

CEP BOYU HESAPLAYICILAR

Yarıiletken teknolojisindeki gelişimlerin, tümleşik devrelerin, ışık yayan yarıiletkenlerin sıvı kristallerin sağladığı olanaklar, çok yetenekli hesaplayıcıların cebe girecek boyutta yapılabilmesine yol açtı. Teknolojik gelişmelerin ilginç ve tüketime dönük bir uygulaması olan bu hesaplayıcılar, özellikle Amerikan ve Japon elektronik endüstrilerine yeni ve geniş bir pazar sağlaması açısından da önem kazanmıştır.

Tarihsel Gelişim

Matematiksel işlemlerin yapılmasına yardımcı olan aygıtlardan abak, yüzyıllardır bilinmekte, günümüzde birçok sanayileşmiş ülkede (uzak doğu ülkeleri, SSCB gibi) hala geniş ölçüde kullanılmaktadır. Teknolojik aşama olarak 17. yüzyılda Blaise Pascal'ın hesaplayıcısı "calculator" adını alan ("calcul" latince çakıl taşı anlamında) ilk hesaplayıcı oldu. 19 uncu yüzyıl sonunda ise Charles Babbage, "çözümleme makinesi" adını verdiği bir hesaplayıcı yaptı. Yüzyılın so-

nuna dek sonucu basan, çarpma yapan makineler Fransa, İsviçre ve ABD'de geliştirildiyse de Alman malı "Rhinematal" döner makinelerinin 1930'da piyasaya sürülmesi niteliksel bir aşama oldu. Uzun yıllar 10 000 TL gibi çok yüksek bir fiyatla piyasaya sürülen bu makine birçok Avrupa ülkesinde lisansla yapıлып satıldı.

1950'lerde İtalyan Olivetti firması "Divisumma" adını verdiği elektromekanik bir makine geliştirdi. Divisumma dört işlem yapan ve sonucu kağıt şerit üzerine basan ilk makine oldu.

1962'de İngiliz Bell Punch firmasının yaptığı binlerce tranzistorlu, 8 niksli tüplü gösterge olan bir hesaplayıcı, Avrupa'da "Anita", ABD'de "Olympia" adıyla piyasaya sürüldü. "Anita"nın lisansını alarak yapıma başlayan Sharp ve diğer Japon firmaları kısa sürede dünya piyasasına egemen oldular.

1970'lerde geniş çapta tümlececi (*large scale integration*) teknolojisinin sağladığı olanaklar yine niteliksel bir değişim sağladı. "Cep boyu hesaplayıcı" yapına başladı. Bu atılımda önde gelen firmalar Victor Comptometer, General Microsystemcs, Omran Tateishi, Nortec, Commodore, Bowmar olarak sıralanabilir. Gelişim bölgesi ise sonradan Silisyum Vadisi adını alan ABD'nin Santa Clara bölgesidir. Commodore'un 1971'de piyasaya sürdüğü hesaplayıcı ve Bowmar ile Commodore'un tasarımı yapıp yongasını (*chip*) Texas Instruments'e, pazarlamasını Craig'e yaptırdığı hesaplayıcı bu alandaki ilk iki gelişmedir.

Ekonomide "yatay tümleşme", -bir ürünün ham maddesinden pazarlamasına kadar herşeyinin bir firmaya yapılması, bunun için gereken firmaların satın alınması, birleşmesi, tekel baskısı altında yarışma dışı tutulması olayı- cep boyu hesaplayıcılarda 1972'de Texas Instruments'in, 1973'de National Semiconductor'ın piyasaya girmesiyle belirginleşti. 1973 ve 1974'de satış fiyatlarının yüksek olması nedeniyle piyasaya yeni firmalar hâlâ girebiliyordu. Fakat tekelleşme hızlı gelişti, artan satışlar, dü-

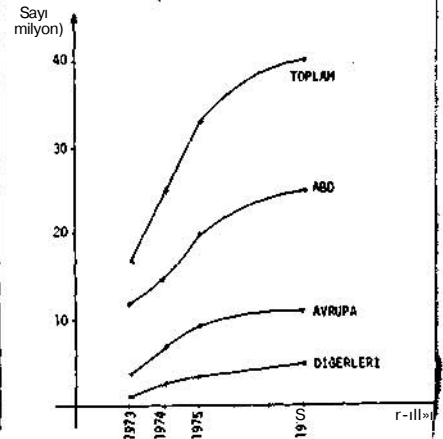
şen fiyatlar, tekelci baskılar AMI, Anita, Bohn/Rex Rotary, Bowmar, Cherry, Columbia, Dictaphone, Eldorado, İME, Mostek, Philips, Rapidata, Regan, Seiko, SCM/Marchant, Sony, Summit, Remington Rand, Unicom gibi firmaları pazarın dışına itti.

Günümüz kapitalist ülkelerinde "renkli televizyon alıcılarından sonra tüketiciye yönelen en önemli elektronik aygıt" olarak nitelenebilecek hesaplayıcı satışları sürekli artmakta, fiyat düşmektedir (Şekil 1). Özellikle ABD firmalarının hedefi "okuldaki her öğrenciye bir cep hesaplayıcısı satır.ak" olarak belirlenmektedir. Buna koşturarak, işadamlığı, mühendislik, bankacılık gibi mesleklerle yönelik bilimsel makineler, faiz hesaplayan, istatistik hesapları yapan, bankadaki çek hesabını tutan hesaplayıcılar; ev kadınlarına yönelik süs eşyası biçimi verilmiş, alışverişte kullanılmak üzere geliştirilmiş hesaplayıcılar yapılmaktadır. Katma değer vergisi (VAT) hesaplayan, para ve birim değişimi yapan makineler özellikle alış-veriş işleri için tasarlanmış modellerdir.

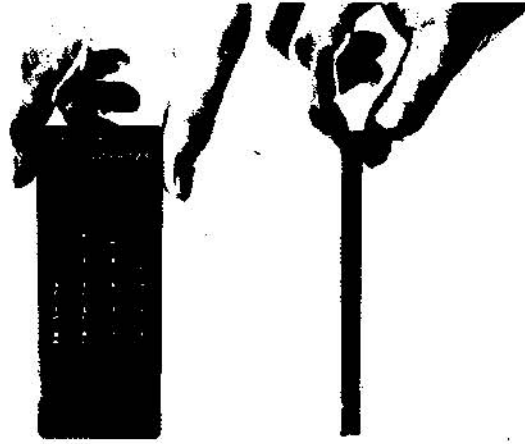
Fiyat Değişimi

Hesaplayıcılar hakkında oldukça ilginç ve önemli bir konu olan fiyatın hızla azalması olgusunu belirtmeden önce çalışmamızda geçen fiyatlar hakkında bir noktaya değinmemiz gerekmektedir.

Şekil 1. Dünya Hesaplayıcı Piyasası



Yukardaki hesaplayıcı estetik özel likleri nedeniyle New York Modern Sanatlar Müzesine alınmıştır.



Bu çalışmadaki fiyatlar yabancı ülkelerdeki sterlin, dolar, Alman markı gibi paraların günümüzdeki kur üzerinden TL'sına çevrilmesiyle elde edilmiştir. İhtiacat için olan fiyat indirimi, Türkiye gümrüğü, yol gideri, Türkiye'deki pazarlama gibi konular gözönüne alınmamıştır. Cep boyu hesaplayıcılar çoğu kez gümrüksüz "yolcu beraberinde" yurda girmekte, birkaç temsilcinin satış fiyatı ise oldukça yüksek olmaktadır. Çizelge 1'de, aynı tarihte Hewlett-Packard adlı ünlü ABD firmasının bazı hesaplayıcılarının Türkiye'deki resmi satış fiyatının İngiltere'deki resmi satış fiyatının TL'sına çevrilmiş değeri verilmiştir.

Yukarıda değinildiği gibi yarıiletken tümleşik devre teknolojisindeki hızlı gelişme ve piyasadaki yarışma sonucunda cep boyu hesaplayıcıların fiyatları hızla düşmektedir. HP-35 in fiyatının Ocak 1973'te 8709 TL iken Nisan 1974'de 4720 TL'si olması; HP-21 in fiyatının Haziran-Eylül 1975 arasında 3 ay içinde 2000 TL'sından 1600 TL'sına inmesi bu gelişimi özetlemektedir.

Çizelge 2'de ABD ve İngiliz yapımı bilimsel hesaplayıcıların 22 ay içindeki fiyat değişimi verilmiştir. Japon firmaları gibi ünlü fiyat kırıcıların da yarışma içinde olduğu dört işlem yapan hesaplayıcılarda ise fiyatlar çok daha büyük bir hızla düşmektedir.

Daha ucuza satma yanında yeni çıkan bir modelin bir öncekinden hem daha yetenekli hem daha ucuz olduğu da hesaplayıcılarda çok görülmektedir. Örneğin 1974'de HP-35'in 4720 TL'sına satılmasına karşılık 1975'de birçok başka üstünlüğü yanında programlanabilir bir hesaplayıcı olan HP-25, 3120 TL'sına piyasaya sürülmüştür. 1976 yılı Nisan sonunda ise HP 25 in fiyatı 2000 TL'sına inmiştir.

Göstergeler

Günümüz olanakları içinde hesaplayıcılarda kullanılabilecek göstergeler (display) ışık yayan diyot (LED), gaz boşalmalı (gas discharge), florişıl ve sıvı kristal olmak üzere dört türdür.

Işık yayan diyotlar en geniş uygulama alanı bulan göstergelerdir. Hewlett-Packard, Bowmer, Texas Instruments gibi ünlü hesaplayıcı yapımcılarının bu tür göstergeleri kendilerinin imal ettiklerini görmekteyiz. Çoklayıcı (multiplexer) kullanımıyla hesaplayıcılarda harcanan gücün ve çok daha önemlisi bağlantı sayısının azaltılması, ışık yayan diyotlarla oldukça kolaydır.

Gaz boşalmalı (turuncu) ve florişıl (yeşilimsi mavi) göstergelerle de çoklama yapmak olanaklıdır. Ne var ki 150 V DA gibi yüksek bir gerilim ve bu nedenle 6-10 V gibi batarya geriliminden 150 V sağlayan çevirici gerektirmeleri, kırılabilir cam tüplerden yapılmala-

Şubat 1976 Satış Fiyatları

	Türkiye Satış Fiyatı (TL)	İngiltere Satış Fiyatı (TL)	Artış Yüzdesi
HP-21	4 900 00	2 027 00	* 59
HP-25	5 900 00	3 959 00	% 33
HP-45	8 900 00	3 959 00	% 56
HP-55	12 500 00	6 492 00	% 48
HP-65	24 750 00	15 803 00	% 36
HP-80	12 500 00	5 669 00	% 55

Çizelge 1.

çizelge 2.

	1974 tlisan Fiyatı (TL)	1976 Şubat Fiyatı (TL)	Azalma Yüzdesi
Hewlett Packard HP-45	6 320 00	3 960 00	% 44
Texas Instruments SR-50	2 720 00	1 899 00	% 30
Sinclair Scientific	1 919 00	537 00	% 72

sayısal elehtronih

rı küçük cep boyu aygıtlar için önemli sakıncalar sayılmaktadır.

Sıvı kristal uygulamaları ise daha da seyrek görülmektedir. Aydınlık bir ortamda sayıların kolay okunmasını sağlayacak renk zıtlığının sıvı kristalli göstergelerle elde edilmesi şimdilik olanaksızdır. Çoklama olanağı da yoktur. Bu zorlukları yenecek teknolojik atılımlar sağlanabilirse hesaplayıcının harcadığı güç çok önemli ölçüde azalacaktır. Günümüz hesaplayıcılarının harcadığı gücün büyük kısmı, ışık yayan diyot göstergede harcanmaktadır. Çok az akım çeken sıvı kristal kullanımını ile pil değiştirme derdi olmayan "ömürboyu" kullanılacak lityum bataryalı hesaplayıcılar yapımı gerçekleştirilebilir. Bohn Rex adlı yapımcı bu konuda pazarlama çalışmalarına başladığını bildirmektedir.

işlem Yapıları

Hesaplayıcılarda işlem yaparken sayıların işaretlerin verilmiş sırası, parantezli gösterimlerde izlenmesi gereken yöntem yönünden başlıca üç grup ele alınabilir: aritmetik mantık, cebirsel mantık ve ters Lukasiewicz (reverse Polish) yöntemi.

Aritmetik mantıkla çalışan hesaplayıcılarda bir düfeme üzerinde **+ =** düğmesinde **- =** olması en belirgin ayrımdır.

(5 + 8) toplamının yapılması için basılması gereken düğmeler sırayla [3] [+ =] [~8~] [1+ =] dir, sonuç göstergede 13 olarak okunur. Bir çıkartma olarak 5-2 işlemi de sırayla DO [+ =] [T1] [1- =] düğmelerine basılarak yapılır. Çarpma ve bölmede ise

5 **x** **2** **+ =** ,
8 **÷** **4** **+ =** örnek verilebilir.

Bazı bilimsel hesaplayıcıları da içine alan daha yüksek nitelikli aygıtlarda ise cebirsel mantık kullanılır ve S S H düğmelerinin ayrı ayrı olduğu görülür. Böylelikle örneklerimizdeki toplama, çıkarma, çarpma ve bölmeler aşağıdaki gibi yapılır:

S E S E
5 - 2 =
5 x 2 =
8 ÷ 2 =

Cebirsel mantık kullanan Texas Instruments'm SR-50 hesaplayıcısı gibi bazı bilimsel hesaplayıcılar "çarpımların toplamını" da soldan sağa giderek yapma olanağı sağlar. Örneğin (3 x 5) + (2 x 7) deyiminin değerini bulmak için basılması gereken düğme sırası şöyledir:

3 **x** **5** **+** **2** **x** **7** **=**

Daha karmaşık parantezli deyimler bu kolaylıkla ele alınamazsa da çarpımların toplamını böylece elde etmek de önemli bir üstünlüktür.

Ters Lukasiewicz yöntemi ise FORTRAN ALGOL gibi bilgisayar derleyici (compiler) dillerinde geniş uygulama alanı bulan, özellikle Hevlet Packard cep hesaplayıcılarında da kullanılan bir yöntemdir. Önce iki sayının sonra da işlem işaretinin verilmesiyle oldukça karmaşık deyimler hesaplanabilir. Örneğin (2 + 3) x (A - 2) deyimi ara sonuçları hesaplayıp bir yere (bellekli makinelerde belleğe, yoksa kağıt üzerine) yazmadan toplam sonuç elde edilir.

Örnek olarak (a) (b) ve (c) olarak belirlenen üç bellekli bir hesaplayıcıda, **ENTER** (Gir) düğmesine basılmasıyla

Basılan düğme	Düğmenin Bellekteki Durum	Basılmasından Sonra Bellekteki Durum
	(a)	(b)
ENTER	0	0
m [EKTEKİ]	2	0
m [ESTERİ]	0	2
E [ENTER]	3	2
2	5	0
E	0	5
2	0	4
E	2	4
E	2	5
E	2	5
E	10	0

Gösterge

Şekil 2.

her bellekteki sayının bir sağdaki belleğe aktarıldığını, bir işlem işaretine basılmasıyla da (a) ve (b) belleklerdeki sayılarla o işlemin yerine getirilip sonucun (a) ya yerleştirildiğini ve (c) dekinin (b) ye kaydırıldığını varsayarsak Şekil 2'de yukarıdaki işlemin yapılışını inceleyebiliriz. Belleğin daha büyük boyutlu olmasıyla çok daha karmaşık, içice geçmiş parantezli gösterimlerin de çözülebileceği açıktır.

Programlama

Cep boyu hesaplayıcıların bazılarındaki programlanabilme özelliği, kullanıcıya yepyeni olanaklar sağlamıştır. Yapımcının yerleştirdiği faktöryel, logaritma, üstel işlev-

Hesaplayıcıya eklenen kaset bellekle 100 bin program adımına ulaşılabilme.



lere ek olarak bunlarla sağlanamayan işlem dizileri kullanıcının yüklediği programlarla gerçekleştirilebilmektedir.

Örnek olarak "Sinclair Scientific Programable" ile Santigrad derecelerinin Fahrenheit'a çeviren

$$F^{\circ} = C \times (9/5) + 32$$

formülünün programlanmasını inceleyelim. Örneğimizde kullanılacak olan özel düğmeler:

- enter/0** : düğmelerle verilen veriyi belleğe yerleştiren düğme
- B/E** : Program yazımını başlatan düğme
- ./EE/-** : Program içindeki değişmezlerin yazılmasından önce ve sonra basılması gereken düğme
- ▲** : Durma ve sonucu göstergeye yükleme düğmesi
- C/CE** : Programlamanın bitişini sağlayan düğme
- EXEC** : Programın yürütülmesini sağlayan düğme

olarak tanımlanabilir. Böylece aşağıdaki sırayla düğmelere basılması halinde Santigrad'ı Fahrenheit'a çeviren program makine belleğine yerleştirilmiş olur (Bu hesaplayıcının ters Lukasievitz yöntemi ile çalıştığına dikkat edilmeli):

I B/E I (Makine programı öğrenmeye başlar)

1. **[enter/0]** (Santigrad değerini yüklenmesini tamamlar)
 2. **./EE/-** (Bir değişmezin başlayacağını bildirir)
 3. **[9]** (Dokuz sayısını yükler)
 4. **./EE/-** (Değişmezin bittiğini bildirir)
 5. **[X]** (Santigrad değeri 9 ile çarpar)
 6. **./EE/-** (Yeni bir değişmez yüklenmesini bildirir)
 7. **[5]** (Beş sayısını yükler)
 8. **./EE/-** (Değişmezin bittiğini bildirir)
 9. **[*]** (Çarpımı beşe böler)
 10. **./EE/-** (Yeni bir değişmez yüklenmesini bildirir)
 11. **[3]**
 12. **[2]** (Otuz iki sayısını yükler)
 13. **./EE/-** (Değişmezin bittiğini bildirir) (Bölüme 32 ekler)
 14. **[T]**
 15. **[A 1]** (İşlemleri durdurur sonucu göstergeye verir)
- [C/CE]** (Program yazma işi bitirir)

Programın yazılması böylece tamamlandıktan sonra, örneğin, sırayla

1. **[1]**
2. **[0]**
3. **[0]**
4. **EXEC**

düğmelerine basılırsa göstergede 100°C'in Fahrenheit karşılığı olan 212 okunur.

Programlama olanağıyla birlikte hesaplayıcının belleği büyük önem kazanmaktadır. Bellek boyutu yazılabilecek programın uzunluğuyla, dolayısıyla çözülebilecek işlemin karmaşıklığıyla, doğru orantılıdır. Örneğimizdeki 878 TL lik makinenin 24 adımı programları saklayabilmesine karşılık, Hewlett-Packard HP-25 (3959 TL) 49 adım ve başka birçok olanak sağlamaktadır.

Programlama olanağını büyük ölçüde geliştiren bir adım Hewlett-Packard HP-65 (15 805 TL) ile atılmıştır, önceden magnetik kartlara yüklenmiş 100 adıma kadar uzunluktaki programlar hesaplayıcının yanındaki bir yarıktan makinenin belleğine yüklenmektedir. Programlar karta kullanıcı tarafından yüklenebileceği gibi tipik uygulamalardan seçilmiş 400 den fazla program kartlar üzerinde satılmaktadır. Elektrik mühendisliği alanındaki 40 program arasında Fourier serisi, Y-A dönüşümü, süzgeç tasarımları, iletişim hattı hesaplamaları, tranzistor öngerilim, soğutucu hesapları da vardır.

Texas Instruments firmasının 1976 başında pazarlamaya başladığı SR-52 modeli (7918 TL) de benzer şekilde magnetik kartlarla programlanmaktadır.

Bilimsel hesaplayıcıların en gelişmiş modellerinden biri. Manyetik kart yandan sürülüyor.

Bilimsel Hesaplayıcılar

Hesaplayıcıların kullanılma alanları günlük alış veriş, çek yazma, faiz hesaplama gibi çok geniş bir alana yayılıyorsa da bizi özellikle ilgilendirenler kuşkusuz üniversite yıllarımızda alıştığımız sürgülü hesap cetvellerinin yerini alan, logaritma, trigonometri çizelgelerine bakma gibi dertlerden bizi kurtaran "bilimsel hesaplayıcılardır"



sayısal elektronik

	SR-1P-A	SR-51A	SR-52	SR-56	HP-11	HP-15	HP-35	HP-55	HP-65	SSP
Gösterge (mantis)	10	10	10	10	8	8	10	10	10	5
İşlem türü										
A: cebir P: Ters Luk.	A	A	A	A	P	P	P	P	P	P
Log x										
Ln x										
g^x										
10 ^x										
xy										
ir										
Sin, Cos										
Tan										
Sin ⁻¹ Cos ⁻¹										
Tan ⁻¹										
Sin h, Cos h, Tanh										
Sinh ⁻¹ Cosh ⁻¹ Tanh ⁻¹										
x ²										
\sqrt{x}										
\sqrt{xy}										
1/x										
x!										
x^y										
%										
Derece/Radyan										
Bellek	1	3	20			8	4	20		
Düğme sayısı	45	45	45	45	34	34	39	39	39	19
önceden programlı işlev sayısı	1	20				72		86		
Programlanabilme Program adımı*			224	100		49		49	100	24
Magnetik kart										

* Farklı markalarda işlemlerin ayrı sayıda adım gerektireceği gözönüne alınmalıdır.

SR li modeller Texas Instruments'in; HP li modeller Hewlett-Packard'indir. SSP ise Sinclair Scientific Programnabl'dir.

Çizelge 3.

Bir bilimsel hesaplayıcıda ilk istenen, sayıları 10'un üssü türünden yazabilmesi, örneğin 1.2345678×10^{18} gibi bir sayı ile işlem yapabilmesidir (bilimsel olmayan bir hesaplayıcıda bu örnek sayı 19 haneli olur ve hesaplayıcının ne belleğine ne de göstergesine sığardı).

Bazı bilimsel hesaplayıcılarda (örneğin HP-25) bu üssün 3 ve katları olması da sağlanmıştır. Böylece mühendislik hesaplamalarında çok geçen Giga, Mega, Kilo, mili, mikro, nano, piko türünden okuma kolaylaştırılmıştır. Hesaplama sonucunda 34 nF'lık bir sığa değeri elde ediliyorsa göstergede

[314000000 ~ 8]

okunacak yerde

134.000000- 9]

okunur.

Mühendislik uygulamalarında çok geçen log, ln, trigonometrik fonksiyonlardan başlayıp faktöryel, ortalama, rasgele sayı bulma gibi işlemlere dek birçok konuda cep boyu hesaplayıcılar mühendislerin yardımcısı olmuştur. Çizelge 3'de bilimsel makinelerin bazı yönleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Genel eğilimler olarak programlanan hesaplayıcıların düğmeye basarak sonucun elde edildiği işlevlerden fedakârlık yaptıkları (örneğin hiperbolik fonksiyonlar), buna karşılık prog-

ram içinde dallanma (branching) gibi çizelgede yer almayan bazı olanaklar sağladıklarına değinilebilir. Bunun dışında SR-51A, SR-56 ile ortalama, standart sapma bulunabileceğine; SR-51A da rasgele sayı üretici olduğuna dikkat edilmelidir. Önceden programlı işlevler arasında önemli bir yeri, Anglosakson-Metrik birimler arasındaki "ayak-metre", "libre-kilogram", "galon-litre" benzeri dönüşümler tutmaktadır (SR-51A ve HP-55 gibi hesaplayıcılarda bunların yeri özellikle büyüktür).

Bütün bu olanakların yetersiz bulunduğu durumlarda kullanılmak için küçük makinelere bazı eklemeler yapılması gerekmektedir, örneğin yanına yerleştirilen bir kaset yazma/okuma birimi ile bellek -sınırsız denebilecek ölçüde- arttırılmakta, SR-52 veya SR-56 masa üstünde 25 X 35 cm boyutunda bir kutu içine yerleştirilince sonuçları kâğıt üzerine yazan bir dizge elde edilmektedir.

Sonuç

Elektronik teknolojisindeki gelişmelerin çoğunu kapsayan, ek olarak tasarımlarında "bilgisayar mimarisi", "yazılım" (software) gibi kavramlardan da geniş ölçüde yararlanan cep boyu hesaplayıcılar konusunda bu yazıda kısa bir tarama sunulmuştur.

Mikroişlemciler, tek kartlık bilgisayarlar günümüzde daha çok teknolojik özellikleriyle mühendislerin, bilim adamlarının dikkatini çekerken cep boyu hesaplayıcıların önemli bir özelliği çok sayıda yapılabilecek bir tüketim maddesi halinde toplumdaki çeşitli kesimlere yöneltilmesidir.

Konunun gerek teknolojik gerek ekonomik yönlerinin ilerde alabileceği boyutlar, kısacası hesaplayıcıların geleceğinin incelenmesi, daha kapsamlı bir çalışma gerektirmektedir. Ne var ki geçmiş ve günümüzdeki duruma bu kısa bakış bile, cep boyu elektronik hesaplayıcıların çok hareketli bir gelişim alanı olduğunu, birçok yönü ile ilgi çektiğini göstermektedir.