi, 83, 85
Malta, 26
mamutlar, 19
Manchester, 111, 114
Manchester-Liverpool Demiryolu, 111
mandalina, 118
Manhattan, 122, 138, 147
Manuel, 91, 166
manyetizma, 121
Marconi Company Ltd., 126
Marco Polo, 63, 80, 98, 160
Mare Nostrum, 56
Massachusetts Teknoloji Enstit    , 125
matematik, 80, 96
matkaplar, 109
mavna, 110
medeniyet, 32, 36, 38, 45, 48, 76, 98
Meiji oligarkları, 133, 135
Mekke, 84
Meksika, 24, 26, 32, 33, 34, 38, 39, 43, 93, 94, 151
Meksika K     , 26
Melanezya, 58
Menkaure, 37

mercimek, 24, 31
Meroë, 49
Mesa Verde, 39
Mezopotamya, 26, 30, 31, 32, 36, 37, 38,
39, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 51, 56, 66, 77
mısır, 33, 36, 40, 93, 94
Mısır, 23, 26, 31, 32, 38, 40, 41, 42, 44,
45, 46, 49, 50, 52, 56, 66, 74, 77, 85, 93,
116, 151, 169
mızrak, 15, 17, 19, 50, 71, 75, 77, 131
Microsoft, 148
mikrodalgalar, 147
mikrolitler, 16
Mississippi, 105, 108, 113
Moche eyaleti, 36
Model T, 127, 130, 157
Moğollar, 72, 75, 98, 99, 100
Mohenjo-Daro, 38
molibden, 76
monitör, 147
Moore Yasası, 144
Moskova, 115, 132
MS-DOS, 148
mucitler, 121, 122, 126, 128, 144, 150
Muhammed, 89, 98, 116
muz, 49, 66, 93, 134
mücevher, 24, 40
mühimmat, 131
Müslüman taş atıcı, 72
müzik aletleri, 17, 18, 43

N

Nagazaki, 141
Neandertaller, 15
Neander Vadisi, 15
NEC, 133
Neolitik, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 36,
38, 39, 41, 45, 56, 61, 101
Neolitik Devrim, 101
Neolitik köyler, 29, 30

New York, 73, 103, 110, 120, 123, 126,
146, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165,
166, 167, 168
Niagara, 123
Nijer Nehri, 23
Nijerya, 49
Nil Vadisi, 32, 37
Nobel Ödülü, 131
Normandiya, 89
nüfus, 20, 27, 32, 65, 66, 73, 80, 147, 151
nüfus artışı, 151
nükleer bombalar, 140, 153
nükleer fizik, 138, 141
nükleer santraller, 141, 142
nükleer silahlar, 140, 141
nükleer silahların yayılmasını önleme
anlaşması, 141

O

Oblinsk, 141
obsidyen, 26, 39
ok uçları, 16, 41, 75
olta, 17
oraklar, 49, 76
oral kontraseptif, 150
organik kimyasallar, 124
ormansızlaşma, 153
Orta Çağ, 66, 68, 69, 70, 74, 76, 78, 89,
102
Ortadoğu, 42, 72, 76, 77
orta sınıf, 115, 130, 132, 148
Osmanlı İmparatorluğu, 113, 116
otomobiller, 127
ozon tabakası, 153

Ö

öküz, 24, 34, 69, 77
öreke, 39

P

Pakistan, 32, 141, 151
pamuk, 26, 36, 41, 65, 66, 103, 104, 105, 106, 108, 114, 115, 116, 135, 152
papirüs sazlari, 56
Paris, 67, 70, 120, 126
parke taşları, 55
parmak izi, 151
parşömen, 95
Pasifik adaları, 19
Pasifik Okyanusu, 132
Paskalya Adası, 26
patates, 24, 36, 49, 93, 94
patiska, 104
Pekin, 76, 85, 92
Peloponez Savaşı, 56
penisilin, 140, 150
Peru, 32, 36, 39, 40, 41, 43, 78, 93
Petersburg, 115
Petra, 53
petrol, 141, 153
Philadelphia, 106
pik demir, 75, 120
piramitler, 38, 56
pirinç ekimi, 23
pirinç şarabı, 65
pistonlu motorlar, 138
Pittsburgh, 126
piyade, 51
plütonyum, 141
polimeraz zincir reaksiyonu, 151
Polinezyalılar, 155
Portekiz, 87, 90, 91, 92, 94, 100
posta servisi, 55
Prusya, 114
pusula, 66, 95

Q

Qin hanedanı, 51

R

radar, 138, 140, 147
radyo, 126, 137, 138, 144, 145
radyoaktif serpinti, 141, 142
rami, 41
Reform, 96
rekabet, 71, 84, 100, 106, 114, 134
reklamlar, 130
reklam panoları, 130
Rimini, 55
robotlar, 147
Rocket, 111, 156
roket, 88, 138, 140
roketatar, 117
roket güdümlü oklar, 88
Roma, 47, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 66, 67, 70, 71, 76, 78
Roma İmparatorluğu, 66, 67, 71
Roma yolları, 55
Rönesans, 96
Rusya, 17, 18, 50, 52, 70, 90, 93, 113, 115, 130, 132, 134, 141, 142

S

saatler, 72, 74, 98, 109, 144
saban demirleri, 76
Safevi hanedanı, 90
sağlık, 8, 99, 150
Sahra altı Afrika, 23, 40, 41, 90
Sahra Çölü, 50, 77
samuray, 90
sanat, 16, 45
Sanayi Devrimi, 61, 101, 106, 107, 108, 109, 117, 118, 152, 153
sanayileşme, 102, 114, 118, 132, 133
San Francisco, 126, 148
Santiago de Compostela, 78
saqiya, 60, 66
Sarı Nehir Vadisi, 23, 49

savaş, 7, 8, 47, 50, 51, 56, 57, 61, 70, 71, 72, 77, 84, 86, 90, 91, 92, 96, 117, 129, 130, 131, 133, 134, 141, 143, 144, 145, 153

Savaşan Devletler, 51

savaş arabaları, 61, 77

sazlık, 31

seçkinler, 36, 42, 45, 115

Segovia, 53

sel, 27, 30, 32, 153

semaforlar, 111

serbest ticaret, 116

seri üretim, 52, 101, 102, 129

setler, 32

Severn Nehri, 106

seyrüsefer, 83, 85

Shang hanedanı, 41

Shi Huangdi, 51, 54, 55, 76

sığır, 22, 23, 31, 44, 49, 70, 93, 94, 134

siyircılar, 17

Sibirya, 18, 19, 70, 90, 132

Sicilya, 56, 93

Siemens, 120, 121, 122, 124, 133

Siemens-Martin, 120, 121

Sihirli Kanal, 54

silahlanma yarışı, 57, 140, 143, 150

silahlar, 43, 51, 52, 60, 61, 71, 88, 90, 91, 115, 129, 140, 141

sinyaller, 120

soğan, 31

Song hanedanı, 64, 75

Sovyetler Birliği, 132, 140, 141, 143, 145, 146, 148

Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği, 132

Stockton ve Darlington Demiryolu, 111

su çarkları, 49, 60, 72, 73, 109

su çerçevesi, 102, 103

su evi, 32

su gücü, 60, 106, 108

su kemerleri, 7, 34, 47, 53, 60, 67

su kontrol sistemleri, 39, 64

sulama işleri, 80

Sümerler, 31, 36, 44

süvari, 50, 52, 71

Ş

Şarlman, 67, 74

şeker kamışı, 66, 93

Şili, 78, 93, 94

şogunlar, 99

şövalye, 71

T

takvim, 27, 32, 99

tarım, 25, 26, 30, 32, 48, 50, 52, 54, 65, 68, 70, 71, 77, 80, 96, 101, 102, 115, 132, 142, 151, 155, 169

tarım toplulukları, 54

tarihin şafağı, 45

Taş Devri, 7, 19, 21, 25, 41, 48, 58

Tatar yayı, 60, 72

tekerlekli araçlar, 39, 44, 61, 75, 77, 78

teknoloji, 7, 48, 49, 52, 71, 73, 80, 92, 99,

121, 134, 135, 138, 140, 141, 146, 150

tekstil, 74, 80, 102, 104, 105, 115, 116

telefon, 123, 137, 138, 145, 146, 149

telefon kabloları, 146

telgraf, 112, 113, 122, 126, 156, 157

temizlik, 130

termodinamik, 121

Texcoco Gölü, 34, 35

tıp, 66, 96

tırmıklar, 64

ticaret, 7, 24, 26, 32, 36, 41, 42, 54, 59, 66, 67, 76, 87, 91, 101, 102, 115, 126

ticaret ağları, 26

ticaret rüzgârları, 87

toplayıcılar, 20, 41, 50

tüfek, 131

tüketici elektroniği, 144, 146

Türkiye, 41, 45

U

uçak gemileri, 134
uçaklar, 19, 128, 129, 137
ulaşım, 52, 55, 76, 77, 118
Uluslararası Pirinç Araştırma Enstitüsü, 151
Umman, 42
usta çiftçiler, 65
usturlap, 85, 87, 169

Ü

Ürdün, 53
üzengi, 71
üzüm asmaları, 93

V

vagon, 111
vapurlar, 117, 120
Venedik, 63
vergiler, 46, 74

W

Wedgwood, 101, 107

Y

yağış, 33, 53
yakınlık sigortaları, 138

yangın, 88, 89, 99
Yangzi Vadisi, 49, 85
yaşam standartları, 80, 99, 132, 133, 134
Yaşlı Pliny, 7, 47
yayın, 126, 145
yazı, 32, 44, 95, 97
yel değirmenleri, 73
yelken, 40, 56, 58, 83, 86, 87, 92, 117, 120, 156
yelkenli gemiler, 86, 110, 120
Yeni Gineliler, 18
yenilik, 16, 21, 45, 47, 52, 61, 87, 88, 98, 100, 103, 110, 131
Yeni Zelanda, 58
Yerli Amerikalılar, 33
yetiştirme, 23
yoksulluk, 118
yolcu uçakları, 129, 138
yulaf, 69, 70, 71
Yunanistan, 23, 40, 46

Z

Zagros Dağları, 41
zehirli gazlar, 131
zeplinler, 127, 128
zeytin, 56, 93
zırhlılar, 72

TEKNOLOJİ TARİHİ

Daniel R. Headrick

Teknolojinin Tarihi içinde bulunduğumuz ana dair aydınlatıcı bir arka plan sunar. Tarihçi Daniel R. Headrick giderek daha güçlü yenilikler yoluyla insanların doğa üzerindeki artan gücünün izini sürerken, dünyanın farklı yerlerindeki teknolojilerin evrimini karşılaştırarak diğer teknoloji tarihlerinde bulunandan çok daha geniş bir açıklama sağlar.

Eski halklar ateşin hayatta kalma teknolojisi olarak kullanıldığını keşfettiler, ancak sonra sulama için ve daha sonra da hidroelektrik enerji ve diğer birçok kullanım için giderek daha karmaşık su yönetimi sistemleri tasarladılar. İletişim teknolojisi kendi zamanımıza yaklaştıkça insanları daha fazla temasa soktu ve onları daha bilgili ve kozmopolit yaptı. Tıbbi ve tarımsal teknoloji, özellikle modern çağda yaşam beklentisini artırdı; yapay organlar ölmekte olanların yerini alabilir, kimyasal ve nükleer ilaçlar kanser gibi hastalıkların yayılmasını durdurabilir.

Eski halklar teknolojiyi hayatta kalabilmek için kullanırken, zaman geçtikçe teknolojinin kullanım alanları ve etkileri de değişti. Teknoloji baş döndürücü bir ilerlemeyle zenginlik-yoksulluk eşitsizliklerinin artmasına ve çevreye yönelik tehditlere neden oldu. Eleştirmenler teknolojiyi kirlilik ve doğal dünya üzerindeki diğer yıkıcı etkilerle de bağdaştırdı. Dünyanın sakinleri için artan kolaylık sağlama yeteneğinin tümü için, teknolojinin dezavantajları durumu, evrensel insanın icat etme kapasitesinin ürettiği gerilimleri gösteren güçlü bir durumdur.



ISBN: 978-975-10-4324-5



f /inkilapkitabevi

@ /inkilapkitabevi

t /inkilapkitabevi

Online alışveriş: inkilap.com