

MAKİNE VE ZEKA

R. Levent Aysever *

Makineler yaşamımızın vazgeçilmez parçaları haline gelmiş durumda. Bugün bulunduğumuz noktadan baktığımızda onlarsız bir yaşam düşünmek olanaksız. Bir an için, nasıl oluyorsa yeryüzündeki bütün makinelerin birdenbire yok olduğunu düşünün. Durumun, o sırada bir makine kullanmakta olanlar kadar, bir süre sonra kullanacak olanlar için de tam bir felaket olacağı çok açık. Bulaşıkla- rı, çamaşırları yine eskisi gibi elle yıkamak, traş makinesini bırakıp traş bıçağıyla traş olmak, bütün evi eskiden olduğu gibi yine ot süpürgeyle süpürmek zorunda kalmak ... evin günlük gereksinimleri için kaç para gerektiğini, alınan aylığın, yapılacak aylık harcamaları karşılayıp karşılamadığını yine kağıt kalem kullanarak hesaplamak, aslında bu kurmaca felaketin en kolay atlatılabilir yönleri. Bize gereken, biraz sıkılmayı göze almak, biraz zaman harcamak, biraz da dikkatli olmak.

Ne var ki, böyle bir kurmaca felakette eskisi gibi yine bize düşecek olan işlerin tümü az sıkıntı, az zaman ve az dikkatle üstesinden gelebileceği-

miz işler değil. Bu felaket günlerinde Ankara'dan İstanbul'a, İstanbul'dan da Amerika'ya gitmek istediğimizi düşünelim. Bu işi yapmak için göze al-

bölümünün, çamaşır yıkamak, traş olmak gibi işler düşünüldüğünde aslında "çok güç"; ikinci bölümünse "çok çok daha güç" olacağı (çok sıkıntı-zaman-dikkat isteyeceği) kesin.

Hesap işlerinde de durum bundan çok farklı olmayacaktır. Kurmacamızı sürdürüp, yaşadığımız bu büyük felaketin sınırlarını bir parça daha büyütelim ve insanoglunun bir de şu ünlü "pi" sayısını unuttuğunu düşünelim. Bugün ortalama bir bilgisayarın bir saat içinde belirlediği bir milyon basamağı belirlemek için gereken sıkıntı-zaman-dikkat ne olurdu acaba? 1976'da bir CDC 6600 ile, 3'ten sonra gelen bir milyon basamağı belirlemek neredeyse iki saat sürmüştü. 1961'de bir IBM 7090'la 9 saatte yaklaşık 100 000 basamak, 1958'de bir IBM 704'le 1 saat 40 dakikada 10 000 basamak, 1954'te bir IBM

NORC'la 12 dakikada 3039 basamak, 1949'da ENIAC'la 70 saatten biraz daha kısa bir sürede 2037 basamak belirlenebilmişti. 1947'de otomatik bir büro hesap makinesiyle 808 basamağı belirlemek için birkaç aylık bir sıkıntı-zaman-dikkat gerekmişti.



mamız gereken sıkıntı, zaman ve dikkat düşünüldüğünde yolculuğun ilk bölümünün, ikinci bölümünden daha "kolay" olacağı (daha az sıkıntı-zaman-dikkat isteyeceği) söylenebilir. Ama yolculuğun görece "kolay" bu ilk

Bütün makineler yok olduğunda göze almamız gereken sıkıntı-zamandikkat ne olurdu? İngiliz William Shanks 707 basamak için 19 yıl harcamıştı, o da 528. basamaktan itibaren şaşırarak pahasına.

Bir de elbette, artık hiç yapamamış işler olurdu. Ay'a, Mars'a araç göndermek, mermi çekirdeği üzerindeki izlerden yola çıkarak katil silahı bulmak ve daha birçokları.

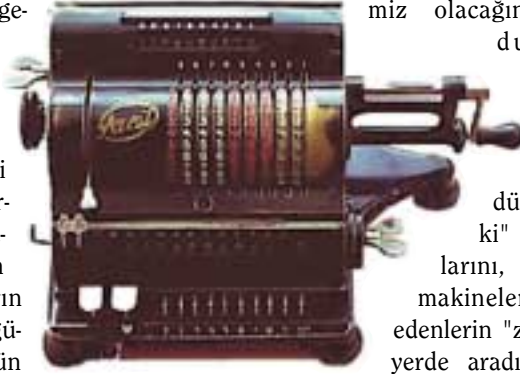
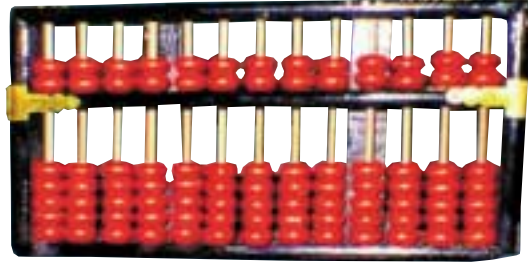
Bütün bunlar birçoğumuza, "İyi ki makineler varmış" dedirtecek türden şeyler. Ancak, insanın bugün yaşamında makinelere ayırdığı yer, gelecekte ayırmayı düşündüğü yer dikkate alınır, oldukça sınırlı. Gelecekteki makinelerden beklenen, "hızlı" olmalarından çok, "zeki" olmaları, hatta "duygu" taşımaları. Yani, veri toplayıp onları işlemeleri, sonunda da bir karar verip o kararın gereklerini yerine getirmeleri ve olup bitenler karşısında "acı" ya da "sevinç" gibi duygular yaşamaları. Kısaca söylemek gerekirse, "insan" olmaları.

Kimilerimize (aslında çoğunluğumuza) göre, "insan-makine" düşüncesi bir düş değil. Gerçekleşmesi, insanlık tarihi ölçeğinde bakılırsa, artık bir an meselesi. Ünlü robotbilimci Hans Moravec, bir yazısında, yapay zeka alanında çalışanların geliştirdikleri ve geliştirmeleri beklenen hızlı donanımlarla, insan beyninin sıradan bir zeka-işlemi yapma hızı (tahminen saniyede 100 milyon MIPS / 1 MIPS: saniyede bir milyon yönerge) ve bu işlemi yapması için gerekli tahmini bellek kapasitesini (100 milyar megabayt) dikkate alarak, "insan gücünde" ve satın alınabilir (1000 \$) bir zeki-makinenin piyasaya sürülebileceği tarihi olarak 2020 tahmininde bulunuyor. Moravec'in zeki-makinesi "duyguları, inançları" olan bir makine değil; ama kimilerimiz için o da çok uzak değil. Belki 30, belki 300 yıl içinde, zeki-insan-yaratıklar gibi cinsel yaşamları olmasa bile, onlar gibi dinsel yaşamları olacak "inançlı" zeki-robot-makinelerin karşılaşılabileceği "toplumsal ve ahlaki" sorunlara dikkat çekip onlara çözüm arayanlarımız da var.

Bütün bunlara, makineler konusundaki beklentilerimizi olduğu kadar korkularımızı da çok iyi yansıtan bilimkurguyu da ekleyebiliriz. 2001 Uzay Yolu Macerası filminde, denetimi

ele geçirip mürettebatla bir ölüm kalım savaşına girişen, uzay gemisinin bilgisayarı HAL, zeki-makinelerin bizde yarattığı en temel korkuyu, dünyayı ele geçirip bizi yok etmeleri korkusunu çok iyi yansıtan bir örnek.

HAL örneğini de hesaba katarsak, makineler yaşamımızda bugün verdiğimiz, yarın vermeyi düşündüğümüz yeri, bugünün makinelerinin bizde yarattığı beklentileri, yarının makinelerinin yarattığı korkuları, kısaca söylemek gerekirse zeki makineler konusunda insan aklıyla düş gücünün ulaştığı noktaları şöyle özetleyebiliriz: Bir bölümümüz, doğayla olan mücadelesinde ellerini emekli etmenin verdiği özgüvenle, deyim yerindeyse aklını da emekli edip bütün zamanını "kendine" ayıracığı gelecek mutlu günlerin hazırlığı içerisinde. Bir bölümümüz, insanoğlunun ellerinden sonra aklını da makinelere devrederse yaşayacağı dehşet dolu günlere dikkat çekerek, bu makineleri yapmaya çalışanları uyarmakta. Bir bölümümüz de, zeki-makinelerle birlikte yaşayacağımız gelecek günlerde karşılaşmamız



olası "zeki-robot hakları" sorunlarına çözümler önermekte.

Elbette bir de, gelecekte bugünkülerden çok daha gelişmiş makineleri-

miz olacağından kuşku duymamakla

birlikte, bu makinelerin hiç de düşünül-

düğü gibi "zeki" olamayacak-

larını, çünkü zeki makinelerden söz

edenlerin "zeka"yı yanlış yerde aradıklarını sav-

unanlarımız olduğunu da unutmamak gerekir.

Bizi bugün bu noktaya getiren süreç, mekanik, fizik, matematik, mantık

ve felsefe alanlarında birbiriyle kesi-

şen, birbirini etkileyen ve birlikte ilerle-

yen bir dizi karmaşık gelişmenin oluşturduğu tarihsel

bir süreç. Ancak, bu tarihsel sürecin sonunda bizi "zeki

makine" düşüncesine getiren, en temelde, bugün

birden makinelerimizi yaşamımızdan

çıkdığımızda karşılaştığımız

güçlükleri aşma dürtüsü.

Ancak bu dürtünün, en baştan beri

sıkıntı, zaman ve dikkat boyutlarının hepsini içinde

barındırdığını söylemek güç.

Aristoteles "Her alet buyrukla ya da bilerek

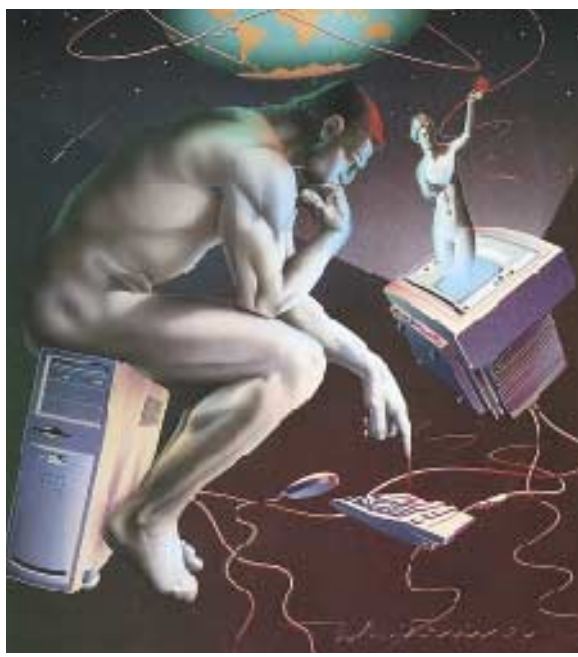
kendi işini kendi yapabiliyeydi, ... mekik kendi kendine dokusa,

gitar kendi kendine çalsaydı, ustanın çırağa, efendinin köleye

ihtiyacı kalmazdı" derken, insana, kendisine yakışmayan işleri

makinelerle yaptı-

rıp felsefe yle uğraşacak boş zaman yaratmanın yollarını aramaktaydı. Başka bir deyişle o, doğruyu bulmanın ve kesinliğin yalnızca insanın işi olduğuna inananlardandı. Bizim sıkılarak, uzun zamanda, daha da önemlisi yanlış ya da hatalı yaptığımız işleri, hiç sıkılmadan, bizden çok daha kısa bir zaman diliminde ve doğru yapan makinelere bırakma düşüncesi, tuhaf bir biçimde, insan aklına duyulan güvenin dorukta olduğu bir dönemde karşımıza çıkar ilk kez. Daha da önemlisi, makinelere yaptırılmaya çalışılan iş, dokumak ya da müzik aleti çalmak gibi, kaynağı insanın bedeninde değil, hesap gibi, kaynağı insanın "ruhunda" olduğu kabul edilen; daha açık bir deyişle, daha önce yalnızca insanın yapabileceği düşünülen bir iştir. Dolayısıyla, bizi "zeki



makine"lere getiren tarihsel sürecin, Eski Yunan dünyasının otomatlarından çok, 17. yüzyılın "hesap makineleri"yle başladığını söylemek hiç yanlış olmaz.

17. yüzyıl hesap makinelerinden günümüzün gelişmiş bilgisayarlarına, bugünün bu "zeki" makinelerinden

Hans Moravec ve onun gibilerin, geleceğin HAL benzeri makinelerini yapmaya çalışırken ortaya koydukları "zeki" robotlara dek, bütün bu "hesap makineleri"nin tarihi, insanın, kendisi için son derece sıkıcı, uzun süreli ve hatalara açık "hesap" işinin insansızlaştırılması, hızlandırılması ve kesinleştirilmesi çabası olarak yeniden yazılabilir.

Geçmişin "hesap makinelerini" bugünün bilgisayarlarına, ve hayata geçirilmeleri artık bir an meselesi kabul edilen geleceğin "insan gücünde" robotlarına bağlayan tarihsel sürecin ilk bağlantı noktası "hesap"ın insansızlaştırılmasıysa, ikinci noktası, "hesap" kavramının kendisidir. 17. yüzyıl "hesap makinelerinin" yaptığı "hesap" ile bugünün bilgisayarlarının yapmakta olduğu, geleceğin

Akıllı Makinelerin Tarihi

Tarih boyunca karşımıza çıkan birçok "hesap makinesi" vardır. Bunların kimi tek bir örnek olarak kalmış, kimileri çok sınırlı sayıda üretilip kullanıma sunulmuş, kimileri fabrikalarda üretilip yıllarca insanlara hizmet etmiş, kimileri sadece bir tasarı olarak kaldıkları halde daha sonraki "hesap makineleri"nin yapısını belirlemiştir. Bütün bu makineleri, bir ve aynı makinenin giderek kusursuzlaşan örnekleri olarak görmek son derece yanlış olur. Bu "hesap makinesi" kalabalığı içerisinde sıkıntı-zaman-dikkat ekseninde yeni bir ilerlemeyi temsil edenlerin sayısı bir elin parmakları kadardır.

"Hesap makineleri"nin ilk örneklerinin 17. yüzyılda ortaya çıkması bir rastlantı değildir. Onlardan beklenen, insanın hiç yardımı olmadan ya da mümkün olduğunca az yardımıyla hızlı ve doğru, kesin "hesaplar" yapması. Bu, insanın 17. yüzyılda en çok ihtiyacı olan şeylerden birisidir. Neredeyse her sorunun yanıtının kutsal metinlerde ve kısaca "filozof" diye anılan Aristoteles'in kitaplarında arandığı uzun Ortaçağın ardından, yeryüzüyle gökyüzünde olup bitenlerin açıklanmasını yine yeryüzü ve gökyüzünde arayan 17. yüzyıl bilgin-filozoflarından söz gelişi Kepler'in, gezegenlerin konumlarını veren tabloları hazırlamak için yapmak zorunda olduğu zor ve uzun hesaplar düşünülürse çok iyi anlaşılır.

Aslında bu çağın Avrupalı bilim adamları, 16. yüzyılda kullanıla-

ya başlayan Hint rakamları ve hesap yöntemiyle, daha önce kullandıkları Roma rakamları ve hesap yöntemiyle yaptıklarından daha hızlı ve kesin hesaplar yapıyorlardı. Ancak, bütün inceliğine ve bütün sadeliğine karşın Hint rakamları ve hesap yöntemi de istenen hızı ve kesinliği sağlamakta yeterli değildi. Elbette, görece yalın işlemler söz konusu olduğunda daha hızlı ve daha kesin bir hesap olanağı yaratıyordu ama karmaşık işlemler söz konusu olduğunda beklenen hızı ve kesinliği sağlamaları olanaksızdı. Bu yolda, 17. yüzyılın hesap makinelerinden önce, İskoçyalı matematikçi John Napier'in 1617'de icat ettiği "aritmetik aleti" ve benzerleriyle önemli bir adım daha atılmıştır. Bunlar, doğrudan doğruya rakamlı betimlemeler aracılığıyla iş gören,

belli birtakım yalın işlemlerin ardından sonucu veren, aritmetikçinin hesap sırasındaki işlem yükünü hafifletmek için tasarlanmış aletlerdir.

17. yüzyılın "hesap makineleri"ne gelince, bunlar, uzun ve karmaşık işlemler gerektiren "hesap"larda insanı aradan çıkarmak, "hesap"ı insansızlaştırmak gibi yepyeni bir yolun seçimiyle ortaya çıkmışlardır. 17. yüzyılın "hesap makineleri"nden bugünün "zeki" makineleri gelişmiş bilgisayarlara, onlardan da geleceğin "zeki" robotlarına uzanan süreci birbirine bağlayan en önemli bağlantı noktalarından ilki budur.

1623'te Schickard'ın yaptığı "hesap saati" ile 1642'de Fransız filozof ve matematikçi Blaise Pascal'in Schickard'ın makinesinden bütünüyle habersiz olarak yaptığı Aritmetik Makinesi, sınırlı bir ölçüde de olsa, insanı "hesap"ın toplama ve çıkarma alanlarından uzaklaştıran ilk "hesap makineleri"dir. İyi bir mekanik düzenekleri olmadığı için kesinlik konusunda sorunlar çıkarmakla birlikte insandan daha hızlı toplama ve çıkarma yapabilmektedirler. Ayrıca çarpma ve bölme işlemlerini de gerçekleştirebilmektedirler; ama toplama ve çıkarmayı insansızlaştırmada gösterdikleri başarıyı çarpma ve bölmede gösterememişlerdir. İnsanı toplam ve çıkarmadan sonra çarpma ve bölmeden de uzaklaştırma başarısı, bir ölçüde de olsa Alman filozof ve Matematikçi Gottfried Wilhelm Leibniz'e aittir. 1694'te Pascal'in makinesindekinden tamamen farklı düze-



İlk bilgisayarlardan ENIAC

zeki robotlarınaysa yaptırılma-ya çalışılan "hesap" elbette aynı değildir. Schickard'ın, Pascal'ın, Leibniz'in ve Thomas'ın makinelerinin yaptıkları, dört işlemle sınırlıdır. Kalan makineleriyse, bu dört işlemi, akışı önceden belirlenmiş bir zincirleme işlem içerisinde arka arkaya yapabilen makinelerdir. Çözümleyici makinelerle bugünün bilgisayarları, değiştirilebilir kumanda düzenekleri sayesinde (yani farklı yazılımlar kullanılarak) herhangi türden matematiksel bir probleme çözüm getirebilecek gücü (donanımı) olan makinelerdir. Geleceğin zeki makinelerine gelince, onlardan beklenen, herhangi bir konuda ellerindeki verileri tartıp bir karar vermeleridir.

Ancak, bütün bu makinelerin payına düşen işler birbirinden ne kadar



farklı olursa olsun, hepsi temelde bir ve aynı iştir: bir "hesap"tır; eldeki verilerin tartılıp karar verilme sürecidir. Bütün bu işler, ilk "hesap makineleri"nin ortaya çıktığı 17. yüzyılın diliyle söyleyecek olursak, ("kaynağı insanın bedeninde olan" beslenme, üreme gibi işlerin tersine) "kaynağı insanın ruhunda olan"; bugünün diliyle söyle-

yecek olursak, "bir zeka gerektiren" işlerdir.

Böyle düşünüldüğünde, bu işleri beceren zeki bir makine yapılmak isteniyorsa, yanıtı aranması gereken ilk soru, "kaynağı insanın ruhunda olan" ya da zekayı gerekli kılan işleri, onu gerekli kılmayanlardan ayıran şeyin, kısacası bir "hesap" işinin yapısının ne olduğu sorusudur.

"Hesap" işlerinin yapısı konusunda en başından beri baskın olan düşünce, bir "hesap" işinin kimi zaman çok yalın, kimi zaman çok karmaşık, ama her zaman son derece düzenli bir işlem sürecinin arka arkaya yinelenmesinden oluştuğudur. Gerçekte, yukarıda anılan (ve anılmayan) makinelere yaptırılmaya çalışılan bir "hesap"ı, bir insan için uzun ve hatalarla dolu bıktırıcı bir iş haline geti-

neklemlerle, dört işlemi de insanın daha sınırlı sayıda müdahalesiyle mekanik yollardan yapabilen bir makineicadeden Leibniz'in başarısı da tam bir başarı değildir; makinesinin karmaşık düzenekleri, çağının saat mekanizmasının düzeyinin yeterince yüksek olmaması nedeniyle hiç bir zaman iyi işlememiştir. Dört işlemi, yeterince hızlı olmasa bile kesin ve doğru bir biçimde ve insanın az bir müdahalesiyle mekanik yoldan yapabilen ilk makine, Fransız mühendis ve sanayici Charles-Xavier Thomas'ın "aritmetre"sidir. Thomas'ın 1822'de yaptığı bu makine o denli başarılıdır ki, hem küçük değişikliklerle çok sayıda Fransız, Alman, Amerikalı sanayici tarafından taklitleri üretilmiş, hem de tarihin ilk büyük ölçekli ticari hesap makinesi olmuştur. Birşey daha: Thomas'ın aritmetresi ile ondan yola çıkılarak geliştirilen makineler dört işlemden başka karekök de alabilmekteydiler.

Ne var ki, bütün bu makinelerin, hızı büyük ölçüde engelleyen önemli bir kusurları vardır: Verileri girmek yine insanın yapması gereken bir iştir. Bugünün çok gelişmiş "zeki" makinelerinde, kısaca bilgisayarlarda da verileri girmek yine insana düşmektedir. Hesap hızını olumsuz yönde etkileyen bu işi kısa yoldan yapmanın çaresi olarak ilk düşünülen, sayısal klavye kullanılmak olmuştur. Sayısal klavyeli ilk hesap makinesi, Amerikalı buluşçu David R. Parmalee'nin 1849'da yapıp 1850'de patentini aldığı makinedir. Ancak Parmalee'nin makinesi hesabın hızını artırmak yerine düşüren bir makine olmuştur. Makineyle ancak tek rakamlı sayıların toplamı yapılabilmektedir. Bu nedenle çok basamaklı sayıları toplamak için yine elle işlem yapmak, birleri ayrı, onları ayrı, yüzleri ayrı toplamak ve her seferin-

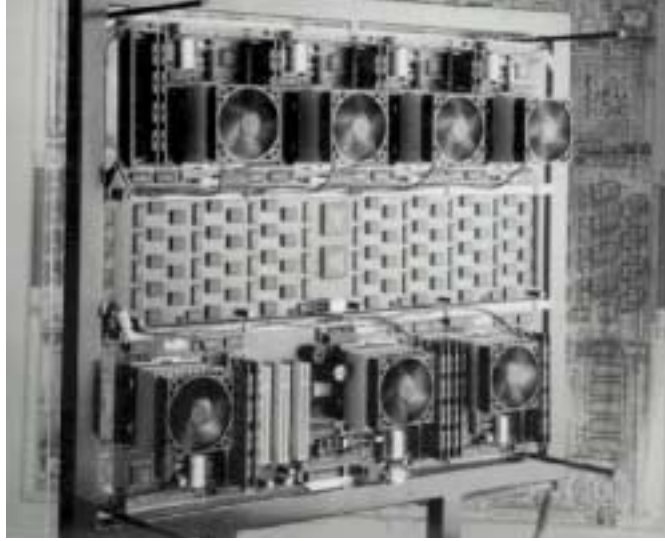
de ara sonuçları bir kağıda yazmak, sonra da her toplamı bir sonraki toplamaya katmak gerekmektedir. Daha sonra Parmalee'nin makinesi çeşitli değişiklikler yapılarak geliştirilmeye çalışılmıştır ama bütün bu makineler de, "hesap" yapacak kişinin birçok hazırlık eylemini, gerektirdiğinden yeterince hızlı değildir. Dahası sayısal olanağı da kısıtlı olan bu makinelerin kullanılmaları büyük bir ustalık istediği için kullanıcı yeterince usta olmadığında "hesap" hataları kaçınılmaz olmaktadır. Gerçekten işe yarayan ve yaygın bir biçimde kullanılan ilk tuşlu hesap makinesi, Amerikalı sanayici Dorr E. Felt'in 1884-86 tarihleri arasında geliştirip 1887'den itibaren seri olarak ürettiği makinedir. Bu makineyle birlikte artık çok rakamlı sayılarla hızlı ve kesin "hesap"lar yapılabilir olmuştur.

Bu makinelerde insanın müdahalesini gerektiren, dolayısıyla hız kaybına yol açan bir başka şey de sonuçların kaydedilmesidir. Bu güçlüğü aşmak için bulunan yol, onları baskı aygıtıyla donatmak olmuştur. Üzerinde böyle bir baskı aygıtı bulunan ilk makine 1872'de Amerikalı Edmund D. Barbour tarafından yapılmıştır. Ancak bu makinenin "basıcı"sı çok ilkelidir: Yalnızca toplamı ve alt toplamları basabilmektedir; ayrıca aygıt gerçekte tarih damgaları gibi baskı yapmaktadır. Bu alanda en önemli bir dizi geliştirmeyi getiren kişi, Amerikalı William S. Borroughs'tur. Borroughs, 1885 ile 1893 yılları arasında, üzerinde bir baskı düzeneği bulunan, kullanımını kolay olduğu için önceliklere oranla daha hızlı, çağının bankacılık ve ticari etkinliklerinin gereksinimlerini bütünüyle karşılayan, şaşmaz hesaplar yapabilen toplama ve listeleme makinesini geliştirmiştir.

Ne var ki, Leibniz ve Thomas'tan beri yukarıda anılan ve anılmayan bütün dört işlem "hesap" makineleri, çarpma ve bölme işlemleri söz konusu olduğunda, insanın çok daha fazla müdahalesini gerektiren makinelerdir. Örneğin Thomas'ın aritmetresinde 439'u 584 ile çarpma için önce çarpanın işaretleyicisini birler basamağına yerleştirip çarpılana dört kez toplamak (439 x 4), sonra işaretleyiciyi onlar basamağına getirip çarpılana sekiz kez toplamak (439 x 8), arkasından da işaretleyiciyi yüzler basamağına getirip çarpılana beş kez toplamak (439 x 5) gerekmektedir. Böylece, verilerin yazılması, ara sonuçların makineye verilmesi, düzeneğin çevrilmesi gibi işler bir yana, söz konusu çarpmayı yapmak için birbirinin peşisıra yapılması gereken işlem sayısı 17'dir. Tuşlu hesap makinelerine gelince, onlar, en azından toplama ve çıkarma söz konusu olduğunda, basılması gereken tuşların çokluğuna karşın, işlem yapmaya çok daha elverişli, çok daha hızlı makinelerdir, ama onlarda da çarpma ile bölme işlemleri yinelenen toplama ve çıkarmalarla yapılabilmektedir. Üstelik çarpılacak ya da bölünecek sayıların çok sayıda rakam içermesi durumunda bu makinelerle işlem yapmak, eski tuşsuz makinelerden çok daha fazla müdahaleyi gerektirir.

Çarpma ve bölme işlemlerinde karşılaşılan bu güçlüğü aşmak için, bu işlemleri insanı hiç işe karıştırmadan doğrudan yapabilen çarpma ve bölme makineleri geliştirilmiştir. Bu makinelerle bir çarpma ya da bir bölme işlemi için verileri girmek ve söz geliş bir kolu çevirmek düzeneği işletmek yeterlidir. Bu yolda ilk somut adım, bir İspanyolun da en az bir Amerikalı kadar zeki olduğunu kanıtlamak amacıyla yola çıkan New

ren onun bu yapısıdır. Ancak, unutmamak gerekir ki, bir "hesap"ın makineleştirilmesini olanaklı kılan da onun bu yapısıdır. Eskiçağdan beri bilinen ve 9. yüzyılda Horasanlı matematikçi Ebu Cafer Muhammed İbn-i Musa el Harizmi'nin yazdığı ünlü ders kitabı *Kitab el cebr ve'l mukabele*'de bu yapılardan söz etmesinden sonra 'algorizma' adı verilen ve bugün 'algoritma' olarak anılan bu yapı şöyle tanımlanmaktadır: "aynı sınıfa ait problemlerin çözümü için, gerçekleştirilebilir türden kimi işlemleri sıkı bir zincirleme içinde, adım adım yapmayı sağlayan, kesin ve birörnek bir yönergeyle yönetilen sonlu bir temel kurallar ardıllığı". Söz gelişi 3654 ile 1365 gibi iki sayının



en büyük ortak bölenini bulma işlemi böyledir. İlk işlem olarak bu iki sayıdan büyük olanını küçük olanına bölükten sonra, bir tam bölmeye ulaşana kadar, arka arkaya, bölmenin bölenini, kalanına böleriz:

3654 ÷ 1365 kalan 924
 1365 ÷ 924 kalan 441
 924 ÷ 441 kalan 42
 441 ÷ 42 kalan 21
 (EBOB)
 42 ÷ 21 kalan 0

Ancak, geleceğin zeki robotlarına giden yolu açan, bir "hesap" işinin yapısının tanımlanması değil, onunla insan zekasının yapısı arasında bir koşutluk kurulmasıdır. Bu da İngiliz matematikçi Alan Turing ile Amerikalı mantıkçı Alanzo Church'ün, 1936'da ve izleyen yıllarda matematik ile mantıktaki algoritmik yapı-

larla ilgili olarak yaptıkları çalışmalarının ardından gelen bir gelişmedir. Bu kişiler, algoritmik bir biçimde betimlenebilen her fonksiyonun, Turing'in "mantıksal hesap makinesi" dediği, ondan sonra gelenlerin "Turing maki-

Yorklu bir İspanyoldan gelmiştir: Ramon Veree 1879'da, iki rakamlı sayılarla tüm çarpmaları doğrudan yapabilen deneysel amaçlı küçük bir makine icad etmiştir. Ancak, işlevsel bir düzenekle donanmış ve çok rakamlı sayılarla işlem yapabilen ilk doğrudan çarpma makinesi Fransız Léon Bollée'nin eseridir. Bollée'nin 1888'de tasarlayıp yaptığı ve dört işlemin yanı sıra karekök ve faiz hesapları da yapılabilen bu makine, çarpma işleminde çağının sıradan makinelerinden % 80 daha hızlıdır. Bununla birlikte Bollée'nin makinesi ile ondan geliştirilen doğrudan çarpma makinelerinde bölme işlemi yine eskisi gibi insanın çok sayıda müdahalesini gerektirmektedir. Çarpmadan sonra bölmeyi de insansızlaştırma yolunda ilk adım İsviçreli Rechner ile Edwin Jahnt tarafından atılmıştır. 1908 yılında yaptıkları ilk doğrudan bölme makinesi, 1913'te Zürih'te Madas adıyla satışa sunulmuştur.

Ancak bu ilk ürünlerde, çarpma ile bölmenin mekanik özellikleri birbirleriyle bağdaşmadığı için doğrudan bölme düzeneklerini, doğrudan çarpma düzeneklerine uyarlama konusunda önemli sorunlar yaşanmıştır. Sonunda, 1910 yılında önce Amerikalı mühendis Jay Randolph Monroe, ondan kısa bir süre sonra da Alman buluşçu Christel Hamann, birbirlerinden habersiz olarak, (verileri girme, düzeneği harekete geçirme işleri bir yana bırakılırsa) dört işlemi de bütünüyle insansız yapabilen iki ayrı makine geliştirmişlerdir. Bu gelişmenin ardından, her biri önceliklerden daha hızlı ve sonuçları daha kesin olan makineler çıkmaya başlamış ve 1948 yılında Lichtensteinli Kurt Herzstark'ın "Curta" sıyla birlikte taşınabilir mekanik hesap makineleri çağı başlamıştır.

1970'lere dek yaygın bir biçimde kullanılan Curta da içinde olmak üzere, bütün bu anılan aritmetik makineleri, dört işlemi bütünüyle me-



kanik yollardan yapan makinelerdir. 19. yüzyılın ikinci yarısında elektrik enerjisinin mekanik işe çevrilebileceğinin anlaşılmasıyla birlikte, özellikle 1890'lardan itibaren elektrik, mekanik hesap makinelerinde güç kaynağı olarak kullanılmaya başlamış, böylece makinelerin düzeneklerinin daha kolayca işlenmesi sağlanarak insanın belli bir çabasını gerektiren tüm işlerde, hızın bir miktar daha artması sonucu doğmuştur. Ancak bu makinelerde asıl hız artışı, yapılarında elektromanyetik mıknatısların kullanılmasıyla birlikte gerçekleşmiştir. Özellikle elektrikli kumandalar sayesinde aritmetik işlemler biraz daha insansızlaştırılabilmiş, makinelerin işlem gücü ve hızı önemli ölçüde artmıştır. Ancak, bütün bu olumlu gelişmelere rağmen anılan hesap makinelerinin insansızlaştırılabildiği "hesap" aritmetik işlemlerle sınırlıdır. Onlarla, sözcüğü bir çokterimlinin köklerini almak, cebirsel bir denkleme ya da deklemler dizgesini çözmek, determinant ya da integral hesaplamak, bir diferansiyel denklemin çözümlerini bulmak, belirlemek, türev almak, kısacası zincirleme bir matematiksel hesap yapmak, insanın çok sayıda müdahalesi olmadan, olanaklı değildir.

İnsanın hiçbir müdahalesini gerektirmeyen, bir kumanda düzeneğiyle önceden belirlenmiş bir

sürece göre kendi kendine zincirleme bir işlem yapmak üzere tasarlanıp kullanılan ilk makine, "kalan makinesi"dir. "Sonlu kalanlar" denen matematiksel yöntemle dayandığı için bu adla anılan bu "hesap" makinesi, gökbilimcilerle denizcilerin güvenilir sayısal çizelgeler hazırlama gereksinimini karşılamak için tasarlanmıştır. Alman askeri mühendisi H. Müller'in 1786'da bir fikir olarak ortaya attığı, ancak o günlerde bir gereksinime karşılık gelmediği için unutulup giden makine üzerinde ilk çalışmaya başlayan kişi, İngiliz matematikçi Charles Babbage'dir. Ne var ki, 1822-33 yılları arasında Müller'in fikir babalığını yaptığı makineyi gerçekleştirmeye çalışan Babbage, daha kusursuz olduğunu düşündüğü (gerçekten de öyleydi) başka bir makine üzerinde çalışmaya başlayınca makineyi yapmaktan vazgeçmiştir. Tarihin ilk kalan makinesini yapan, Babbage'in çalışmalarından yola çıkan İsviçreli Georg ve Edward Scheutz'tür. İkili, 1853 yılında söz konusu hesapları insansız yapan, ayrıca üzerinde sonuçları basacak bir basma aygıtı da bulunan ilk kalan makinesini yapıp kullanıma sunmuşlardır.

Ancak, Scheutz'lerin kalan makinesinin ve onun daha sonra yapılan daha gelişmiş modellerinin, zincirleme hesabı başarıyla gerçekleştirebilmelerine rağmen, önemli bir kusurları vardır: Bu makinelerle ancak belirli bir tür zincirleme hesap yapılabilmektedir. İnsanın hiçbir müdahalesi olmadan yalnızca bir değil, birçok türden zincirleme hesap yapabilecek bir makine üzerinde ilk çalışmaları başlatan, yukarıdan adı geçen İngiliz matematikçi Babbage'dan başkası değildir. Babbage'ın 1834-36 yılları arasında kuramsal temellerini hazırladıktan sonra ömrünün geri kalan bölümünü onu gerçekleştirmeye adanmış ve "çözümleyici makine" adını verdiği bu makine, 50 rakamlı bin sayı üzerinde, aritmetik ya da cebirsel zin-

nesi" diye andığı bir makineyle hesaplanabileceğini ve bu yapıdaki fonksiyonları hesaplayan bütün makineleri yönetebilen evrensel bir makine (evrensel Turing makinesi) tasarlanabileceğini göstermeye çalışmışlardır. Onların bu çalışmalarından etkilenen bazı bilim adamı ve felsefecilerse insanın gerçekleştirdiği zeka gerektiren her işin tıpkı matematik ve mantık işlemleri gibi algoritmik bir yapıda olduklarını, dolayısıyla bütün bu işlerin bir Turing makinesiyle gerçekleştirilebileceğini ileri sürmüş ve böylece geleceğin zeki makinelerine uzanan yolu açmışlardır.

* Yrd. Doç. Dr., Hacettepe Üniv. Felsefe Böl.

Kaynaklar

- Ifrah, G., Rakamların Evrensel Tarihi, Cilt VIII, Ankara, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2000
 Penrose, R., Kralın Yeni Usu, cilt1, Ankara, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1997
 Searle, J. R., "Minds, Brains and Programs", Behavioral and Brain Sciences, 3. Cilt, 1980
<http://www.transhumanist.com/volume1/moravec.htm>
<http://www.comp.glam.ac.uk/pages/staff/efurse/Theology-of-Robots/A-Theology-of-Robots.html>
<http://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/>



cirleme işlemleri insansız gerçekleşmek üzere tasarlanmış, yapabildiği hesaplar bütün sayısal ve cebirsel bağıntılar alanını kaplayan bir makinedir. Babbage'ın ölümünden sonra oğlu Henry P. Babbage, babasının çözümleyici makine tasarısını hayata geçirmeye çalışmış, ancak onun çabaları da 1890'da makinenin işletim organı ile baskı aygıtının montajının ötesine geçememiştir. Oğul Babbage'dan sonra da bütünüyle mekanik ilkelerle tasarlanan bu makinenin kurulması çabalarını sürdürümler olmuş, ama 1914'te İspanyol Torres y Quevedo, Babbage'ın düşündüğü ölçüde geniş bir alanda hesaplar yapabilecek mekanik bir çözümleyici makine yapmanın güçlüklerini gösterdikten sonra bu makinenin elektromekanik yollarla hayata geçirilebileceğini kanıtlamıştır. Bütün bu gelişmelere rağmen Babbage'ın düşündüğü makinenin, yani herhangi bir türden matematiksel bir problemle ilgili zincirleme işlemleri hiçbir insan müdahalesi olmadan yapabilen bir makinenin yapımı için yaklaşık bir yüzyıl beklemek gerekmiştir.

40'lı yıllarda Avrupa ve Amerika'da, Babbage'ın çözümleyici makinesini hayata geçirmeye çalışan üç önemli girişim vardır. 30'lu yılların ikinci yarısında işe koyulan Alman mühendis Konrad Zuse 1941 yılında, elektromekanik teknolojisini kullanarak, bir çözümleyici makine yapmıştır, ama "Z3" adını verdiği bu makine hiç bir zaman doğru çalışmamıştır. Tarihin tam olarak bitmiş, çalışan ve kesin "hesap"lar yapan ilk çözümleyici makinesi Amerikalı fizikçi Howard Hathaway Aiken'in 1937'de başlayıp 1943'te bitirdiği "Harvard Mark I"dir. Yine elektromekanik teknolojisi kullanılarak yapılan 16 metre boyunda, 2,60 metre yüksekliğinde, 0,60 metre genişliğinde olan bu dev, bir toplamayı 0,3 saniyede, bir çarpımı yaklaşık 6 saniyede, bir bölme işlemini ortalama 11,4 sani-

yede, bir sinüs hesabını 1 dakikada, bir ondalık üs almayı 1,12 dakikada, bir ondalık logaritma hesabını 1,84 dakikada yapabilmektedir. Son makineye gelince, bu, yeni bir teknoloji olan elektronik teknolojiyle 1943'te tasarlanmaya başlayıp 1945'te kullanıma sunulan "ENIAC"tır. Amerikalı fizikçi John Presper Eckert ile John William Mauchly'nin, bir ölçüde John Vincent Atanasoff ile Clifford Berry'nin doğrusal denklem dizgilerinin çözümü amacıyla tasarladıkları ve hiçbir zaman gerçekleşmeyen "ABC"sinden yararlanarak geliştirdikleri bu makine, elektromekanik Mark I'den bin kat daha hızlıdır: Ancak, havan topu mermisinin yolunu mermi daha hedefine varmadan "hesap"layabilecek güçte olduğu gururla söylenen bu hızlı dev "hesap makinesi"nin, zaman içinde teknolojideki ilerlemeyle giderilecek küçük (!) bir kusuru vardır: Yaptığı 100 "hesap"tan ancak 20'si doğrudur.

Elektronik ENIAC'ı, elektromekanik Mark I'den daha hızlı yapan şey, en temelde, aralarındaki teknoloji farkıdır. ENIAC'ın lehine olan bu teknoloji farkı, elektronik teknolojisindeki gelişmelerle birlikte, onu eski teknoloji Mark I'den daha kesin "hesap"lar yapabilecek bir makine haline getirebilecek bir farktır. Ancak onun bu özelliği dışında, bugünün gelişmiş elektronik teknolojiyle yeniden üretilse bile, bu teknolojiyi kullanan bilgisayarların hızına erişmesine engel, Mark I'le paylaştığı, yapısal başka bir özelliği vardır: Bu iki makine, eski dört işlem "hesap makineleri"nden farklı olarak, tıpkı kalan makineleri gibi, önceden belirlenmiş zincirleme bir işlemi, bu işlemlerin akışını belirleyen bir kumanda düzeneğinin yardımıyla, insanın hiçbir müdahalesi olmadan sonuçlandırabilen makinelerdir. Fakat, kalan makinelerinden farklı bir yapısal özellikleri de vardır: Kalan makinelerinin işlem akışını be-

lirleyen kumanda düzeneği makinenin ayrılmaz bir parçasıyken, onların kumanda düzeneği makinenin ayrılabilir bir parçasıdır. Bunun anlamı şudur: Bir kalan makinesiyle ancak belirli bir zincirleme işlemi yapabilirsiniz. Başka bir zincirleme işlem için başka bir kalan makinesi yapmanız gerekir. Mark I ile ENIAC'a gelince, onlarla tek bir değil, birbirinden farklı birçok zincirleme işlemi yapabilirsiniz. Bir zincirleme işlemden ötekine geçerken yapmanız gereken yeni bir makine yapmak değil, elinizdeki makinenin, yapılacak işlemin akışını belirleyen kumanda düzeneğini değiştirmektir. Sıkıntı-zaman-dikkat ekseninden bakıldığında bu, insanın, insansızlaştırarak hızlandırıp kesinleştirebildiği sıkıntılı "hesap" alanının genişlemesi demektir. ENIAC'ı bugünün hızlı bilgisayarlarından ayıran Mark I'le ortak ve onu bu hızlı makinelerin hızına erişmesine engel olan yapısal fark, kumanda düzeneğinin, işlem akışı sırasında işlemin gerektirdiği değişiklikleri, insan müdahalesi olmaksızın gerçekleştirebilecek yapıda olmamasıdır: ENIAC, bugünün bilgisayarlarından farklı olarak, işlem akışını belirleyen kumanda düzeneği (programı) "bellekte saklı" bir makine değildir.

İnsanın herhangi bir müdahalesi olmadan, işlem akışında yapılması gereken değişikliklere "karar verip" bu değişiklikleri yapan ilk makine, Frank E. Hamilton ile R. R. Seeber tarafından 1947 yılında IBM şirketi için üretilen "SSEC"dir. O günkü yapısıyla, ENIAC'tan daha yavaş olmakla birlikte, Mark I'den en az 100 kat daha hızlıdır. 14 rakamlı iki sayıyı 60 000 kez çarpması için gereken zaman 20 dakikadır. Aritmetik işlemler yapabilen büro tipi bir "hesap makinesi"yle yaklaşık 100 yılda çözülebilecek, 9 milyon temel işlem içeren bir fizik problemini, 103 dakikada çözebilecek bir hızla sahiptir.