

Jahns, Gerhard. 2006. *The History of Information Processing. Chapter 1, pp. 1-18, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology. Edited by CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering; Volume Editor, Axel Munack. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE. Copyright American Society of Agricultural Engineers.*

Çevirmenler: Pınar DEMİRCİOĞLU ve İsmail BÖĞREKÇİ

Çeviri Editörleri: Sefa TARHAN ve Mehmet Metin ÖZGÜVEN

1. Bölüm: Bilgi İşlemenin Tarihçesi

Yazar: G. Jahns

Çevirmenler: Pınar DEMİRCİOĞLU ve İsmail BÖĞREKÇİ

Özet: Bilgi işleme olmadan hayat neredeyse imkânsızdır. Her canlı organizma bilgiyi alma, onu işleme ve karşılık verme yeteneğine sahiptir. İnsanlar çok önceleri iletişim kurmak ve bilgiyi işlemek için teknik araçları kullandılar. Bu araçların gelişimi ilk olarak yavaş yavaş başladı ve geçmiş birkaç on yılda önemli ölçüde hızlandı ve şimdi insanlarla ilişkili hemen hemen tüm alanları kapsamaktadır, bu yüzden bazı bilim adamları halihazırda insanların gelişimleri boyunca gerektiğinden çok daha fazla bilgiyle uğraşmak zorunda kalacağını ihtimalini tartışıyorlar. Bu bölümde, bilgi işleme teknolojisinin gelişiminin önemli yönleri genel olarak tarif edilecek ve daha ileri olası gelişiminin kısa bir özeti ve sınırları verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Bilgi, Bilgi işleme, Sayılar, Komut dizisi, Bilgisayar, İşlemciler, Hafıza, Bilgisayar ağları, Geçmiş.

1.1.1 Giriş

Bugün bilgi işleme, günlük hayatımızın her alanına nüfuz etmiştir. Bu yüzden konuya tarihsel genel bakış, sadece dikkat çekecek bir şekilde sunulabilir ve herşeyden önemlisi okuyucuları daha detaylı literatür arayıp bulmak için teşvik etmelidir. Konuyla ilgili olarak internet, kolayca erişilebilen ve daha kapsamlı bilgi sunmaktadır.

Bugün bilgisayar¹ bilgi işleme teknolojisinin eşanlamlısıdır. Onun gelişimi hiçbir şekilde düz bir yol izlemedi. Günümüz bilgisayarlarında, geçmişte birbirinden bağımsız olarak yapılan gelişmeler birleştirilmiştir. Bilgisayarlarımız hesap makineleri örnek alınarak geliştirilmiştir. Orjinalinde bu makineler, sadece mekanik kuralları dikkate alarak bilgiler arasında bağlantıyı sağlamıştır ve o bilgilerin depolanması tek ve aynı bileşenler sayesinde gerçekleştirildi. Bilgi işleme ve depolama gibi fonksiyonların birbirinden ayrılmasının pratik olacağı çok önceden kanıtlanmıştır. Gerçek mekanik hesap makinesinde bilginin bağlantısı tamamen

¹ *Bilgisayar* terimi, literatürde ilk olarak 1646 yılında zamanın bir bölümünü ölçmek için takvimleri hesaplayan insanları isimlendirmek amacıyla Sir Thomas Browne tarafından ortaya çıkarıldı. Büyük Britanya ve ABD'deki inşaat ofislerinde ve rasathanelerde formülleri esas alarak hesaplamaları yapan ve matematik eğitimi almış kişilere, "computer" denilmiştir. Bu adlandırma 1930'lara kadar aynı kalmıştır. Türkçe'de ise İngilizce'den direk tercüme yerine bilgisayar kelimesi türetilmiştir.

uygun mekanik araçların (donanım) edinimine bağlı kalırken, bilgisayar yazılımlarının çalışması için böyle bir zorunluluk yoktur.

Delikli kartlar, depolamanın gelişmesinin başlangıcını oluşturur. Aslında bu kartlar dokuma tezgâhları ve otomatik müzik kutuları için bir kontrol elemanı olarak görev yapmış olmakla birlikte, bilgisayar teknolojisinde ise kısa bir dönem veri ve yazılımın depolanması için yaygın kullanılmıştır. Zaman içerisinde ses kayıt sanayisinde kullanılan manyetik bellek teknolojisi, bilgisayarlarda delikli kartların yerini almıştır. Ancak bu teknolojide sınırlı bir süre kullanılmış olup diğer veri depolama teknolojilerinin gelişmesiyle önemini kaybetmiştir.

Başlangıçta bilgisayar teknolojisiyle ilgili olmayan fakat daha sonra önemli hale gelen bir başka önemli gelişme, haber iletimi olmuştur. Elektrikli telgraf aracılığıyla optik semaforlar ile başlayarak, dünya çapında bir telefon ve haber ağı geliştirilmiştir. Bu ağ tamamen yeni özellikleri ve boyutlarıyla gelişmiş olan küresel bir bilgisayarın ötesinde, dünya çapında ağ anlamına gelen (web veya WWW, World Wide Web)'nun temelini oluşturmuştur.

Kablosuz haber iletimi, başka bir gelişme alanıdır. Uzun bir süre kablosuz haber iletiminin kullanımının ana alanı; radyo, televizyon ve özel uygulamalar olmuştur. Radar teknolojisi bu özel uygulamalardan biridir ve bu uygulama yarı iletkenlerin kullanımına ve gelişimine yol açmıştır. Bu teknolojiden ortaya çıkan entegre devreler, bugün bilgi işlemenin her alanında önemli bir parçadır. Bunun dışında, bu gelişim alanı önceden bahsedilen haber ağlarıyla birleşmiştir.

Referans verilen örneklerin aksine, ikili birim sistemi (BUS, Binary Unit System), bilgisayarlarda merkezi işlem ünitesi (veya CPU, Central Processor Unit) ile periferik sistemler (yazıcı, bellek, vb.) arasında veri transferi için geliştirilmiştir. BUS, günümüzde imalat, taşıtlar ve benzerlerindeki teknik sistemlerin ağların temelini oluşturmaktadır. Tarımsal BUS sistemi (LBS, Agricultural BUS System) bu uygulamaya bir örnektir. LBS, tarımda çok farklı grup bileşenler ve uygulamalar arasında veri transferi yapar.

Bilgi teknolojilerindeki mevcut gelişme eğilimleri daha sonraki bölümlerde ele alınacaktır. Bu nedenle, bu bölüm sadece bilgi işlemenin başlangıcına yoğunlaşacaktır. Bu bölümün sonunda ise olası daha ileri gelişmeler için bir öngörü sunulacaktır. Konunun mahiyeti nedeniyle, aşağıdaki noktalara vurgu yapılacaktır:

- bilgi ve bilgi işleme üzerine gözlemler,
- bilgi işlemede erken yardımlar,
- elektromekanik ve elektronik hesap makineleri,
- bilginin iletimi ve depolanması ve
- bilgi işlemenin gelecekteki gelişmeleri üzerine öngörüler.

1.1.2 Bilgi ve Bilgi İşleme

Bilgi işleminin olmadığı bir hayat mümkün değildir. Tek bir hedef olan hayatta kalabilmek için her canlı organizma bilgi alma, onu işleme ve karşılık verme yeteneğine sahiptir. Dil sayesinde insanlar bilgi değişimi amacıyla benzersiz bir iletişim imkanı geliştirdiler (bir ila iki milyon yıl önce). Yaklaşık 13 000 yıl önce tarımın gelişmesiyle [1] birlikte, insanoğlu yerleşik hayata geçmiştir. Bu durum günlük tüketim malzemelerinin, ticari malların ve el sanatlarının depolanmasını ve idaresini zorunlu hale getirmiştir. Bunun devamında zaman ve mekan boyutunda insanlar, ilk kez bilgi depolamak ve iletişim kurmaya zorunlu kaldıkları bir pozisyona gelmişlerdir, dolayısıyla sayılar ve yazının gelişimi bu tarihi geçmişe göre değerlendirilmelidir.

Yazı ve Sayılar [2]

Bir model olmadan yazının keşfi açıkça öyle zordu ki insanlık tarihinde sadece birkaç kez başarılı oldu. Babilliler tarafından yaklaşık M.Ö. 3000 yılında, Meksika'da Zapotecs tarafından M.Ö. 600 yılında, muhtemelen M.Ö. 3000 yılında Mısır'da ve yaklaşık M.Ö. 1300 yılında Çin'de birbirinden bağımsız olarak yazı başarıyla keşfedilmiştir. Doğal olarak, yazmak için ilk çabalar sayılar ve isimlere dayandırılmıştır (ticaret ve yönetim için defter tutma). Binlerce yıldan beri, insanlar odun ve kemik parçalarını çizerek hesaplama teknikleri geliştirdiler. Bunlar sayma ve işaret yazımının en eski formlarıdır. Bu form bugün dünyanın birçok yerinde bulunabilir. Romen rakamları ve eski Çin numaraları bu formdan türetilmiştir. Taşlar, hesaplama için de kullanıldılar. Bu nedenle Latin kelime kalkülüs (calculus/çakıl taşları); kalkül, kalkülüs veya kalkul olarak pek çok dilde bulunur. Hesaplama ve sayıların depolanmasının daha ileri ama daha az yaygın şekli ise bir şeridin düğümlemesidir.

Sümerlerin büyük başarısı çakıl veya çentikler yerine kile işaretleri yazmaktı. Onlar, ürünün bir örneklemeşinin yanında bir için bir kama ve on için bir daire kullandılar. Bu şekilde ticaret ve vergiler için envanter listeleri yapıldı. İsimler ile resimlerin yer değiştirmesi sayesinde yazının gelişiminde ilk adım atıldı.

On parmağımız ile ilgili mevcut onluk sistem, kendiliğinden ortaya çıkmamıştır. Diğer medeniyetlerde oniki, yirmi, ve altmışa dayalı sistemler geliştirilmiştir. Mevcut derecemiz ve zamanı bölme yöntemi ikinci bahsedilen sistemlere dayandırılmaktadır. Genel olarak, her doğal sayı bir sayma sistemine temel olarak uyarlanabilir. Konumsal gösterimin ve sıfır kullanımının gelişimi özel bir yer tutmuştur. Her ikisinin geliştirilmesi Babillilere atfedilmiştir. Ancak konumsal gösterim görünüşte farklı kültürlerde bağımsız olarak geliştirilmiştir. Sıfır numarasının "keşfi" Hintlilere atfedilir. Bu başarı sayesinde doğal sayılar alanı arttırılmıştır.

Uzay değeri ve sıfır sayısı, basit kurallara göre sistematik yazma ve saymayı mümkün kıldı. 12. yüzyılda Orta Avrupa'da bilimin gelişmesi ile sunumun bu şekli

ve Arap rakamları İspanya'dan yayıldı. Ancak bu şekillerin tam olarak Romen rakamları yerine geçmesi yaklaşık 300 yıl sürdü. Bu değişiklik, mevcut bilgi işlememiz için temel olarak hizmet veren hesap teknolojilerinin gelişimini sağladı.

Bilgi Kavramı

Enerji, madde ve bilgi; fen bilimlerindeki en önemli temel kavramlardandır. En geniş anlamda bilgi işleme, bilginin alımı ve bir reaksiyon üretimi süresince onun işlenmesidir. Bilginin alımı reseptörler (duyu organları/sensörler) üzerinden gerçekleşir ve genellikle ön işlem içermektedir. Daha dar anlamda bilgi işleme özel bir birim (beyin/işlemci) üzerinden gerçekleşir ve bilginin depolanması ve iletiminin yanı sıra bağlantısını da içerir. Sonuç ya gönderilir ya da bir reaksiyona (motor/yapıcı) neden olur.

Bilgi² kavramının merkezi anlamı olmasına rağmen (bilişim başta olmak üzere bilginin sistematik işleme bilimi) bu nadiren belirtilir. Genel geçerli bir tanımı bulunmamaktadır. Böylece tek olasılık bilgiyi özellikleri ile karakterize etmektir. Bilgi:

- konuşma, sinyaller, işaretler vb. aracılığıyla sunulabilir;
- depolanabilir, bağlantı kurulabilir, iletebilir, vb.;
- sabit taşıyıcı gerektirmez, orijinalini bilmez ve herhangi bir şekilde kopyalanabilir;
- değeri olmayandır (içerik değeri ile karıştırılmamalıdır);
- eskimez (içerik kesinlikle tarihi geçebilir, bilgiyi taşıyan malzeme eskiyebilir olmasına rağmen);
- birleştirilebilir ya da herhangi bir şekilde manipüle edilebilir ve yapılan manipülasyonun bilginin mevcut anlamından çıkarılması imkansızdır. Bu durum manipülasyonların ve bilgilerin tahrifatlarının veya bölümlerinin de birer bilgi olduğunu gösterir;
- kendi kendine işleme demek olan bilgi işlemeye hizmet eder ve
- Norbert Wiener tarafından açıklandığı gibi sözdizimi, semantik (anlamsal) ve pragmatik bölümlerden oluşmaktadır.

Sinyaller temel değişimlerdir. Bir *tarih* bir işaret tarafından sunulan bir sinyaldir. Bir *mesaj* onların mekansal ve zaman organizasyonu dâhil sinyallerin bir sonucudur. En basit sinyal, iki nesne arasında olan ölçü birimi bir *bitlik* değişimdir. Bilginin yaratılması çoğunlukla yanlışlıkla bir zekâ işareti olarak düşünülür. Aslında zekâ, bilginin azaltılması ve seçimidir.

1.1.3 Bilgi İşlemede Kullanılan Önceki Araçlar [3]

Bilgi işleme teknolojisi hakkında biri konuşursa, o teknik yardımlar ile bugün bilgi işlemeyi öncelikle de bilgisayarları ilişkilendirir.

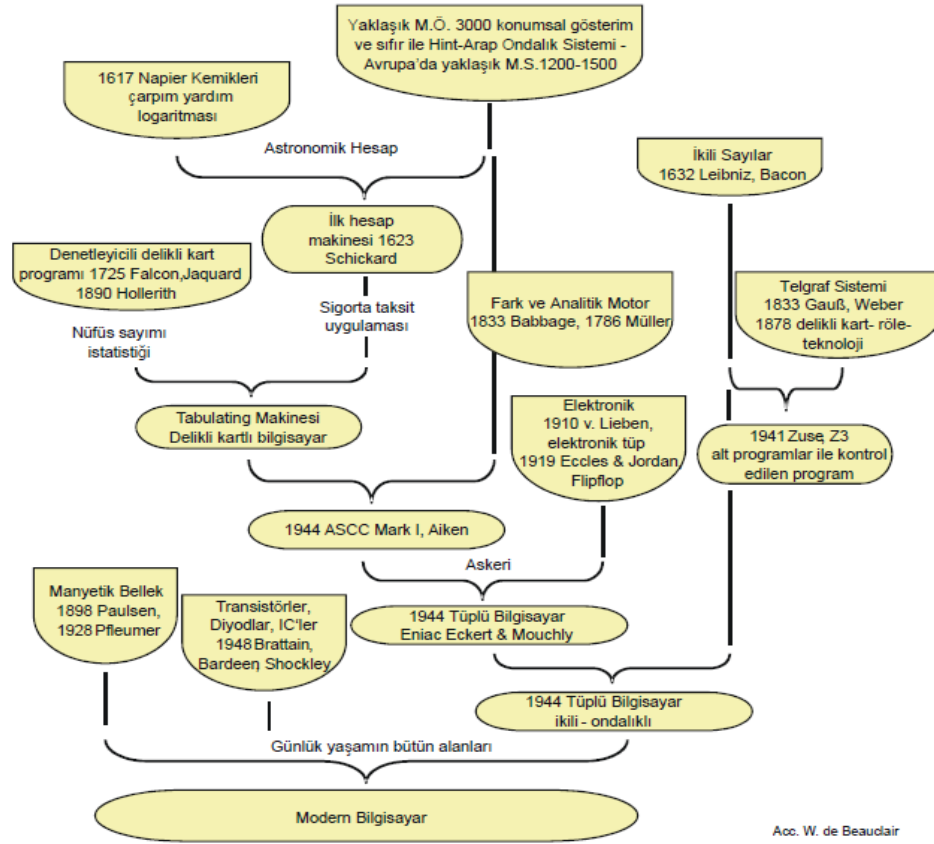
² Bilgi, talimat yoluyla birisini eğitmek, biçim vermek için Latince *informare*'den gelir.

Onlar (Şekil 1 bilgi işleme teknolojisinin soy ağacını göstermektedir.) burada odaklanan hesap yardımcılarında gelişmektedir. İnsanlar bilgiyi işlemek, depolamak ve transfer etmek için yardımlar oluşturmaya çok önceleri başladı. Bilgiyi transfer etme ve depolama metodları olarak yazı, çakıl taşları ve düğümlerden çoktan sözedildi. Abaküs ve sayma tablosu³ taşlar veya kumdan ortaya çıkan ilk sayım yardımcıları idi. Abaküs sayı sisteminden bağımsız bir prensibe sahip olduğu için önemli bir avantaja sahiptir. Bu sayma taşlarının görelî konumuna dayanır. Abaküs, 16. yüzyılda Avrupa’da Latin sayma sisteminden Hindu Arap sayma sistemine geçiş ile birlikte önemini yitirdi ancak hala Rusya ve Çin gibi dünyanın birçok yerinde, sistematik bir sayma aracı olarak kullanılmaktadır.

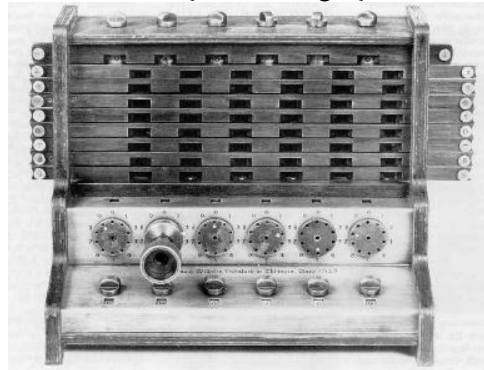
Sürgülü cetvelin gelişmesinin temeli 1614 yılında John Napier tarafından logaritmanın keşfi ile oluşturulmuştur. Bu araç hala geçen yüzyılın ortasında elektronik hesap makinesinin ortaya çıkmasına kadar kullanılıyordu. Henry Briggs yedi yıl sonra ilk logaritma tablosunu yayınladı. Hindular ve Araplar arasında zaten var olan Tabulae Pythagoria’yı alarak biraz değiştirmek, onu dilimlere ayırmak ve küçük şeritlere aktarmak şeklinde olan Napier’in fikri büyük önem taşımıştır. Napier’in kemikleri (Napier’s bones) adıyla anılan hesaplama aletlerini kullanarak herhangi bir kişi, dört temel işlemin yanında bir sayının karesini veya karekökünü alma işlemini yapabilmekteydi. “Napier’in kemiklerini” elle sıralayarak hesaplama yapmak yerine bir süre sonra bu işlemi ve astronomi hesaplamalarında kullanılan onaltılık sayı sistemleriyle işlemleri makinayla yapmak için uygun mekanizmalar [3] icat edilmiştir.

Leonardo da Vinci çoktan mekanik bir hesap makinesi geliştirmişti fakat onu asla üretememiştir. Sahip olduğumuz mevcut bilgi, Tübingen Üniversitesinden Profesör Wilhelm Schickard tarafından icat edilen, dünya da ilk mekanik hesap makinesi olduğunu göstermektedir (Şekil 2’ye bakılabilir). Keplerin sayılarla yapılan hesaplamaların uzun zaman alması ve bu durumun kendisini önemli işler yapmaktan alıkoyduğu hakkındaki şikayetlerinden esinlenmiştir. Bu hesap makinesi Schickard tarafından “hesaplama saati” olarak tanımlanmış ve 1623 yılında (Blaise Pascal’ın doğum yılı) üretilmiş olup, temelde iki makineden oluşmuştur. Schickard ekleme ve çıkarma için bir çark sistemi kullanmıştır (Şekil 1’in alt kısmına bakılabilir) çarpma ve bölme (Şekil 1’in üst kısmı [4]) için “Napier’in Kemikleri”ni kullanmıştır. Schickard saati ile ilk kez on sayısının katları üzerinden işlem yapmak mümkün olmuştur. Bir zil, en büyük sayı olan 999 999’a ulaşınca sinyal vermekteydi.

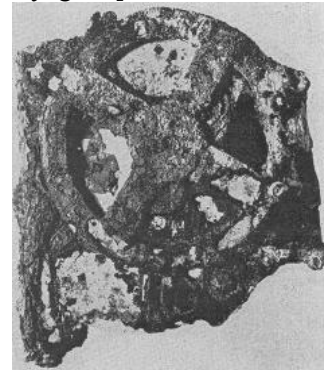
³ Yunanca *αβαξ* ve Latince abaküs masa, tepsi, ya da yuvarlak tabak; Sami dilinde *abaq* toz demektir.



Şekil 1. Bilgi işlem teknolojisinin soyağacı [3].



Şekil 2. W. Schickard'ın hesap makinesinin replikası (1592-1635) [4].



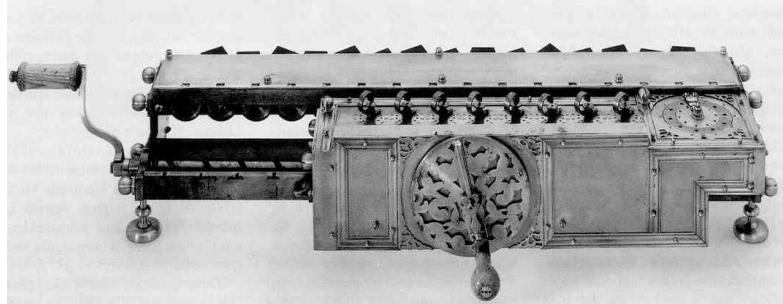
Şekil 3. Antikythera, M.Ö. yaklaşık 80 yılı [5].

Schickard'ın ardından, onun katlarını devretmek için farklı yapısal çözümler önerilmiş ve gerçekleştirilmiştir. En iyi bilinen örnek, 1643 yılında Blaise Pascal'ın vergi tahsildarı olan babasının işini kolaylaştırmak için 8 rakamlı 2 işlem yapabilen bir hesap makinesi tasarlamasıdır. Bu hesap makinesi, onun katlarını aktarabilmek için bir kaldıraç mekanizmasına sahiptir. Onluk sayma çarklarının yanında bu makine 12 ve 20 bölmeli hesaplama çarklarına da sahiptir. Yapılmış olan bu makinelerden 50 tanesinin orijinali halen mevcuttur.

Dişliler ve çarklardan oluşan mekanik bir hesap makinesi Schikard'dan önce geliştirildi. Eskiden gök cisimlerinin yüksekliğini tayin etmede kullanılan bir gözlem aracı olan usturlap, bir saatin dişlilerin çalışma prensibine daha çok benzemekteydi. 1901 yılında Adikitira adasının yakınında bulunan antik geminin kalıntıları içerisinde şaşırtan karmaşıklığa sahip olan bir astronomi hesap makinesi bulunmuştur (Şekil 3). Bulunan bu makinenin yapım tarihi M.Ö. 80 yılına dayanıyordu [5]. Usturlaplar, saatler ile birlikte bilgi işleme makineleridir. Bunların gelişimlerini veren bir sunu, bu bölümün kapsamını aşacağı için anlatılmamıştır.

Saat yapma sanatı, 13. yüzyılda belirli bir olgunluk seviyesine halihazırda ulaşmış olmasına rağmen bu bilgi ve tecrübe birikimi hesap makinesi yapmak için yeterli değildi. 20. yüzyıla kadar bütün mucitler, mekanik sorunlardan şikayetçi oldular. Bir çok proje (örneğin, Babbage'nin ki gibi) fikri açıdan sıkıntıları olmamasına rağmen bu mekanik sorunlardan dolayı başarısız olmuştur.

Gottfried Wilhelm Leibniz 1672 yılında başlayarak 5 farklı tipte mekanik hesap makinesi geliştirdi. Bunlar dört işlem yapabilen makinelerdi (Şekil 4). Çarpma işlemi üstüste toplama işlemiyle yapılırken, bölme işlemi üstüste çıkarma yapılarak gerçekleştirilmekteydi. Leibniz'in hesap makinesi 20. yüzyıla kadar kullanılan birçok zeki detaya sahipti. Kademeli makara, bir sıralı kızak ve onlu sayıları hesaplayan bir yay içermekteydi. Leibniz'in bilgi işlemenin geliştirilmesinde yapmış olduğu katkılardan en önemlisi, ikili sisteme yapmış olduğu katkıdır. Fakat Leibniz bu prensibe göre bir hesap makinesi yapma noktasına gelememiştir. Bu prensip ancak 20. yüzyılın başlarından beri uygulanmaktadır.



Şekil 4. G.W. Leibniz tarafından yaptırılan ilk fonksiyonel dört işlemi hesaplayan hesap makinesi (1646-1716) [4].

Hesap makineleri geliştirmiş olan birçok mucitin içerisinde, kademeli makara yerine bir zincir dişli çarkı kullanan İtalyan Giovanni Poleni'nin fikrinden de söz edilmesi gerekir. 20. yüzyıla kadar zincir dişli çarkı ve kaymalı makaralardan oluşan farklı yaratıcı yapımlar, (örneğin Jacob Leupold⁴, P.M. Hahnor, J.H. Müller, F. Trinks [6] buluşları) birbirleriyle rekabet ettiler.

Sonraki 150 yıl boyunca gerçekleşen gelişmeler, büyük ölçüde Leibniz'in fikirlerini temel aldı. 19. yüzyılın ortasına kadar sadece bireysel makineler mucitler tarafından icat edildi. Fransız Charles Xavier Thomas 1820 yılında çok sayıda hesap makineleri üretmeye başlayan ilk kişidir. 30 yıl içinde yaklaşık 1500 hesap makinesi

üretildi. ABD ve diğer Avrupa ülkelerinin hesap makinelerini üretimine başlaması uzun zaman almadı. Almanya'da örneğin, 19. yüzyılın sonunda Braunschweig⁵'ta Brunsviga A.Ş. tarafından büyük çapta tam olarak işleyen bir makine üretildi. Bu makine, Petersburg'tan gelen İsveç Willgodt Theophil Odhner'in geliştirdiği temel yapıyı esas alıyordu. İsviçre'den Madas, Almanya'dan Walther ve ABD'den Burroughs başarılı olmuş mekanik hesap makinesi üreticilerinin diğer ünlü isimlerindendirler [4,7-10]. Geçen yüzyılın ortalarında mekanik hesap makinelerinin dönemi, masa tipi elektronik hesap makinelerinin gelişi ile sona erdi.

Program Kontrollü Hesap Makineleri [3]

18. yüzyılda matematiksel tablolar, astronomi ve denizcilik hesaplamaları için kullanılmıştır. Bu hesaplamalar, elle yapılıyordu ve sıklıkla da yanlışlıklar yapılıyordu. Hatasız bir tablo oluşturmanın en iyi yolu, farklar metodunu kullanmaktı. Bu metot n derece bir polinomun n. türevini almanın bir sabit sayı olduğu gerçeğine dayanmaktaydı. Bu temel düşünce Babbage tarafından geliştirilen "Fark Motoru"nun esasını oluşturmuştur [11]. Onun avantajı, çarpma için sadece toplama fonksiyonlarına ihtiyaç duymasındır.

Charles Babbage (1792-1871), 1821 yılında kendisinin üç farklı hesap makinesini geliştirmeye başladığı zaman sahip olduğu fikirler ve planlar, çağının çok ilerisindeydi. Bu makineler bugünkü bilgisayarların özelliklerine sahipti ve şimdiye kadarki tüm mekanik hesap makinelerinden esas olarak farklıydı. Onun tasarımları merkezi bir birim, geçici ve nihai sonuçlar için bir bellek ve bir program kontrolünden oluşmaktaydı. Bunlara ek olarak bir kart okuyucu, bir kart yazıcı, bakır delme ekipmanları gibi giriş/çıkış donanımlarını da içermektedir. Ne yazık ki onun planlarının gerçekleşmesi, fikir veya detaylar yanlış olduğu için değil zamanının mekanik parça üreticilerinin sınırlı kabiliyetleri yüzünden pek mümkün değildi. Dünyanın ilk programcısı olarak kabul edilen Lovelace Kontesi Augusta Ada Byron'dan söz etmeden Babbage ve çalışmaları hakkında konuşmak mümkün değildir.

Tarihte sık sık olduğu şekilde Babbage bilmediği halde kendisinin bir öncüsü vardı. 1786 yılında E. Klippstein tarafından yayınlanan bir kitapta [12] yeni keşfedilen bir hesap makinesi hakkında bilgi vermiş, türev prensibini kullanan bir makinenin icadı üzerine açıklamalar yapmış ve Hessen Ordusundan mühendis J.H. Müller tarafından verilen sonuçları yazmıştır. Makine üçüncü dereceye kadar farkları kullanıyordu. Ancak, makine parasal yetersizlikler nedeniyle asla yapılamadı.

⁴ Onun mekanik hesap makinesinden daha önemlisi, 1724 ve 1728 yılları arasında yazdığı toplam sekiz cilt 1518 sayfadan oluşan en iyi bilinen *Theatrum Arithmetico Geometricum* [6] kitabıdır. I. Çar Peter, kitabın Rusça'ya tercümesini yaptı ve James Watt'ın orijinal dilinde kitapları okumak için ileri bir yaşta Almanca öğrendiği söyleniyor.

⁵ Brunsviga A.Ş.'ye ait tarihsel hesap makineleri koleksiyonu, şimdi Braunschweig Devlet Müzesi'nde bulunmaktadır.

Çizelgeleme Makineleri ve Delikli Kartlı Hesap Makineleri

Babbage, yaptığı hesap makinesini delikli kartlar ile kontrol etmeyi planlamıştı. Delikli kartlarla makineleri ve ekipmanları kontrol etme fikri, Fransız Jean Baptiste Falcon'a (1728) kadar gitmektedir. Falcon tezgahları kontrol etmek için küçük delikli tahta levhalar kullanmıştır. Jacque de Vaucanson (1709-1834) ve Marie Jacquard (1752-1834) delikli metal plakalar veya kartondan yapılan delikli bant kartlar kullanarak bu buluşu geliştirmişlerdir. Bu teknoloji dokuma tezgahları ve yaygın olarak otomatlar (özellikle müzikal otomatlar) da kullanıldı.

1890 yılında ABD 11. nüfus sayımında Hermann Hollerith tarafından bu teknolojinin kullanılması ile önemli bir atılım gerçekleşmiştir. Hollerith delikli kartlar, kart deliciler, kart okuyucular, sıralama ekipmanı ve elektromanyetik sayaçlardan oluşan çok sayıda ayrıntı içeren buluşlar ile bir çizelgeleme makinesi yapmıştır. Temas kalemleri ile delikli kartın elektrikli taraması sayesinde saatte 1000 karta kadar işleyebildi. Onun makineleri, ABD'deki başarılarının ardından pek çok Avrupa ülkesinde kullanıldı. Bu makinenin işlevleri Hollerith ve diğer mucitler tarafından genişletilerek sürekli olarak iyileştirilmiştir.

Hollerith tarafından 1896 yılında kurulan, delikli kartlar ve makineler üreten Çizelgeleme Makine Şirketinin diğer iki şirket ile birleşmesinin sonucunda Uluslararası iş makineleri şirketini (IBM, International Business Machines Corporation) [13] ortaya çıkarmıştır. Başlangıçta nüfus sayımı ve örgütsel ve idari amaçlar için kullanılan delikli kartlar ve bantlar 1950'lerden itibaren gelişmekte olan bilgisayar teknolojisinde kullanılmıştır.

1.1.4 Elektromekanik ve Elektronik Hesap Makineleri [14–17]

Mekanik hesap makineleri, sadece en basit hesapları yapma kabiliyetine sahipti. Zaman içerisinde kullanımları basit ve hataya karşı hassas olacak şekilde geliştirilmelerine rağmen fonksiyonel olarak temel bir değişikliğe uğramadılar. 1935 yılında Alman Hollerith Topluluğu, çizelgeleme makineleri ve hesap makinelerini delikli kartlarda birleştirerek IBM 601 ve D11'i üretmesi, bu alanın gelişimine önemli bir katkı yapmıştır. Aynı zamanda elektromekanik hesap makineleri icat edilerek ilk kez elektronik bilgi işleme olanaklı hale gelmiştir. Bu elektromekanik hesap makinelerinin geleceği; Konrad Zuse, Bell Telefon Laboratuvarı, IBM ve H.A. Aiken isimleriyle anılmıştır. Bu makineler 1950'lerin sonunda kullanımdan kalkmıştır. Sıkıcı ve sonu gelmeyen hesaplardan bunalan ve bir inşaat mühendisi olan Konrad Zuse, serbest biçimde programlanabilir ilk bilgisayarı icat etmiştir. Onun mevcut mekanik hesap makineleri hakkında hiçbir bilgiye sahip olmaması bir avantaja dönüşerek, tamamıyla farklı yönde ilerlemesinin önünü açmıştır. Örneğin, çoğunlukla kullanılan ondalık sistem yerine ikili sistem kullanmıştır. Bununla birlikte bellekli bir kontrol ünitesi ve hesap makinesini esas alan tasarımında, halihazırda da geçerli olan bir kavram kullanmıştır. Geliştirdiği ilk test modeli (V1 ve daha sonra Z1), serbestçe programlanabilir olması ve 24 bit hafızada 16 basamak

saklayabilmekte ve tamamen mekanik bir sistemdi. Z1 ve daha sonraki modeller Zuse'nin kişisel çabaları ile geliştirilmiştir. Z2 modeli, tüplerle çalışacak şekilde planlanmıştı. Ancak savaş zamanında tüp kolay bulunamadığı için Zuse'nin bu çalışması fazla destek görmedi. Bu sebepten dolayı Zuse bir sonraki model olan ve 1941'de tamamlanan Z3'lerin tasarımında röleler kullanmıştır. Bu model 1944 yılında Zuse'nin evine yapılan bir hava saldırısında tahrip edildi. Z3, 64 kelime depolama kapasitesine sahipti. Bu kelimelerin her biri, mantis için 14, üs için 7 ve işaret için 1 bit olmak üzere toplamda 22 bit yer kaplamaktaydı. Zuse'nin o günlerde kullanmış olduğu makine iç sunumu günümüzde hala kullanılmaktadır. Komutlar, programlanmış delikli bantlar (bir delikli film, teybi) yardımıyla bir komut kayıt sistemine okunmaktaydı. Sayısal klavye ve lambalar, verilerin girilmesini ve çıktılarının alınmasını sağlamıştır. 1941'de Z 26476 nolu patent başvurusunda, hesap işlemlerinin yenilenebilir olması için alt programların kullanımını planlamıştı. Ancak bu başvuru, önemli bir buluş olmadığı gerekçesi ile reddedildi! Aritmetik ünite, bir üs ve mantis kaydından ve bunların yanı sıra ALU ismindeki aritmetik ve mantık ünitesinden oluşmaktaydı. Savaş yıllarından 1955'e kadar ETH Zürich tarafından kullanılan Z4 modeli, satıldıktan sonra dört yıl daha kullanılmıştır. Bu cihaz, bugün Münih'deki Alman Müzesinde sergilenmektedir.

Zuse, o dönemlerde bu tür fikirlere sahip tek kişi değildi. İki Fransız R.L.A Voltat (1931) ve L. Couffignal (1936) ikili aritmetik kullanmışlardır. 1936 yılında Londra'da E. W. Phillips sadece çarpma yapmak için planlanmış, bir oktal sistem kullanan fotoseller ile çalışan bir model geliştirmiştir. Macar L. Kozma, 1937 yılında Antwerp'te bulunan Bell firması için savaş yıllarındaki karmaşasından dolayı kaybolup unutulmuş, röle ile çalışan bir hesaplama makinesi geliştirmiştir. 1939 yılında Birleşik Devletlerde, Bulgar J. V. Atanasoff vakum tüpleri ile ikili prototip bir sistem sundu. Bu sistemi 1942 yılında C. E. Berry ile tamamladı. ABC ismi verilen bu özel bilgisayar doğrusal denklemleri çözebilmesine rağmen programlama özelliğine sahip değildi.

O yıllarda Georg R. Stibitz tarafından Bell Telefon Laboratuvarında karmaşık sayıların hesabı için yapılan çalışma oldukça kayda değerdir. Bell firması, telekomünikasyon teknolojisi için yükseltici ve filtrelerin hesaplarına ihtiyaç duymaktaydı. Savaş yıllarında Stibitz ve Williams askeri gereksinimler için aslında Z4 ile benzer özelliklere sahip bir 5. model geliştirdiler. Bu geliştirilmiş model balistik hesaplamalar için kullanıldı. 1937 yılında Howard A. Aiken Harvard Üniversitesinde, ilk büyük sistem bilgisayar olan ve 1944 de tamamlanmış olan Mark I'nin ilk çalışmalarına başlamıştı. Bu makine 2.5 m boyunda ve 14 m genişliğinde olup ağırlığı beş tondur. Oldukça etkileyici bir hesaplama kapasitesine sahipti. Yarım milyon Amerikan Dolarına mal olan bu bilgisayarın parasının üçte ikisi IBM, üçte biri ise deniz kuvvetleri tarafından karşılanmıştı. Onun makinesi Babbage makinesiyle az bir benzerlik içermesine rağmen Aiken, yaptığı çalışma ile en önemli birkaç bilgisayar kaşifi arasında gösterilmektedir.

1938’de Claude E. Shannon yapmış olduğu master tezinde, röleli makinelerde sembolik mantığın kullanımı ile başka malzemeler gibi bilginde işlenebilir olduğunu kanıtlamıştır. Böylece Claude E. Shannon, Zuse ve Stibitz tarafından öngörülen varsayımların teorik temellerini sunmuştur.

Diğer ülkelerin tersine Amerika Birleşik Devletleri Ordusu, bilgisayar teknolojisinin önemini kavramış ve gelişmesini desteklemiştir. Bu yüzden, balistik hesaplamalar ve halı bombardımanlarının optimizasyonu için kısa adı ENIAC olan Elektronik Sayısal İntegrasyon ve Bilgisayar isimli bir cihaz geliştirmek için bir birim oluşturuldu. ENIAC mekanik bilgisayarların elektriksel benzeridir. İkili sistem mantığıyla çalışmamıştır ve Zuse ve Atanasoff’un bilgisayarlarının pek çok özelliğine sahip olmamıştır. Tüplerin kullanıldığı için ENIAC devrinin diğer örneklerine göre oldukça hızlıydı ve mekanik ile elektronik bilgisayarları birleştiren bir köprü görevi görmüştür. Bu cihazın iç frekansı 100 kHz olup 20.000 tüpe sahipti. Ağırlığı 30 ton olup 174 kW elektrik gücüne ihtiyaç duymaktaydı. Bu cihaz yarım milyon dolara mal olmuştu. Programlama donanım üzerinden bir konfigürasyon olarak yapılır ve kabloların bağlantı yerlerindeki tekrarlı takmalardan dolayı aylarca sürerdi. Balistik çizelgelerin hesabı için bu süreç yalnızca ilk programın oluşturulması için gerekli idi. Daha sonrakiler için birkaç anahtarın değiştirilmesi yeterliydi.

Balistik hesaplamalar için analog mekanik bilgisayarlardan da söz edilmelidir. Ancak bu tür bilgisayarın yerini zaman içerisinde elektronik bilgisayarlar almıştır. Bunlar özellikle diferansiyel denklemlerin çözümleri için çok uygundu. Ancak bunlar 1970’de önemini yitirdi. Bunun nedeni temas yüzeylerindeki aşınmalardan ve aşırı amplifikasyonların yarattığı problemlerdi. Aynı zamanda uygun programlamanın yapılabilmesi için aşırı derecede hesap yükü olan ön hazırlıkların yapılmasının zorunlu olmasıydı.

ENIAC dönemi kapanmadan, kısa adı Elektronik Kesikli Değişken Bilgisayar (EDVC, Electronic Discrete Variable Computer) olan bilgisayarların geliştirilmesine başlandı. EDVC türü bilgisayarlar, delikli kartlar ile kontrol edilmelerine rağmen merkezi bir işlemciye ve aynı zamanda program ve veri hafızasına sahiplerdi. Hidrojen bombası üretimde yeterlilik testi için John von Neumann tarafından kullanılmıştı. Von Neumann o dönemdeki bir yayımında, bilgisayarların tasarım prensiplerini ve fonksiyonel elemanlarını şu şekilde tanımlamaktadır: hesaplayıcı, kontrol ünitesi, hafıza, girdi ve çıktı üniteleri. Bu *von Neumann mimarisi* günümüzde hala geçerliliğini korumaktadır.

Bu dönemde Z3 ile ilgili ve teorik çalışmalarla (özellikle von Neumann ve Shannon tarafında yapılmış olanlar) otomatik hesap makinelerinden günümüzdeki bilgisayarlara geçiş yapıldı. Bu dönemden günümüze kadar olan 50 yıllık süreçte yapılanlar, bu dönemde yapılmış olan çalışmaların yeni elemanlar kullanılarak tamamlanmasından ibarettir. O dönemde kullanılan rölelerin yerini elektronik tüpler ve daha sonra yarı iletkenler, en sonunda da devre kartları almıştır. Günümüzde bu

devre kartları daha kapsamlı ve detaylı bir hale gelmiştir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin bu yönlere kaymış olmasının ana sebebi, geçmişteki yaratıcı bireysel dahilerin yerini, günümüzde sürekli olarak bu konularda çalışmalar ve araştırmalar yapan mühendisler ve bilim adamlarının almış olmasıdır. SAGE programında 4000 kişilik bir ekibin çalışmış olması bunun açık göstergesidir. Bu ekip, 1951 yılında, Whirlwind bilgisayarlarını geliştirdi. Whirlwind bilgisayarları, radar teknolojisinde var olan dairesel katot ışınlu tüpleri kullanan grafik yüzeylere sahipti, aynı zamanda bilgisayar grafiği ve ışıklı kaleme sahipti. Bu bilgisayarlar hava sahalarının izlenmesi için kullanıldı.

Rusya ve doğu bloku ülkelerindeki bilgi işlemin gelişimi hakkında çok sınırlı yayın yapıldığı için bunların günümüz bilgi işlem teknolojisine etkileri oldukça azdır. Yapılan katkının sınırlı kalmasının nedeni bu ülkelerde çalışan bilim adamlarının eksikliğinden değil soğuk savaş döneminin ekonomik ve ideolojik sonuçlarından kaynaklanmıştır.

Bilginin Depolanması

Bilginin depolanması, bilişim teknolojisinde anahtar bir sorundur. Yazı; insanların bilgiyi, zaman ve uzay boyutunda depolamaları ve aktarmaları için geliştirdikleri ilk araç olmuştur. 18. yüzyılda önce dokuma tezgahları ve otomatlarda, daha sonra çizelgeleme makinelerini kontrol etmek için gerekli olan kalıcı güçlü hafıza olarak delikli kartlar kullanılmıştır. Telgraflar işinde, geçen yüzyılın ortalarına kadar veri ve programların harici olarak depolanmasında, önce delikli bantlar daha sonra da manyetik ortamlar kullanılmıştır. Daha sonra, bu iş için optik bellekler ortaya çıkmıştır. Medya ve bilgisayar piyasasındaki hızlı gelişmelerle birlikte çok büyük oranlarda bilgi ve verinin depolanma ihtiyacı doğdu. Bu piyasalar, moleküler ve atomik bellek sistemlerin geliştirilmesi ile ilgili günümüzde yapılan büyük çaplı araştırmaları finansal olarak desteklemektedir.

Bilginin mekanik sistemlerle depolanmasını takiben, röleler ve flip flop tüpler dahili bilgisayar belleği olarak kullanılmıştır. Daha hızlı bellekler için yapılan araştırmalarda; civa dolu tüplerdeki, tellerdeki ve manyetostriktif malzemelerdeki akustik geçiş süreleri test edilmiştir. Tekrarlı kullanımlarda, verinin uzun bir periyot süresince depolanması gerekir. Buna rağmen böyle durumlarda, bilginin depolanması sadece her bir çalışma süresi sonucunda ulaşılabilecek şekilde olmalıdır.

Sebestçe ulaşılabilen ilk hızlı bellek, katot ışınlu depolamaydı. Bu tekniğin ana temeli; elektron ışınmasının, fosfor yüzeye dokunduğunda bir parlak nokta yaratmasıyla birlikte 0.2 saniye boyunca elektrostatik bir yükü de depolamasıdır. Williams tarafından geliştirilmiş olan bu bellek tüpü çoğu bilgisayarda kullanılmıştır. Jan Rahmann tarafından geliştirilen seletron tüp ve Louis Couffignon tarafından geliştirilen neon lambası bellekler diğer elektrostatik bellek türleridir (Bunun sebebi; neon lambaları, yüksek ateşleme akımına ve düşük sürdürme akımına ihtiyaç

duymalarıdır). Fakat, neon lambalarının zamanla yıpranmalarından ötürü bu belleklerin pratik kullanımı başarılı olmamıştır.

İlk manyetik çekirdekli bellek, 1940'ların sonlarında geliştirildi ve 1950'lerde yaygın olarak kullanılmıştır. Bu bellek türünün mucidi olan Frederick Viehe, 1947 yılında almış olduğu bu başarılı patenti, 1956 yılında IBM'e sattı. Güvenirliliği ve erişme süresi sayesinde manyetik çekirdekli bellek, bilgi ve veri depolama teknolojisinin miladı olmuştu, fakat bu tür bellekler kısa süre sonra yerini yarı iletken belleklere bırakmıştır. Bunun yanı sıra Billing ve Booth tarafından geliştirilen manyetik dram tipi bellekler, çok fazla miktarda verinin depolanması gereken sistemlerde, 1900'lerin ortalarına kadar kullanılmıştır. Manyetik dram bellekler, yüksek miktarda verinin depolanmasını sağlayabilmekle birlikte erişim hızları düşük olan bellek türleriydi. Manyetik diskler içinde benzer durum söz konusudur.

İnsan / Makine Ara Yüzü

İnsanlar ile makineler arasındaki bağ; *insan/makine ara yüzeyi*, verimlilik ve kabul açısından büyük öneme sahiptir. Bu durum özellikle, bilgisayar veri ve çıktıları için önemlidir.

ENIAC ya da Mark dönemlerinde sorumlu olan programcı, kabloların fişlerini değiştirmek zorundaydı. Daha sonraları konsollarda görevli operatörler; makineyi açmak kapatmak, düğmelere basmak, göstergeleri izlemek, delikli kartları makineye yerleştirmek ve çıkarmak gibi deneyimsiz insanların yapamayacağı şeyleri yapmaya başladılar. 1951'de Whirlwind'in bilgisayarlarının grafik ara yüzleri zamanının çok ilerisindeydi. Askeriye, bilgisayar insan etkileşiminin iyileştirilmesiyle özellikle ilgiliydi. 1968'de Birleşik Devletler Savunma Birimi tarafından desteklenen bir proje kapsamında, Douglas Engelbart monitör sisteminin X-Y pozisyon göstergesi (fare) için patent başvurusu yapmıştır. Bugün, bu bir klavye kadar doğaldır.

Bugün bizler hayatımızın her alanında bilişim teknolojileri ile karşılaştığımızdan dolayı (bugün PC'lerde kullanılan işlemcilerin % 3'ten azı), bu sistemlere insan yeteneklerini adapte etmek zorundayız. Sezgisel olarak kullanılmayan ve kendiliğinden açıklamalı olmayan, fakat yoğun bir pratik bilgi gerektiren sistem ve ekipmanların sıradan amaçlar için kullanımı mümkün değildir. Bu durum sadece konfor ile ilgili bir mesele olmamakla birlikte hem donanım hem de yazılım için kalite ve güvenlik açısından zaruridir.

1.1.5 Bilgi İletimi

Bilginin uzun mesafeler boyunca aktarılması ihtiyacı kesinlikle çok uzun zamandır varolan bir ihtiyaçtır. Ateş, duman sinyalleri, akustik sinyaller, koşucular, atlı postacılar ve evcil güvercinler antik çağlarda bilginin uzun mesafeler boyunca iletilebilmesi için geçerli olan yollardı.

Optik Telgraflar

1836 yılında Fransız başrahip Claude Chappe, semaforlar (sinyal taşıyıcılar) kullanan fonksiyonel bir optik sistem geliştirmeyi başardı [18]. Chappe'nin semaforu veya ekranlı telgrafın uçlarında, merkezi döndürülebilir çubuklu bir direk ve bir regülatörden oluşmuştur. Regülatörün sonuna kısa bir kol, endikatör eklenmiştir. Böyle bir ekranlı telgrafla, birkaç yüz tane sembol göstermek mümkündür. İsveçli Abraham Niclas Edelcranz, benzer bir cihaz geliştirmiştir. Her biriyle $2^{10} = 1024$ sembol gösterilebilen 10 adet bölme içermektedir. Her iki sistem için önemli bir ön şart, 17'nci yüzyılın başında icat edilen teleskoptu. Bu optik sistemler, bugün bile kullanılan bazı özelliklere sahiplerdi. Bu özellikler; veriyi sıkıştırmak için kod kitaplarıyla kodlama, el sıkışma, veri paketleri, veri yolu kodlama ve hata tespiti için belirli yollardır. Veri akış performansı yaklaşık saniyede 0.5 bit, diğer deyişle dakikada 20 karakterdi. 1852'lere gelindiğinde, optik telgraf ağının kapsamı 4800 km idi.

Elektrikli Telgraflar

1837 yıllarına kadar giden bir sürede optik ağların gelişimi sırasında, ilk elektrikli telgraf hatlarının inşaatı başladı. Elektrikle haber iletimi en uzun olan yoldu. İlk çalışmaların izleri Spaniard Campillo (1795)'ya kadar götürülebilir. O dönemde elektrik hakkındaki bilgi oldukça yetersizdi ve bu yüzden Campillo'nun çalışmaları başarısızlıkla sonuçlandı. 1833 yılında, ilk elektromanyetik ekran telgrafi yapıldı. Elektriksel impulslarla ve ayna galvanometrelerle, Carl Friedrich Gauss ve Wilhelm Weber beş yıl boyunca başarılı bir haber kanalının devamlılığını sağladılar. İndüksiyonla, manyetik bir iğneyi iki yönde döndürdüler. Telgraf alfabesinde yeniden bulunabilen beş karakterli bir kod (CCITT nr. 2) ve beş delikli kart veya işaret şeridi kullandılar. Leipzig Dresdner Demiryolu Şirketi, böyle bir telgraf ekipmanını satın almak istediği zaman bu iki bilim adamı bu öneriyi reddettiler, çünkü bilim adamlarına göre elektrikli telgraf pratik kullanıma uygun değildi.

Cooke ve Wheatstone iğneli telgrafın demiryolları için kullanımını fikrini başarılı şekilde değerlendirdiler. Fonksiyonel elektromanyetik otomatik yazıcıyı yapan ve sonunda Morse Alfabesi (1838)'ni bulan Samuel Morse'un fikirleri ve geri dönüş olarak toprağı kullanan, aktarılan sinyali duyulabilir yapan ve sinyalleri basmayı başaran Carl August von Steinheil fikirleri gibi birçok parlak gelişme ortaya çıkartılmıştır. 1844 yılında ilk ticari elektrikli telgraf hattı ABD.'de hizmete girmiştir.

Buluşlar ve gelişmelerin katlanarak çoğalmasına bağlı olarak 1850'lerden sonra Avrupa'daki birçok ülke ve ABD'de gelişim oldukça hızlı olmuştur. 1852'lere kadar gidecek olursak, İngiltere ve kıta Avrupası arasında bir telgraf hattı faaliyete geçti. 1857'deki ilk deneme başarısız olmasına rağmen 1858 yılında transatlantik bağlantısı birkaç gün için başarılı olmuştur. Kalıcı bir transatlantik bağlantısı 1866 yılında kurulabilmiştir. O dönemin teknolojiyle, en takdir edilen teknik başarılarından

bir tanesi, birçok ilave buluşlar ve teknik yeniliklerin yanında Cyrus Field isimli bir finansörün parasal desteği ve kararlılığıyla mümkün olmuştur. Su altı kablosunun üretilmesi en büyük zorluklardan biri olmuştur. Nihayet elektrik izolasyonu ve su geçirmezliği için sumatra sakızı ile gerçek başarının sağlanmasından önce kenevir, parafin, şelak, kauçuk vb. kullanımıyla çok az bir gelişim sağlanmıştır.

Telgraflar sürekli olarak geliştirilmiş ve böylece 1858 yılında Wheatstone tarafından yapılan otomatik telgraf, delikli bantlarla dakikada 2000 karakter taşıyabilmiştir. 1865 yılında Uluslararası Telgraf Birliği (ITU, International Telegraph Union) kuruldu; zamanla günümüz Uluslararası Telekomünikasyon Birliğine dönüşmüştür. 1901 yılına kadar bütün telgraf hatlarının uzunluğu halihazırda dünyanın çevresinin 80 katını dolaşabilecek bir uzunluk olan 3.2×10^6 km'ye ulaşmıştır.

Telefon

1870 yılında Almanya'da Phillip Reis, elektrik kabloları aracılığıyla mesajları doğal konuşma biçiminde aktarılabilirliğini göstermiştir. Sunumunun gördüğü tüm saygıya rağmen teknik bir oyuncak muamelesi görerek ciddiye alınmamıştır. Üç yıl sonra Alexander Graham Bell, Elisha Gray'den sadece iki saat önce patent için başvurdu. Bu patent ve Bell Telefon Şirketinin kuruluşu bilgi taşınımında yeni bir çığır açtı.

Bu zamana kadar tüm bilgi taşıma şekilleri, özellikle eğitilmiş personel üzerine odaklanmıştı. Telefon ilk kez, normal insanların uzun mesafelerde iletişim kurmalarını mümkün kılmıştır. Gelişim son derece hızlı olmuştur ve orijinal patent başvurusundan yedi yıl kadar sonra (1880 yılı civarı) 30.000 adet telefon bulunmaktaydı. Telgraf sistemi için halihazırda bulunan kabloları, telefon için küçümsenmeyecek bir avantaj olmuştur.

Kablosuz Aktarım

Radyo telgraflarından radyoya ve radar teknolojileri ile bilgilerin kablosuz olarak aktarılması, elektriğin fiziksel özellikleri hakkında tam bir bilgi sahibi olmayı gerektirmiş ve sadece deneysel olarak çözülememiştir. 1887–1888 yılında Heinrich Hertz, sonunda elektromanyetik dalgaların varlığını ispatlamada başarılı olmuş ve birçok buluş ve parlak kazanımlar onu takip etmiştir. 1821'lerde Thomas Seebeck termoelektriği ispatlamayı başarmıştır. Bu buluş üzerine 1826 yılında Georg Simon Ohm, daha sonra kendi ismi ile anılacak elektriksel iletkenlik kanununu keşfetmiştir.

1827 yılında Andre Marie Ampere, elektrik akımlarının çekim, itme ve manyetik etkilerini keşfetmiş ve manyetizmayı moleküler akımlar yolu ile açıklamıştır. İlk matematiksel tabanlı elektrodinamik teoriyi oluşturmuştur. 1855 yılında James Clerk Maxwell, elektriksel ve manyetik güç hatları üzerine ve Michael Faraday'ın yakınlık etkileri üzerine net bir kavram oluşturmuştur. Günümüzde Maxwell Denklemleri olarak bilinen ve dinamik elektromanyetik etkileşimi ifade

eden, ikinci dereceden iki kısmi diferansiyel denklemini tanımlamıştır. Elektromanyetik dalgaların ispatıyla birlikte, kablosuz aktarıma yönelik önemli bir ön koşul gerçekleştirilmiş oldu. Tesla'nın 1901 yılındaki çalışması üzerine Guglielmo Marconi, ilk transatlantik radyo bağlantısı kurma başarılı olmuştur. 1906 yılında Robert von Lieben ve Lee de Forest bir birlerinden habersiz olarak Elektron tüplerini bulmasıyla, kablosuz bilgi aktarımının hızlı gelişiminin önünü açılmış oldu.

BUS (İkili Birim Sistem)

BUS teknolojisi, veri transferinde özel bir yer tutmaktadır. Bir BUS, sisteme ait tüm birimler arasındaki veri akışını göstermektedir. Böyle bir sistem bilgisayarın kendisi olabilir (ilk dönem bilgisayarları). von Neumann kavramı, robotlar, üretim birimleri, taşıtlar veya traktör uygulama birimleri gibi çevresel birimleri ve dâhili birimleri kapsamıştır. Genel olarak BUS üzerindeki her bir birim, tüm eklenmiş birimleri adres gösterebilir veya oralardan veri alabilir. Bu yetenek de BUS adı verilen özel bir yönetim gerektirir. Bu da içinde sorunsuz BUS girişini, adres gösterebilmeyi, veri taşınmasını, hata müdahalesini vb, garanti altına alır. Özel bir BUS kontrolörü bu görevi yerine getirir.

80'lerin başında ilk elektronik ve mikroişlemci uygulamaları traktör ve tarım ekipmanlarında görülmüştür. Fakat farklı donanım bileşenine (algılayıcılar, güç birimleri, kasalar, insan/makine ara yüzleri vb,) birçok kez ihtiyaç duyulduğu için bu birimler arasındaki veri alış verişi mümkün olmamıştır (maliyetten ayrı olarak). Bu bilgi adacıkları, fonksiyonel sınırlamalara sebep olmuştur. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için 1985 yılında tarımsal BUS kavramı ortaya atıldı [19].

Radar'dan Entegre Devrelere (IC, Integrated Circuit) Giden Yol

Telsiz ve radarda kullanılan teknolojiler, özellikle askeri teknolojiler bilgi işlemenin gelişiminde önemli bir rol oynamışlardır. Günümüz bilgi teknolojilerinin temelini oluşturan birçok buluş ve gelişimin önünü açmıştır. Bu yol, telsiz ve radar teknolojisiyle yarı iletkenlere ve entegre devrelere götürmüştür. 1904 yılında Christian Hülsmeier, "Telemobiloskop" adı verilen, "metal nesnelerin elektrik dalgalarıyla ayrıştırılması ve bunun bir gözlemciye rapor edilmesi" işlemi için bir patent almıştır. Endüstri bu buluşa ilgi göstermedi ve sadece birkaç bilim insanı gemilerin ve hava taşıtlarının radyo dalgalarıyla takibi üzerinde çalıştı. İkinci Dünya Savaşı hazırlıkları aşamasında, İngiliz ordusu deniz ve hava taşıtlarının radyo dalgalarıyla izlenmesi konusunda çok çalışmıştır. Böylece Şubat 1935'de, Robert Watson Watt'ın yönetimi altında, radyo dalgalarıyla uçakların takibi için ilk uygulama elde edilmiştir. Radyo dalgalarının aktif bir silah olarak kullanılmasına yönelik ilave planların gerçekleştirilemez olduğu anlaşılmıştır.

1874 yılında Alman Karl Ferdinand Braun yarı iletkenlerin redresör etkisini ispatlamıştır. 19. yüzyılın dönüm noktasında bu özellik telgraf ve radyolarda alıcı tesislerde kristal dedektörler olarak kullanılmıştır. Ancak kısa süre sonra elektron

valfları ile değiştirilmiştir. Sonradan çok daha güvenilir olan eş zamanlı redresörler ve yükselteçler kullanılmıştır. Ancak yüksek frekanslarıyla radar teknolojisi için çok yavaş kaldılar. Böylece 1940'lı yıllarda kristal redresörler ve yarı iletkenler radyo dalgası alıcısına dönüşmüştür. 1947 yılında Bell Laboratuvarlarının iki yıllık bir çalışması sonucunda John Bardeen, Walter Brattain ve William Shockley ilk transistörü geliştirme başarısını elde etmişlerdir. Bu germanyum pik transistörü, yaklaşık 50 kat yükseltme gücüne sahipti. Bu gelişme, düzlemsel transistörler tarafından izlenmiştir. Germanyum kısa süre içinde üretim sürecini çok daha kolaylaştıran silikonla değiştirilmiştir. Farklı doping seviyeli yapılar, homojen yarı iletken bir düzlem üzerinde oluşturulabilmiştir. John St. Clair Kilby bu fikri gerçekleştirdi ve 1958 yılında karmaşık devreler için ihtiyaç duyulan iletkenler, dirençler, kondansatörler, diyotlar ve transistörler gibi bütün devre elemanlarını, küçük bir parça yarı iletken kart üzerine sığdırmanın mümkün olduğunu göstermiştir. Böylece içerisinde tek levha üzerinde litografik işlemlerle yapılmış devre yolları ve yapım elemanları bulunan entegre devrelerin önü açılmış oldu.

İnternet

ABD Savunma Bakanlığı, 1958 yılındaki Sputnik şokuna cevap olarak Gelişmiş Araştırma Projesi Ajansı (ARPA, Advanced Research Project Agency) kurmuşlardır. Bu ajansın amaçlarından biri, ARPA ağı olarak bilinen merkezi olmayan bir iletişim ağı geliştirmektir. 1972 yılında halka tanıtıldı. Politikacılar ve telefon şirketleri projeye az ilgi gösterdiler. 1973 yılında Robert Metcalfe, Harvard üniversitesinde hazırladığı doktora tezi kapsamında, 256 bilgisayarın bağlanabildiği Etherneti tasarlamıştır. Bunu takiben üniversiteler, araştırma kurumları ve şirketlerdeki bilgisayarları çeşitli formlarda bir birine bağlayan birçok ağ geliştirilmiştir. Bu ağların hepsi kendi başına çalışmaktaydı.

Zaman geçtikçe 1974 yılında Ted Nelson "hypertext" olarak adlandırdığı sıralı olmayan okuma ve yazma kavramını tanımlamıştır. Bu fikir, 1989 yılında CERN (European Organization for Nuclear Research)'de, Tim Berners Lee tarafından geliştirilen sayfa tanımlama dili (HTML, Hypertext Markup Language)'nin kavramsal temeli olmuştur. Tek başına çalışan farklı ağları bir birine bağlamak onun hedefiydi. Yaptığı işi, *World Wide Web* olarak adlandırılmıştır. Küresel kaynak bulucu (URL, Universal Resource Locator) aracılığı ile bir internet sunucusunun yerinin tespit edilebilirliği kavramı onunla birlikte doğmuştur. Bu adres standardı ve sayfa tanımlama dili HTML ile birlikte bilgi transfer protokolü (HTTP, Hypertext Transfer Protocol) WWW temelini oluşturmuştur. Bu da alıcı ve gönderici bilgisayarın tipine bağlı olmaksızın, yazı ve resim sayfalarının görülebilmesini mümkün kıldı. WWW'nin bu başarısı, kendi küresel yapısının altında yatmaktadır. 1991 yılında CERN, WWW yazılımını herkese bedavaya sunmasıyla giriş mümkün oldu. Fakat protokolün yönetiminin kendisinde kalmasını şart koşmuştur. Bu durum 1994 yılında ücretsiz olarak bulunabilen Netscape Navigator ile değişti. Netscape

Navigator'un fonksiyonel olması ve açıkça tanımlanmış kullanıcı ara yüzü, herkes için internete problemsiz girişi sağlamış oldu. 1995 yılında 45 milyondan fazla kullanıcı internetten faydalanmıştır. İnternetin göstermiş olduğu bu hızlı başarıya, ilgili yazılımların fonksiyonelliği yanında, toplum içerisinde bilgisayar ediniminin artmış olması ve iletişim alt yapısının tüm dünya da yaygınlaşmış olması da katkı sağlamıştır.

Global Ağ Bilgisayarları

Günümüzde milyonlarca bilgisayarı birbirine bağlayan internet, artık hayal bile edilemeyecek bilgisayar kapasitesine sahip bir süper bilgisayardır. 1995'lerin ortalarında, Berkley Kaliforniya Üniversitesi'nden David Anderson, bu dönemlerde kullanıcıların aktif olarak kullanmadıkları zamanlarda internette birbirine bağlanmış bilgisayarların işlem kapasitesini kullanmak için bir bilgisayar programı⁶ geliştirmiştir. Ofis ve ev bilgisayarlarının ortalama yükleri %10 olarak tahmin edildiğinden, bu durum var olan süper bilgisayarların çok ötesine geçen potansiyel bilgisayar etkinliğini temsil etmektedir. Eğer sadece 10 milyon bilgisayar katılsa, bu sanal bilgisayar petaflop⁷ gücünde bir işlem kabiliyetine sahip olabilirdi.

1.1.6 Bilgi İşlemenin Gelecekteki Gelişim Öngörülleri

Christian Wurster, Bilgisayarlar [17] adlı kitabının bazı bölümlerinde geleceği tahmin etmenin nasıl zor olduğunu göstermiştir. 1889'da Amerikan Patent Ajansı'ndan Charles Duell, "icat edilecek her şey artık icat edilmiştir" şeklinde fikrini beyan etmiştir. 1943'de IBM, bilgisayarlar için dünya pazarının büyüklüğünün beş adet olduğunu tahmin etmiştir. 1977'ler gibi son zamanlarda DEC'den Kenneth Olsen, bir kişinin evinde bilgisayar sahibi olmasının gerekmediğini ifade etmiştir. On yıldan daha kısa bir sürede, evlerde bulunan bilgisayar sayısı milyonlara ulaşmıştır. Bunların ardından en hayret verici olan, Intel'in kurucularından Gordon Moore, 1965 yılında yaptığı geleceğe dönük bir projeksiyonda (örneğin veri yoğunluğu, transistörlerin yoğunluğu), bilgi işleme kabiliyetinin her 18 ayda ikiye katlanabileceğini belirtmiş, bu da günümüze kadar doğruluğunu korumuştur. Moore'un Kanununun devamı iki soruyu doğurmuştur:

- Kapasitedeki artış daha ne kadar sürer, fiziksel sınırlar nelerdir?
- Böyle bir performans artışı ne anlama gelir, insanlık için ne tür sonuçlar beklenmelidir?

Hesaplama için Nihai Fiziksel Sınırlar

2000 yılında Nature dergisinde [20], Seth Lloyd tarafından bu başlık altında bir makale yayınlanmıştır. Lloyd değerlendirmelerinde, bilgisayarın fiziksel bir

-
- ⁶ SETI Programı (Dünya Dışı Zekâ Araştırması) dünya dışı hayatı aramak için yazılmıştır. Bu görevde, günlük yaklaşık 50 GB veri, şüpheli iletişimlerin izlerini sürmek için incelenir.
 - ⁷10¹⁵ flop (saniyede yapılan kayan nokta operasyonları)

sistem olduğunu ve böylece performans sınırlarının fizik kanunlarınca belirleneceği ön görüşünde bulunmuştur. Depolama, işleme ve bilginin taşınması gibi bilgi işlemenin üç temel problem üzerine odaklanmıştır. Lloyd'un *nihai dizüstü bilgisayar*, bir litrelik hacimde bir kilogramlık hacime sahiptir. Lloyd, enerji ve zaman arasındaki Heisenberg belirsizlik presibinden, hesaplama hızının mevcut enerjiyle büyüyebileceği sonucunu çıkarmıştır. Tüm bir kilogramlık bir materyalin enerjiye çevrilmesi durumunda, saniyede $5,4 \times 10^{50}$ işlemlik hesaplama hızının mümkün olabileceğini bulmuştur. Bu da günümüzdeki yaklaşık saniyede 10^{10} hesaplama sayısında çok büyük bir artış anlamına gelmektedir. Hızdan sonra en önemli ikinci faktör, bilgisayarların hafıza kapasitesidir.

Lloyd burada entropi sınırlayıcı faktör olduğu için termodinamiğe yönelmiştir. Az veya çok 10^8 K civarında ışıklardan oluşan nihai dizüstü bilgisayar, bugünün bilgisayarlarının 10^{10} bit lik kapasitelerinin aksine 10^{31} bit depolama kapasitesi sunabilecektir. Her zamankinden daha kabiliyetli olan bilgisayar ve robotların muhtemel sonuçları, artık sadece bilim kurgu yazarlarının bir fantezisi değil aynı zamanda ciddi bilimsel değerlendirmelerin konusudur. Nisan 2000'de Sun Microsystems'in düşünce gurubu şefi Bill Joy, bilim insanlarının sorumluluğu hakkında etik tartışması başlattı ve birçok tanınmış bilim insanının katkılarıyla oluşturduğu "Gelecek niçin bize ihtiyaç duymaz?" isimli manifestosunu ilan etmiştir [21, 22]. Yukarıda bahsedilen bilim insanlarına ilaveten Ray Kurzweil [23], Hans Moravec, Joseph Weizenbaum ve diğer birçoğu teknolojinin gelecekteki gelişimini ve onun muhtemel sonuçlarını eleştirmişlerdir. Robot teknolojisi alanında ünlü bir bilim insanı olan Hans Moravec, 30 ile 40 yıl içerisinde robotların insanlardan daha zeki olacaklarını ifade etmiş ve biyolojik dönemden sonraki çağdan bahsetmiştir. Joseph Weizenbaum, bilgisayarların ne kadar akıllı yapılabileceği konusunda herhangi bir sınır görmemekte, ama bu zekanın insan zekasından farklı olacağı düşüncesindedir.

Kaynaklar⁸

⁸ İnternet adreslerinin, özgün kaynak adreslerinin (URL'ler) sıklıkla kısa bir süreliğine geçerli olmaları internetin zayıf bir tarafıdır. Onlar sık sık değiştirilir ya da silinir. Referans gösterilmiş URL'ler basımdan önce kontrol edilmelerine rağmen, onların ne kadar süreliğine ulaşılabilir olacaklarını öngöremeyiz. Bu yüzden, internette yayımlanan önemli bilimsel çalışmalar kalıcı olarak kütüphanelerde arşivlenmelidir. Örneğin, CIGR E-Dergisi CD'ye konular ve dünya çapında birkaç önemli kütüphanede arşivlenir. Yine de, internetin güçlü bir tarafı da, sürekli olarak yeni referansların ortaya çıkmasıdır. Bu yüzden, araştırılacak konu internette aranmaya değerdir. İnternetin diğer bir yararı da tercih ettiğin dilde yayınları bulabilmendir.

1. Diamond, J. 1997. *Guns, Germs, and Steel: The Fate of Human Society*. New York, NY: W. W. Norton and Company.
2. Ifrath, G. 1981. *Histoire Universelle des Chiffres*. Paris, France: Seghers.
3. de Beauclair, W. 1968. *Rechnen mit Maschinen*. Braunschweig, Germany: Vieweg & Sohn.

4. Biegel, G. 1992. *Braunschweigisches Landesmuseum. Informationen und Berichte*, Nr.1.
5. Price, D. de Solla. 1974. Gears from the Greeks-The Antikythera Mechanism-A calendar computer from ca. 80 B.C. *Transactions of the American Philosophical Society* 64(7).
6. Leupold, J. 1727. *Theatrum Arithmetico-Geometricum das ist: Schauplatz der Rechen- und Meß-Kunst*. Leipzig, Germany: Christoph Zunkel.
7. Mackay, R. 1997. The Walther Company - Historic recollection. Available at: <http://www.xnumber.com/xnumber/walther.htm>.
8. Hancock, M. 1998. Burroughs Adding Machine Company. Available at: <http://www.xnumber.com/xnumber/hancock7.htm>.
9. Mackay, R. 1998. Recollections on the Madas calculator. Available at: <http://www.xnumber.com/xnumber/madas.htm>.
10. Redin, J. 2001. A brief history of mechanical calculators.
Part I available at: <http://www.xnumber.com/xnumber/mechanical1.htm>.
Part II available at: <http://www.xnumber.com/xnumber/mechanical2.htm>.
Part III available at: <http://www.xnumber.com/xnumber/mechanical1.htm>.
11. Dotzler, B., ed. 1996. *Babbages Rechen-Automate*. Springer.
12. Klippstein, P. E. 1786. J. H. Müller's Beschreibung seiner neu erfundenen Rechenmaschine, nach ihrer Gestalt, ihrem Gebrauch und Nutzen. Frankfurt und Mainz, Germany: Varrentrapp Sohn und Wenner. Available at: http://www.fbi.h-da.de/fileadmin/personal/h.schneider/public_html/ba-wp-i/arbeitsblaetter/mueller-trans.pdf.
13. Winterstein, S. 1998. Von Hollerith zu IBM - Die geschichte der kommerziellen datenverarbeitung. Available at: <http://stefan-winterstein.de/papers/hollerith-ibm/>
14. Augarten, S. 1984. *BIT by BIT - An Illustrated History of Computers*. London, UK: Georg Allen & Unwin.
15. Brader, M., ed. 1994. A chronology of digital computing machines (to 1952). Available at: <http://www.davros.org/misc/chronology.html>
16. Williams, M. R. 1985. *A History of Computer Technology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
17. Wurster, C. 2001. *Computers - Eine Illustrierte Geschichte*. Köln, Germany: Taschen.
18. Holzmann, G. J., and B. Pehrson. 1995. *The Early History of Data Networks*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.
19. Jahns, G., and H. Speckmann. 1984. Agricultural electronics on farm machinery needs standardized data transfer—A concept. ASAE Paper No. 84-1633. St Joseph, MI: ASAE.
20. Lloyd, S. 2000. Ultimate physical limits to computation. *Nature* 406(8): 1047 - 1054.
21. Joy, B. 2000. Why the future doesn't need us. Available at: http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html.
22. Heron, K. 2000. Rants & Raves: Why the future doesn't need us (Reactions on Bill Joy's article [21]). Available at: http://www.wired.com/wired/archive/8.07/rants_pr.html.
23. Kurzweil, R. 1999. *The Age of Spiritual Machines*. London, UK: Viking Press.