

Programlı Hesaplamaların
Bilimsel Araş.

M. Ali Çorlu

Doktora Tezi

Yıldız Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**PROGRAMLI HESAPLAYICILARIN
BİLİMSEL ARAŞTIRMALARDA ve
EĞİTİM TEKNOLOJİSİNDEKİ YERİ**

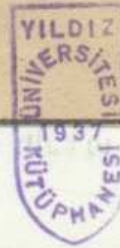
(Doktora Tezi)

**Mehmet Ali Çorlu
Kocaeli Mühendislik Fakültesi
Jeofizik Mühendisliği Bölümü**

İstanbul - 1984

YILDIZ UNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 152
Alındığı Yer : Fen Bil. Eas. 27
Tarih : 30.3.1987
Fatura :
Fiatı : 1000 ₺
Ayniyat No : 1/1
Kayıt No : 44763
UDC : 001.64
Ek : 378.242



YIKILMIŞ DOKÜMAN
1978-1979

DÜZELTME LİSTESİ:
.....

<u>Yeri (Sayfa,paragraf,satır)</u>	<u>Yanlış</u>	<u>Doğrusu</u>
s-ii,2.paragraf,4.satır	verugulanmaktadır	vurgulanmaktadır
s-ii,4.paragraf,2.satır	MESS-	Mess-
s-ii,4.paragraf,3.satır	U.S.W.	u.s.w.
s-12,1.paragraf,4.satır	dönüşmüştür.	dönüşmektedir.
s-14,5.paragraf,4.satır	geleşimi	gelişimi
s-26,48.adım,yorum	∫ Y	Δ Y
s-48,alttan 3.satır	-VOLT.....	A 4-VOLT.....
s-56,3.paragraf,4.satır	(TRA?JD-SR-24E)	(TRAWID-SR-24E)
s-75,2.sıra	Kohlemtz-1978	Kohlmetz-1978
s-83,alttan 10.satır	Y.O.Kocaeli ...	Y.O.Kocaeli ...



Yıldız Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Comp-
✓

PROGRAMLI HESAPLAYICILARIN
BİLİMSEL ARAŞTIRMALARDA VE
EĞİTİM TEKNOLOJİSİNDEKİ YERİ

(Doktora Tezi)

Mehmet Ali Çorlu
Kocaeli Mühendislik Fakültesi
Jeofizik Mühendisliği Bölümü

İstanbul - 1984



İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	ii
ZUSAMMENFASSUNG	iii
I- ÖNSÖZ VE TANITIM	1
I.1. Teknolojik Gelişim -----	2
I.2. Niçin Programlı Hesaplayıcılar?-----	4
I.3. Eğitim Teknolojisi ve Programlı Hesapla- yıcılar -----	7
I.4. Programlı Hesaplayıcı Donanımı -----	11
II- ORJİNAL AOS-PROGRAMLARI	12
II.1. Anlamlı Rakamlarla Ölçme Sonucu -----	14
II.2. Ölçme Hataları Paket Programı -----	20
II.3. Fizik Sarkaç (Tersinir Sarkaç) -----	38
II.4. Test-Programı -----	44
II.5. Voltmetrenin Ölçme Hataları ve Teorik Bir Düzeltme Programı -----	45
II.6. RC-Devresi için Karşılaştırmalı Program- lar	55
II.7. İstenen Hassaslıkta Kök Alma	66
III- SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	72
TEŞEKKÜR	76
EK I- SEÇİLMİŞ RPN-PROGRAMLARI TANITIMI	77
ÖZGEÇMİŞ	83



Ö Z E T

Eğitim Teknolojisinin giderek hızlanan gelişiminde toplu yayın araçları kadar, bilgisayar programlarının da çok önemli bir yeri bulunmaktadır.

Çalışmamızda "Programlı Hesaplayıcı'ların" (=programmable pocket calculators=programmierbare Taschenrechner) bilimsel araştırmalarda ve özellikle "Eğitim Teknolojisindeki" yeri ve önemi verugulanmaktadır.

Çalışma kapsamına alınan orijinal programların, genel ve çok-
ca başvurulan özellikte olmalarına özen gösterilmiştir.

AOS-(algebraic ordinary system) işlem dilindeki programlar, Denel Fiziğin ölçme hataları, değerlendirme kontrolü, anlamlı rakamlar v.b. konularına yöneliktir.



ZUSAMMENFASSUNG

Für die Entwicklung der Bildungstechnologie spielen Software-Programme sehr wichtige Rolle, wie die verbale Informationswerke (Radio, TW, usw.).

Bei dieser Arbeit wird gesucht, was programmierbare Taschenrechner für Forschungsarbeiten und Bildungstechnologie Bedeutung und Einflüsse haben.

Die originalen Programme in dieser Arbeit werden allgemein in vielen experimentellen Gebieten sehr oft Anwendung und einen guten Empfang finden.

Diese AOS-Programme wurden im Bereich der experimentellen Physik -Z.B.: Messfehler, Fehlerentwicklung, Test für MESS-ergebnisse U.S.W.- geschrieben.



I. ÖNSÖZ VE TANITIM

Bilgisayar Teknolojisinin, daha ucuza, daha küçük boyutlara yönelik gelişme çizgisinin ucunda "Programlı Hesaplayıcılar" bulunmaktadır.

Eğitim Fakültelerimizin ders planlarına alınarak, önemi vurgulanan "Eğitim Teknolojisinin" ülkemizdeki gelişmesi ve zenginleşmesi; bu konudaki sosyal nitelikli çalışmalardan çok, teknik çalışmaların artışı ile olabilecektir.

Eğitim Teknolojisinin son yıllardaki hızlı gelişmesinin kaynakları arasında, toplu yayın araçları ve bilgisayar programları sayılabilir.

Programlı hesaplayıcıların toplu yayın araçları ile birlikte kullanılması durumunda; gelecekte eğitimde beklenen şaşırtıcı gelişmeler gerçekleşebilecektir (Roberts, 1981).

Kolay, pratik ve yaygın kullanımları nedeniyle Programlı Hesaplayıcılar, BİLİMSEL ve TEKNOLOJİK HAYAT GÖRÜŞÜNÜN (Hecht, 1977) toplumda hızla yayılmasında itici güç niteliğindedir.

Gelecek kuşakların sosyo-teknolojik çevrelerine uyum sağlayabilmeleri için, teknolojik eğitimin küçük yaşlarda başlatılması öngörülmektedir.



"Japonya 2000 yılının çocuklarını yetiştiriyor. İlkokul çocukları kompüter kullanıyor" şeklindeki gazete haberleri (5.10.1983) düşündürücüdür.

Çalışmamızda "Programlı Hesaplayıcıların" araştırma ve eğitimdeki yeri ve önemi vurgulanırken; orijinal program uygulamaları ile örneklemeye gidilmiştir. Aslında çok daha geniş kapsamlı ve ileride ekip çalışması ile zenginleşecek bu çalışmanın sınırları, Denel Fiziğin konuları içinde tutulmuştur.

Hata hesapları ile ölçme ve değerlendirmeye yönelik program çalışmaları, şimdilik AOS-(algebraic ordinary system) işlem dilinde sunulmaktadır. Gelecekte kapsamı genişletilecek çalışmalarımıza RPN-(reverse polish notation) işlem dilinde de başlamış bulunuyoruz.

Sonuçların tartışılmasında da işaret edildiği gibi; bu konudaki mikroelektronik teknoloji ve uygulamaları çalışma kapsamı dışında tutulmuştur.

I.1. TEKNOLOJİK GELİŞİM

Tarihte hızlı hesaplama kolaylığı sağlayan ilk araç örneğine "Abacus" adı ile M.Ö.4000-3000 yıllarında rastlanmaktadır. Bu araç, dikdörtgen bir çerçeveye gerilmiş bulunan paralel teller ve üzerlerinde sayılara karşı gelen kuars boncuklarla tanımlanmaktadır.

İngilizce hesaplamak sözünün (calculate ve çoğulu calculus) kökeni de bu kuars boncukların lâtince adlandırılışına (calculi) dayandırılmaktadır (Bartee, 1977).

Tarihte çeşitli ülkelerde yukarıdaki araç benzerleri ve g



liştirilmiş biçimleri kullanılagelmıştır. Toplama ve çıkarma işlemlerini kolay ve hızlı sonuçlandıran ilk mekanik hesaplayıcıyı ise 1642 de Blaise Pascal'ın yaptığı bilinmektedir. Elektriğin uygulama alanına girişi ile mekanik hesaplayıcılar geliştirilerek elektromekanik hesaplayıcılar 20. yüzyılda kullanılmaya başlanır. Hesaplayıcılardaki gelişim aşamalarında, bilginin depolanmasını ve hızlı işlenmesini sağlayan "delikli kart sistemi" önemli bir yer tutar.

Dokuma tezgahlarında da gelişme ve uygulama şansı bulan "delikli kart sisteminin" ilk kez 1890 A.B.D. nüfus sayımında kullanıldığı belirtilmektedir (Bartee, 1977).

20. yüzyılda elektrik motorları ile rölelerin hesap makinalarında kullanılmaya başlanması sonucu; bilgi işlem hızı artırılmış, hata yapma oranı giderek azaltılmıştır.

1930 Yıllarında Büyük işletmelerde "delikli kart sistemi" olan hesaplayıcılar yaygınlaşır.

1937 yılında Elektrik devrelerine dayalı röleli hesaplayıcılar üretilmeye başlanır (IBM-Howard Aiken).

1943 yılında Lâmbalı elektronik devrelerinde programlanmış işlemler yapan ilk hafızalı bilgisayar üretilir (EDSAC-Manchester Üniversitesinde ve EDVAC-Pennsylvania Üniversitesinde).

1950-1960 döneminde Lâmbalı bilgisayarlar yanında ikinci nesil transistörlü bilgisayarların gelişmesi izlenir.



1965-1972 döneminde İntegre devreli (=tümleşik devreli) üçüncü nesil bilgisayar nesli (ör.: IBM-360)

1972 sonrası Çok yoğun tümleşik devreli (=very large scale integrated systems) dördüncü nesil bilgisayarlar geliştirilir. Bu aşamada bir düğme büyüklüğünde ve "yonga" adlı yarı bağımsız sistemlere milyonlarca eleman sığdırılabilmektedir. Halbuki bu alandaki teknoloji, 1964 yılında cm^2 başına sadece 3 eleman, 1967 de 60 eleman, 1972 de 4000 eleman yerleştirebilecek durumda bulunuyordu (Roberts, 1981).

Yukarıda özetlenen teknolojik gelişmenin göstergesi olan eleman yoğunluğu, eleman sayısı/ cm^2 olarak belirtilmektedir. Teknolojik gelişmeye bağlı olarak, birim alana sığdırılan çok yoğun tümleşik devreler, yarı bağımsız programlama üniteleri olacak biçimde üretilmektedirler. Silikon Chip (=silikon düğme veya silikon yonga) adı verilen bu yarı bağımsız üniteler, programlama hafızalarının arttırılmasında ve cebe sığabilecek küçük programlı hesaplayıcıların (programmable pocket calculators = programmierbare Taschenrechner) üretiminde önemli bir aşamadır. Programlama hafıza kapasitelerinin artışında; hazır paket programların yerleştirildiği yongalar, ROM-(Read Only Memory); boş hafıza üniteleri olan magnetik yongalar, RAM-(Random Access Memory) üniteleri olarak adlandırılır.

I.2. NİÇİN "PROGRAMLI HESAPLAYICILAR"?

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeleri belirleyen etkenlerin başlıcaları:

- 1- Ucuzluk, 2- Hafiflik, 3- Hacim küçüklüğü, 4- Az enerji



harcaması, 5- Yüksek işlem hızı, 6- Çalışma emniyeti olarak sıralanmaktadır (Holtwijk, 1981).

Başlangıçta en önemli bilgisayar özelliği olan bilgi depolama kapasitesinin, artık ek hafıza üniteleri ile arttırılabildiği ve sadece yüksek işlem hızını dolaylı olarak etkilediği ve eski önem sırasını yitirdiği görülmektedir.

Teknolojik gelişmeler aşamasında daha hafif, daha az yer tutan bilgisayar için üretilen, yarı bağımsız hafıza üniteleri, yan ürün olarak mikro bilgisayarlar ve programlı hesaplayıcılarda kullanılmaya başlanmıştır. Her yere taşınabilmeleri nedeni ile Programlı Hesaplayıcıların, kapasitelerinin artışı oranında çok daha geniş uygulama sahaları bulacakları görülmektedir. Mikroelektronik teknolojide daha küçük, otomatik ve programlı araçlarla; öncelikle iletişim ve eğitim sahasında ilgi çekici üretim yenilikleri beklenmektedir (Roberts, 1981).

Programlı Hesaplayıcıların (Programmable pocket calculators= programmierbare Taschenrechner) en önemli özellikleri, cepte taşınabilecek kadar küçük olmaları ve programlı işlem yapabilmeleridir. Bu özellikleri ile Programlı Hesaplayıcıların kullanım alanları, bilgisayar türlerine oranla daha çeşitli ve kullanım alanlarının genişleme şansı daha fazladır.

Evlerde bütçenin ekonomik programlaması, işyerlerinde ve mühendislik hizmetlerinde üretilmiş hazır paket programlarla zaman ve maliyet kazancı, eğitimde ve bilimsel araştırmalarda denel sonuçların değerlendirilmesinde kolaylıklar sağlanmaktadır. Özellikle teknolojik eğitimin verimi, Programlı Hesaplayıcılarla arttırılmış olacaktır. Programlı Hesaplayıcıların eğitim teknolojisi ve ekonomik açıdan belirgin üstünlükleri aşağıda sıralanmaktadır.



A- Programlı Hesaplayıcıların birinci derecede yararı, kendisini üreten bilgisayar teknolojisine karşı olmaktadır. İleri bilgisayar dillerini öğrenebilmek için bilgisayarlarla doğrudan ilişkinin yeterince gerçekleşemediği ülkelerde; çok sayıda öğrencinin de temin edebildiği Programlı Hesaplayıcılarla programlama dilinin öğretilmesi kolaylıkla yaygınlaştırılabilir (Çorlu, 1982, Çorlu, 1983, Biondi et al., 1979).

B- Uygulamalara dönük, fazla matematik işlemlere gerek duyulan derslerin Programlı Hesaplayıcılarla ve programlar üretilerek işlenmesi, teknolojik eğitimin verimini arttıracaktır.

Programlı Hesaplayıcıların eğitim teknolojisindeki yerini alması ile:

- a) Öğrenci, modern teknolojinin yararını doğrudan uygulayarak kavramış olacaktır.
- b) Bir programlama dilinin genel yapısı, düşünce sistemi ve yararı, öğrenci tarafından doğrudan uygulama yapılarak anlaşılacaktır (Biondi et al., 1979).
- c) Matematğin yararı, uygulanabilirliği hem uygulamalı matematik derslerinde ve hem de uygulamalı bilimlerde programlar üretilerek doğrudan gösterilmiş olacaktır. (Biondi et al., 1979).
- d) Okullarda ve işyerlerinde Programlı Hesaplayıcılarla ve üretilen hazır paket programlarla yapılacak teknolojik eğitimde % 80 kadar zaman kazancının gerçekleştiği görülecektir (Ifs-VDI-1979,1980).



C- Evde ve çarşıda Programlı Hesaplayıcılarda kullanmak üzere hazırlanmış hazır programlar, bütçenin hazırlanma ve uygulanmasında, günlük işlerde yardımcı olmaktadır. Örneğin: Makinanın bir kaç tuşuna basıldığında; pazarda fiyatı okunan sebzeden ne kadar miktarda alınırsa ekonomik olacağı anında öğrenilebilmektedir (Bilgisayar, 1982, Sayı 26, s.8).

D- Programlı Hesaplayıcılarla mühendislik hizmetlerinde, ekonomik işletim, hatta oyun ve eğlence konularında üretilmiş hazır paket programların kullanılması ile bilgi birikimi, en akılcı ve en hızlı biçimde ve her yerde kullanılmış olacaktır (Adolf, 1979).

Sonuç olarak: Japonya bilgisayarla eğitimi ilkokullarda uygulanır ve 2000 yılının çocuklarını eğitirken; (Günaydın-G., 5.10.1982), İngiltere'de ve Almanya'da her bir lise için dört bilgisayarlık bütçe ödeneği ayrılırken; (Mikrocomputer, 1981) Türkiye'de bilgisayar kullanıldığında işlerin uzaması, karışması gazete ve karikatür konusu olmaya devam etmektedir (Güneş G., 19.12.1982 "Bilgisayar Kullanımının Neresindeyiz?").

Türkiye'de bilgisayarlarla programlama dil öğrenimini yaygınlaştırmakla, bilgisayar kullanımı, daha geniş kesimlere yayılmış olacaktır.

Bunu en hızlı sağlayacak programlama aracı, ucuzluğu ve pratik kullanımı nedeniyle Programlı Hesaplayıcılar olacaktır.

I.3. EĞİTİM TEKNOLOJİSİ VE PROGRAMLI HESAPLAYICILAR

Geçmişte doğal çevresine uyum sağlama çabaları ile Temel Bilimlerin gelişimine katkıda bulunan insanoğlu; günümüzde kendisinin oluşturduğu SOSYO-TEKNOLOJİK ÇEVRESİNE uyum sağlamak



ta güçlük çekmektedir.

Geliştirdiği disiplinler üstü TEKNOLOJİK EĞİTİM MODELİ ile Profesör K.Hecht bu konuda klasik okul anlayışını da zorlamaktadır (Hecht, 1977).

Kişinin teknolojik çevresine uyumunu sağlayacak BİLİMSEL ve TEKNOLOJİK HAYAT GÖRÜŞÜ için (Hecht, 1977)

- 1- İnsanoğlunun varlığını sağlayan şartların ve tabiat kanunlarının anlaşılması,
- 2- Tabiattaki ve teknolojideki gelişimin (evrimin) anlaşılması,
- 3- Bilgi ve tanımada sınırsızlığın idrak edilmesi,
- 4- Temel Bilimlerde ve teknolojideki çalışma tarzının ve temel düşünce sisteminin kavranması,
- 5- Doğal ve teknolojik oluşumlarda önceden kestirebilme ilkesinin fark edilmesi,
- 6- Teknolojik kapasite ve gücün sınırlarının anlaşılması, fark edilmesi,
- 7- Temel Bilimlerde ve teknolojide yararlı uygulama yollarının kavranması ve değerlendirilmesi,
- 8- Canlı (biyolojik) hayatın bakımı ve korunmasında her bireye düşen ortak sorumluluğun paylaşılması,
- 9- Teknolojik ürünlerin uygulama ve kullanımında her bireye düşen toplumsal sorumluluğun bilinci,



10- Bilimi ve teknolojiyi geliřtirmede her bireye dūřen ortak sorumluluğun anlařılması

öngör÷lmektedir.

Teknolojideki hızlı gelişme, bilgisayarlarla ve daha da hızlanmış olarak programlı hesaplayıcılarla eğitime giderek daha çok yansımaktadır. Teknik eğitimde öğretim program ve planlarının ikibinli yılların çok ötesini düşünmesi gerekmektedir (G÷lkan, 1983).

Teknik eğitimin kalitesinin orta öğretimde yeterli düzeye ulaşamadığı, işyerlerinde teknolojik eğitimin ve stajların başarısızlığı genelde kabul edilmektedir (Vardar, 1983).

Bu konuda programlı hesaplayıcılarla yaptırılan teknolojik eğitimde % 80 kadar zaman kazancı sağlanırken, eğitimin verimi de arttırılmaktadır (Ifs-VDI-1980, Biondi, 1979).

Programlı hesaplayıcılar, ilkokuldan sonra eğitimin her kademesinde ve programlı düşünce eğitimine yönelik kullanılabilecek ve kolaylıkla öğrenilecektir. Ucuzluğu pratik kullanım ve kolayca programlanması nedeni ile, özellikle teknolojik eğitimde giderek daha da önem kazanmaktadırlar.

Türkiye'de mühendislik bölümü öğrencileri arasında, diğer hesaplayıcı türlerine göre; programlı hesaplayıcıların kullanım oranı % 10'a yükselmiştir (Çorlu, 1983).

Son iki yıldır iki ayrı mühendislik fak÷ltesindeki izlemlere göre; Türkiye'de kullanılan hesaplayıcı marka türü yaklaşık 15 kadar; öğrencilerimizin bunları özellikle vizelerde kullanma oranı % 77 dolaylarındadır. Ençok tercih edilen ilk iki marka; toplam hesaplayıcı sayısına göre ~% 84 sıklıkta rastlanmaktadır.



Aritmetik işlem tipi bakımından, öğrencilerimiz arasında henüz RPN-(reverse polish notation) işlem tipindeki hesaplayıcılara rastlanmamaktadır.

Öğrencilerimiz, ucuzluğu nedeni ile tercih ettikleri elektronik hesaplayıcı ve programlı hesaplayıcıları kullanmakta oldukça güçlük çekmektedirler (Çorlu, 1982; Çorlu, 1983).

Türkiye'de kullanım ve programlama bakımından önemleri giderek artan programlı hesaplayıcılar; yakın bir gelecekte teknolojik eğitimin temel parçası; teknik elemanların kalem ve silgisi olacaklardır.

Programlı hesaplayıcılar:

- a) Teknolojik eğitimde, işbaşı (=fabrika) eğitimde; (İfs-VDİ-1979,1980).
 - b) Eğitim malzemeleri teknolojisinde (Bilgisayarlar, veri işlem, elektronik hesaplayıcılar, Radyo, TV).
 - c) Teknolojik çevrede disiplinler üstü eğitimle teknolojik çevreye uyumun sağlanmasında,
 - d) Temel bilimler ve teknik eğitim derslerinde (Brondi, 1979)
- yoğun olarak kullanılabilmektedirler.

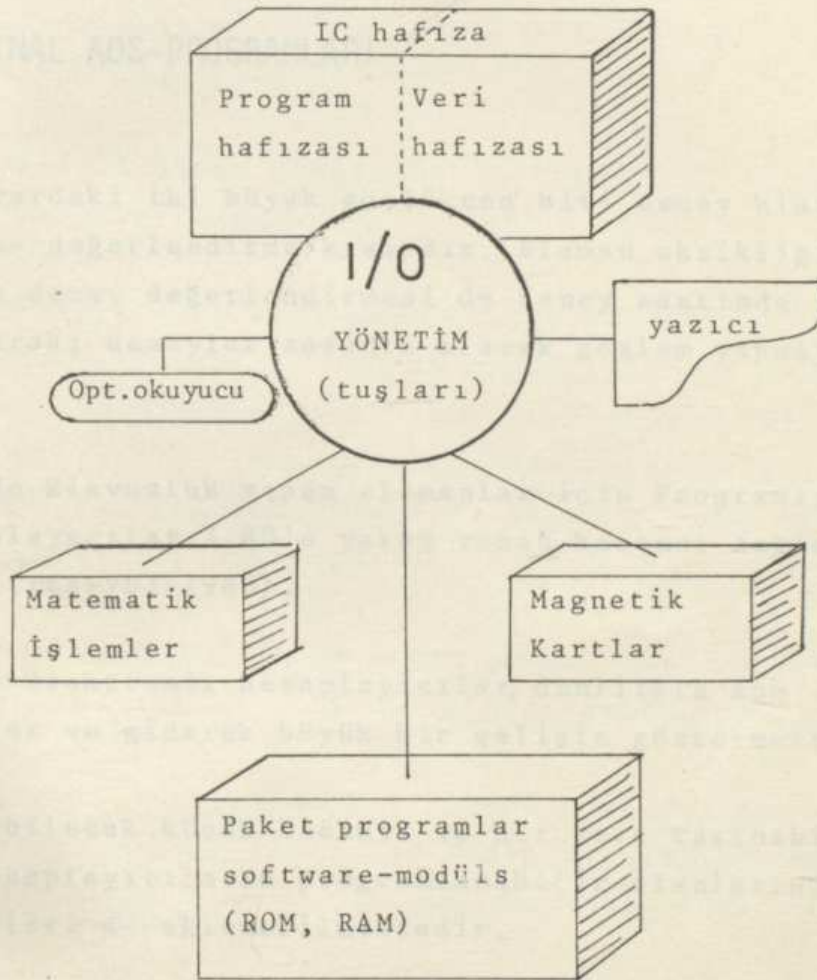
Programlı Hesaplayıcılarla yukarıdaki konularda önemli uygulama yenilikleri görülecek, hazır program birikimi ve iletişimi pek çok yararlar sağlayacaktır.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde, kuruluşu henüz yeni sayılan SEGEM ile (Sanayi Eğitim ve Geliştirme Merkezi) OSANOR-PROJESİ'nin (Okul Sanayi Organizasyonu) faaliyetleri



de ve eğitimlerinde programlı hesaplayıcılar büyük verim artışı sağlayabilecektir (Ifs-VDI-1980).

I.4. PROGRAMLI HESAPLAYICI DONANIMI



ŞEKİL 1- Programlı hesaplayıcının çalışma mantığı ve donanımı



II. ORİJİNAL AOS-PROGRAMLARI

Laboratuvardaki iki büyük güçlükten biri deney klavuzluğu; diğeri ise değerlendirme kısmıdır. Eleman eksikliği yüzünden ülkemizde deney değerlendirmesi de deney saatında ve eksik yaptırılarak; deneyler zorunlu olarak gözlem yapmaya dönüşmüştür.

Deneylerde klavuzluk yapan elemanlar için Programlı Elektronik Hesaplayıcılar % 80'e varan zaman kazancı sağlayabilmektedirler (Ifs-VDI-1980).

Programlı Elektronik Hesaplayıcılar, özellikle son on yılın ürünüdürler ve giderek büyük bir gelişim göstermektedirler.

Cebe girebilecek küçük hacımlı ve her yere taşınabilen elektronik hesaplayıcıların programlanabilir olanlarına yan donanım üniteleri de eklenebilmektedir.

Büyük Bilgisayar sistemlerinde olduğu gibi, yazıcılar, veri depolayıcı teyp kasetleri, software chip'ler (program cebi) ve manyetik kartlar, hafıza genişletme üniteleri, kart okuyucu ünitesi ve optik okuyucu kalem benzeri yan donanım üniteleri ile Programlı Elektronik Hesaplayıcıların kapasiteleri arttıkça, büyük sistemlere ihtiyaç duyulmayacaktır. Son beş yılda Programlı Elektronik Hesaplayıcılar için mesleklere göre çok sayıda program cepleri (software chip) üretilmiştir.



Ülkemizde son yıllarda Elektronik Hesaplayıcıların artan sayısı ile birlikte Programlı Elektronik Hesaplayıcılar da kullanılmaya başlanmıştır (Çorlu, 1982; Çorlu, 1983).

Modern teknolojilerin hızla geliştiği ileri batı ülkelerinde Programlı Elektronik Hesaplayıcılar konusunda, üniversiteler ve meslek odaları tarafından ders, kurs ve seminerler açılmaktadır (Biondi, 1979; Ifs-VDI-1980).

Son olarak hazırlanan programların oluşumu ve kullanımına değinmekte de yarar vardır.

Özellikle fizik deneyleri için oluşturulan programlar, laboratuvar ve uygulamalarda denenmişlerdir. Fizik deney değerlendirilmesinde ve elektrik ölçme konularında AOS (Algebraic Ordinary System) dilinde oluşturulan programlarımızı gelecekte RPN (Reverse Polish Notation) işlem dilinde de uygulama şansı bulabileceğiz, geliştirebileceğiz.

Sunulan programların hemen hemen tamamı bir alt program olarak kullanılabilecek şekilde düşünülmüştür.

Programların kullanımında belirlenen adımlara kesinlikle uyulması ve programlarda yapılacak değişikliklerden sakınılması da gereksiz zaman kaybı açısından önerilebilir.

Hemen her program üç aşamada sunulmakta ve uygulanmaktadır.

A- Programın teknik özellikleri, varsa akış diyagramı ve amaçları tanıtılmaktadır.

B- Programın yazılması ve makinaya verilmesinde kullanılan tuşlar belirtilmektedir.



C- Programın kullanılmasında ve sonuçların alınmasındaki sıralama belirtilmektedir.

II.1. ANLAMLI RAKAMLARLA ÖLÇME HATASI VE ÖLÇME SONUCU (PROG-01)

A- TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Programın amacı, ölçme sonrasında yapılan değerlendirmelerde çok sayıda rakamları olan Mutlak Hata değerini (ve ölçme sonucunu) en büyük iki şüpheli basamağa indirgeyerek belirtmektedir.

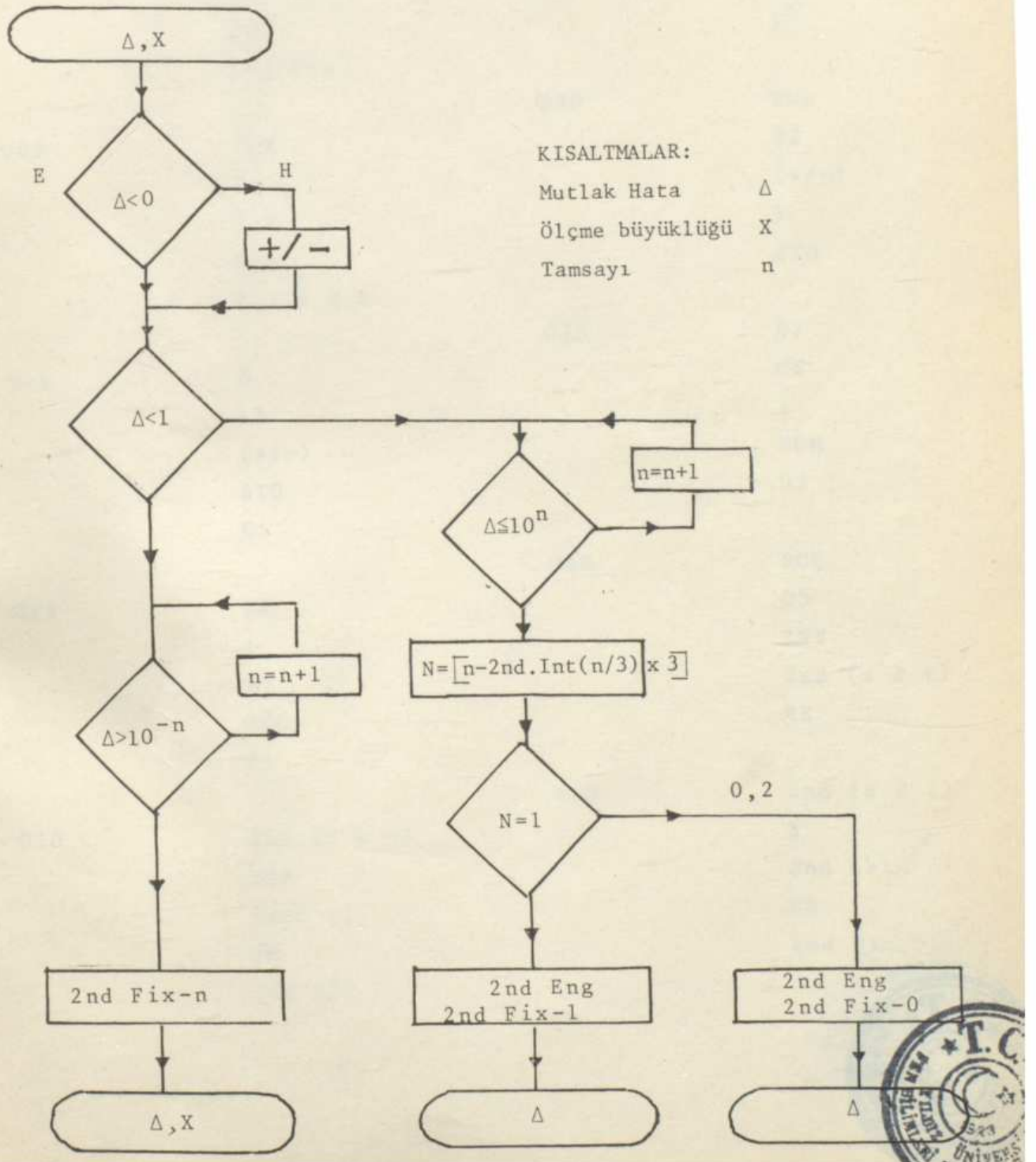
Mutlak Hata değerinin 10^{2+3n} ile 10^{3+3n} (n bir tam sayı olmak üzere) değerleri arasında şüpheli basamak sayısı zorunlu olarak üç tane olmaktadır.

Mutlak Hata değerinin birden büyük olması durumunda; sadece Mutlak Hata değeri anlamlı rakamlarla belirtilecek; aksi halde hem Mutlak Hata ve hem de ölçme sonucu anlamlı rakamlarla ekranda görüntülenecektir.

Programın oluşturulmasında Mutlak Hata değerinin büyüklüğü üslü çokluklarla karşılaştırılmış ve en büyük şüpheli basamağın yeri, üslü çokluğun kuvveti (n) yardımı ile belirlenmiştir. Programın gelişimi ve Akış Yolu (Diyagramı) Tablo 1 de görülmektedir.



TABLO 1- PROG-01 için akış diyagramı
Anlamlı rakamlarla mutlak hata değeri



B- Anlamlı Rakamlarla Ölçmenin Mutlak Hatası ve Ölçme Sonucu
(PROG-01)

ADIM NO	TUŞLAR	ADIM NO	TUŞLAR
000	LRN	025	B
	2nd CMs		(
	STO		1
	00		0
	INV		Y^x
	2nd Fix		
		030	RCL
005	CLR		02
	(x t		(+/-)
	CLR		)
	R/S		STO
	2nd x $\geq$ t		
		035	03
010	0		CE
	13		1
	(+/-)		SUM
	STO		02
	01		
		040	RCL
015	CE		03
	1		INV
	(x t)		2nd (x $\geq$ t)
	RCL		EE
	01		
		045	2nd (x $\geq$ t)
020	2nd (x $\geq$ t)		B
	SBR		2nd Lb1
	(x $\geq$ t)		EE
	CE		2nd Fix
	2nd Lb1		



<u>ADIM NO</u>	<u>TUŞLAR</u>	<u>ADIM NO</u>	<u>TUŞLAR</u>
050	2nd Ind 02 RCL 01 2nd Pause	080	2nd Lbl 2nd Int RCL 04 (
055	2nd Pause RCL 00 R/S 2nd Lbl	085	CE (-) (CE (+)
060	SBR RCL 01 (x > t) CE	090	3) 2nd Int X 3
065	(1 0 Y ^x RCL	095	) (x ≥ t) CE 1 2nd(x=t)
070	04) 2nd x ≥ t 2nd Int 1	100	√x 2nd Fix 0 2nd Eng RCL 01
075	SUM 04 INV 2nd (x ≥ t) SBR		



<u>ADIM NO</u>	<u>TUŞLAR</u>
105	R/S
	2nd Lbl
	$\sqrt{x}$
	2nd Fix
	1
110	2nd Eng
	RCL
	01
	R/C
	LRN



C- Romen rakamları ile adım adım program kullanılışı aşağıda açıklanmaktadır (PROG-01)

SIRA	TUŞ	EKRAN	YORUMU
I	LRN	000 00	Programın yazılmasında 0 adım
II			Sıra ile programın hafızaya yazılması
III	LRN	0.	Program yazılmasının sonu
IV	RST	0.	Kullanmak üzere başa dönüş

PROGRAM DIŞI VERİ GİRİŞİ VE SONUÇLAR

V	X	X	Ölçü büyüklüğü yazılır.
	R/S.	0.	
VI	Δ .	Δ .	Mutlak Hata yazılır.
	R/S		5-6 saniye beklenir
			Sonucu anlamlı rakamlarla 1 saniye görünüp
		Z	Sonucu anlamlı rakamlarla ekranda belirir(1).

(1) Z. Ölçme sonucunun anlamlı rakamlarla verilişi, sadece (< 1) durumunda söz konusudur.



II.2. ÖLÇME HATALARI PAKET PROGRAMI (PROG-02)

Gereği

Elektronik hesaplayıcılarla, programlı hesaplayıcılarda istatistik hata değerlendirmeleri çok kolay ve anında yapılabilir. maktadır.

Aynı kolaylık $A = f(X,Y,Z)$ benzeri bir fonksiyon üzerindeki mutlak ve bağıl hata değerlendirmelerinde sağlanamamıştır.

Aşağıda; en çok rastlanan fonksiyonlar üzerindeki ölçme hatalarını da aynı kolaylık ve çabuklukta değerlendiren programlar üretilmiştir.

A- TEKNİK TANITIM

Doğrudan ölçülen büyüklükler ve mutlak hataları:

$$X \pm \Delta X, \quad Y \pm \Delta Y, \quad Z \pm \Delta Z$$

olsun.

Değerlendirilecek fonksiyon

$$A = f(x,y,z) \text{ ise}$$

Buna yansıyan toplam mutlak hata; kısmî türevler yardımı ile:

$$\Delta A = \pm \{ |f_x(x,y,z) \cdot \Delta X| + |f_y(x,y,z) \cdot \Delta Y| + |f_z(x,y,z) \cdot \Delta Z| \}$$



$$\varepsilon = \pm \frac{\Delta A}{A} = \frac{\pm \{ |A_x| + |\Delta A_y| + |\Delta A_z| \}}{f(x,y,z)} \quad (2)$$

olacaktır. Ölçme hataları değerlendirilen fonksiyonlar Tablo I ve Tablo II de gösterilmiştir.

Her fonksiyonun mutlak ve bağıl hatalarını aynı anda değerlendirmek üzere; on yarı bağımsız alt-programlar dizisi birleşik paket-programı oluşturur.

Üç bağımsız değişkenin ölçme sonuçları (X,Y,Z), mutlak hataları ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$), katsayıları (a,b,c) ve kuvvet derecesi (n) ile birlikte; on veri girişi veri depolarında saklanmaktadır.

Vergi Girişi

Veri girişi sıralaması III. kısımda özetlenmiştir.

Programın işletilmesi anında (R/S) tuşu ile ve sıra ile veri girişi yapılabildiği gibi; program dışı (manuel) ilgili alt-programın ilgili veri depolarına giriş STO (...) tuşları ile gerçekleştirilebilir.

<u>Veriler</u>	<u>Depo Değeri</u>	<u>Depo No</u>
n (kuvvet derecesi=	= R ₀₀	00
a 1. katsayı	= R ₀₁	01
X 1. bağımsız değişken	= R ₀₂	02
ΔX 1. nin mutlak hatası	= R ₀₃	03
b 2. katsayı	= R ₀₄	04
Y 2. bağımsız değişken	= R ₀₅	05
ΔY 2. nin mutlak hatası	= R ₀₆	06
C 3. katsayı	= R ₀₇	07
Z 3. bağımsız değişken	= R ₀₈	08
ΔZ 3. nün mutlak hatası	= R ₀₉	09



Alt-Program Adresleri

Her fonksiyon için ortak bir veri girişi sonrasında, hataları değerlendiren alt program adresleri aşağıdadır.

1. ve 2. numaralı 5 ve 6. numaralı fonksiyonlar ortak adreste iki ayrı alt programda değerlendirilir. Veri girişinde katsayılar işaretli olacaktır.

<u>Sıra</u>	<u>Adres</u>
1	A
2	A
3	B
4	C
5	D
6	D
7	E
8	A'
9	B'
10	C'



TABLO I- Fonksiyonlar ve mutlak hataları.

Sıra	Fonksiyon (A)	Mutlak Hatası (ΔA)
1	$ax + by + cz$	$\pm \{ a \cdot \Delta X + b \cdot \Delta Y + c \cdot \Delta Z \}$
2	$ax + by - cz$	$\pm \{ a \cdot \Delta X + b \cdot \Delta Y + c \cdot \Delta Z \}$
3	$a(X \cdot Y)$	$\pm a \cdot \{ Y + \Delta X + X \cdot \Delta Y \}$
4	$a(X/Y)$	$\pm a/Y^2 \{ Y \cdot X + X \cdot \Delta Y \}$
5	$a \cdot X^n$	$\pm a \cdot n \cdot X^{n-1} \cdot \Delta X $
6	$a \cdot \sqrt[n]{X} = aX^{1/n}$	$\pm a \cdot X^{(1-n)/n} / n \cdot \Delta X $
7	$a \cdot \sin(X)$	$\pm a \cdot \cos(X) \cdot \Delta X $
8	$a \cdot \cos(X)$	$\pm a \cdot \sin(X) \cdot \Delta X $
9	$a \cdot \operatorname{tg}(X)$	$\pm a \cdot (\Delta X / \cos^2(X)) $
10	$a \cdot \operatorname{Cotg}(X)$	$\pm a(\Delta X / \sin^2 X) $



TABLO II- Fonksiyonlar ve bağıl hataları

Sıra	Fonksiyon (A)	Bağıl Hatası (ε)
1	$ax + by + cz$	$\pm \frac{\Delta A}{ax+by+cz}$
2	$ax + by - cz$	$\pm \frac{\Delta A}{ax+by-cz}$
3	$a(x.y)$	$\pm a \cdot \left\{ \left \frac{\Delta x}{x} \right + \left \frac{\Delta y}{y} \right \right\}$
4	$a(x/y)$	$\pm a \cdot \left\{ \left \frac{\Delta x}{x} \right + \left \frac{\Delta 1}{y} \right \right\}$
5	$a \cdot x^n$	$\pm a \cdot n \cdot (\Delta x/x) $
6	$a \cdot \sqrt[n]{x}$	$\pm (a/n) (\Delta x/x) $
7	$a \cdot \sin(x)$	$\pm a \cdot \cotg(x) \cdot \Delta x $
8	$a \cdot \cos(x)$	$\pm a \cdot \tg(x) \cdot \Delta x $
9	$a \cdot \tg(x)$	$\pm 2a \cdot \Delta x / \sin(2x) $
10	$a \cdot \cotg(x)$	$\pm 2a \cdot \Delta x / \sin(2x) $



B- Programın Yazılımı

Adımı	Tuşu	Yorumu
000	LRN	Program hafızası açılışı
1	STO	
2	00	n-girişi
3	R/S	
4	STO	
5	01	a-girişi
6	R/S	
7	STO	
8	02	X-girişi
9	R/S	
10	STO	
11	03	Δ X-girişi
12	R/S	
13	STO	
14	04	b-girişi
15	R/S	
16	STO	
17	05	Y-girişi
18	R/S	
19	STO	
20	p6	Δ Y-girişi
21	R/S	
22	STO	
23	07	C-girişi



<u>Adımı</u>	<u>Tuğu</u>	<u>Yorumu</u>
024	R/S	
25	STO	
26	08	Z-girişi
27	R/S	
28	STO	
29	p9	ΔZ -girişi
30	R/S	
31	(2nd)(Lb1)	1. Fonksiyon adresi
32	A'	
33	(	
34	(	
35	RCL	
36	01	a-çağrısı
37	*	
38	RCL	
39	03	X-çağrısı
40	)	
41	2nd X	a. ΔX -hesabı
42	+	
43	(	
44	RCL	
45	04	b
46	*	
47	RCL	
48	06	$\int Y$
49	)	



Adımı	Tuğu	Yorumu
050	2nd X	b.ΔY -hesabı
51	+	
52	(	
53	RCL	
54	07	c
55	*	
56	RCL	
57	09	ΔZ
58	)	
59	2nd X	c.ΔZ -hesabı
60	)	ΔA.Mutlak hata toplamı
61	STO	
62	10	
63	(2nd)Pause veya (R/S)	
64	%	
65	(	
66	RCL	
67	01	a-değeri
68	*	
69	RCL	
70	02	X-değeri
71	+	
72	RCL	
73	04	b-değeri
74	*	



Adımı	Tuğu	Yorumu
75	RCL	
76	05	Y-değeri
77	+	
78	RCL	
79	07	c
80	*	
81	RCL	
82	08	Z
83	)	
84	=	$\Delta A/A = \epsilon_1$ veya ϵ_2
85	R/S	Bağıl hata sonucu
86	2nd-Lb1	
87	B	3. fonksiyonun adresi
88	(	ΔA_3 -hesabı
89	(	
90	RCL	
91	05	Y
92	*	
93	RCL	
94	03	ΔX
95	)	
96	2nd X	
97	+	
98	(	
99	RCL	



Adımı	Tuğu	Yorumu
100	02	X
101	*	
102	RCL	
103	06	ΔY
104	)	
105	2nd X	
106	)	
107	*	
108	RCL	
109	01	
110	2nd X	
111	=	
112	STO	ΔA_3 -mutlak hatası
113	10	
114	2nd Pause veya (R/S)	
115	+	
116	RCL	
117	01	a
118	+	
119	RCL	
120	02	X
121	+	
122	RCL	
123	05	Y
124	=	ϵ_3 -bağıl hatası



<u>Adımı</u>	<u>Tuşu</u>	<u>Yorumu</u>
125	R/S	SON-2
126	2nd Lb1	
127	C	4.Fonksiyonun adresi
128	RCL	
129	01	
130	*	
131	(	
132	(	
133	RCL	
134	03	ΔX
135	+	
136	RCL	
137	02	X
138	)	
139	2nd X	
140	+	
141	(	
142	RCL	
143	06	ΔY
144	+	
145	RCL	
146	05	Y
147	)	
148	2nd X	
149	)	
150	=	



Adımı	Tuğu	Yorumu
151	STO	ϵ_4 -hesabı
152	10	
153	*	
154	RCL	
155	01	a
156	*	
157	RCL	
158	02	X
159	+	
160	RCL	
161	05	
162	=	ΔA_4 -Mutlak hatası
163	2nd Pause veya (R/S)	
164	RCL	
165	10	ϵ_4 -sonucu
166	R/S	SON-4
167	2nd Lbl	
168	D	5 ve 6. fonksiyonların adresi
169	RCL	
170	00	
171	*	
172	RCL	
173	01	
174	*	
175	RCL	
176	03	



Adımı	Tuşu	Yorumu
177	+	
178	RCL	
179	02	
180	=	
181	2nd X	
182	STO	ϵ_5 veya ϵ_6 sonucu
183	10	
184	X	
185	RCL	
186	01	a
187	RCL	
188	02	X
189	Y^x	
190	RCL	
191	00	n
192	=	ΔA_5 veya ΔA_6 -ekranda
193	2nd-Pause veya (R/S)	
194	RCL	
195	10	ϵ_5 veya ϵ_6 bağıl hatası
196	R/S	SON-5,6
197	2nd-Lbl	7. Fonksiyonun adresi
198	E	
199	(	
200	RCL	
201	01	a
202	*	



<u>Adımı</u>	<u>Tuğu</u>	<u>Yorumu</u>
203	RCL	
204	03	ΔX
205	*	
206	RCL	
207	02	X
208	2nd Cos	
209	)	
210	2nd X	ΔA_7 -Mutlak hatası
211	2nd-Pause veya (R/S)	
212	(	
213	RCL	
214	01	a
215	*	
216	RCL	
217	03	ΔX
218	*	
219	RCL	
220	02	
221	CNV	Cot(X)
222	2nd tan	
223	)	ϵ_7 -sonucu
224	R/S	SON-7
225	2nd-Lbl	8. Fonksiyonun adresi (A')
226	2nd-A	
227	8	
228	RCL	



Adımı	Tuğu	Yorumu
229	01	a
230	*	
231	RCL	
232	03	ΔX
233	*	
234	RCL	
235	02	X
236	2nd-Sin	
237	)	ΔA_8 -Mutlak hesabı
238	2nd Pause veya (R/S)	
239	(	
240	RCL	
241	01	a
242	*	
243	RCL	
244	03	ΔX
245	*	
246	RCL	
247	02	X
248	2nd-tan	
249	)	
250	2nd X	ϵ_8 -bağıl hatası
251	(R/S)	SON-8
252	2nd-Lbl	
253	2nd-A	



<u>Adımı</u>	<u>Tuğu</u>	<u>Yorumu</u>
254	RCL	
255	02	
256	STO	
257	11	
258	2nd-Sin	
259	STO	
260	02	X-Değişken değişimi
261	RCL	
262	11	
263	2nd-Cos	
264	STO	
265	05	Y
266	SBR	
267	C	
268	R/S	
269	2nd-Lbl	10. fonksiyonun adresi
270	2nd-C	(C')
271	RCL	
272	02	
273	STO	
274	11	
275	2nd-Cos	
276	STO	
277	02	
278	RCL	
279	11	



<u>Adımı</u>	<u>Tuğu</u>	<u>Yorumu</u>
280	2nd-Sin	
281	STO	
282	05	
283	SBR	
284	C	ΔA_{10} ve ϵ_{10} ekranda sıra ile görünür.
285	R/S	
	LRN	Program hafızası kapatılır.
	RST	Başı dönölür.



PROGRAM: Ölçme Hataları Paket Programı (PROG-02)

C- KULLANMA KLAVUZU

Sıra:

I- Program yazılır (RST) ile ilk adıma dönülür.

II- Sıra ile veri girişi yapılır.

Değer	Tuş	Ekran	Yorumu
n	-	n	$-R_{00}$ deposuna
-	R/S	-	
a	-	a	R_{01} deposuna
-	R/S	-	
X	-	X	
-	R/S	-	
ΔX	-	ΔX	
	R/S		
b	-	b	
-	R/S	-	
Y	-	Y	
-	R/S	-	
ΔY	-	ΔY	
	R/S	-	
C	-	C	
-	R/S	-	
Z	-	Z	
-	R/S	-	
ΔZ	-	ΔZ	

III- İstenen fonksiyonun hataları adres tuşlarına basılarak bulunur.

A , B , C , ... veya 2nd-C gibi.



II.3. PROGRAM: FİZİK SARKAÇ (TERSİNİR SARKAÇ)

A- TEKNİK ÖZELLİKLERİ

- 1- Fizik Sarkaç olarak, üzerinde belli aralıklarla delikler bulunan düzgün bir demir cetvel kullanılmıştır.
- 2- Denel sonuçların ve bunlarla çizilen $T_i = f(h_i)$ eğrisinin kontrolü için türetilmiş olan aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır.

$$T_i = 2.\pi. \sqrt{(I_o + m.h_i^2) / (m.g.h_i)} \quad \text{teorik salınım süreleri}$$

$$T_{\min} = 2.\pi. \sqrt{(2/g) \sqrt{I_o/m}} \quad \text{En kısa salınım süresi}$$

$$h(T_{\min}) = \pm \sqrt{I_o/m} \quad \text{En kısa salınım süresi}$$

$$= \pm l/\sqrt{12} \quad \text{için asılma noktasının yeri}$$

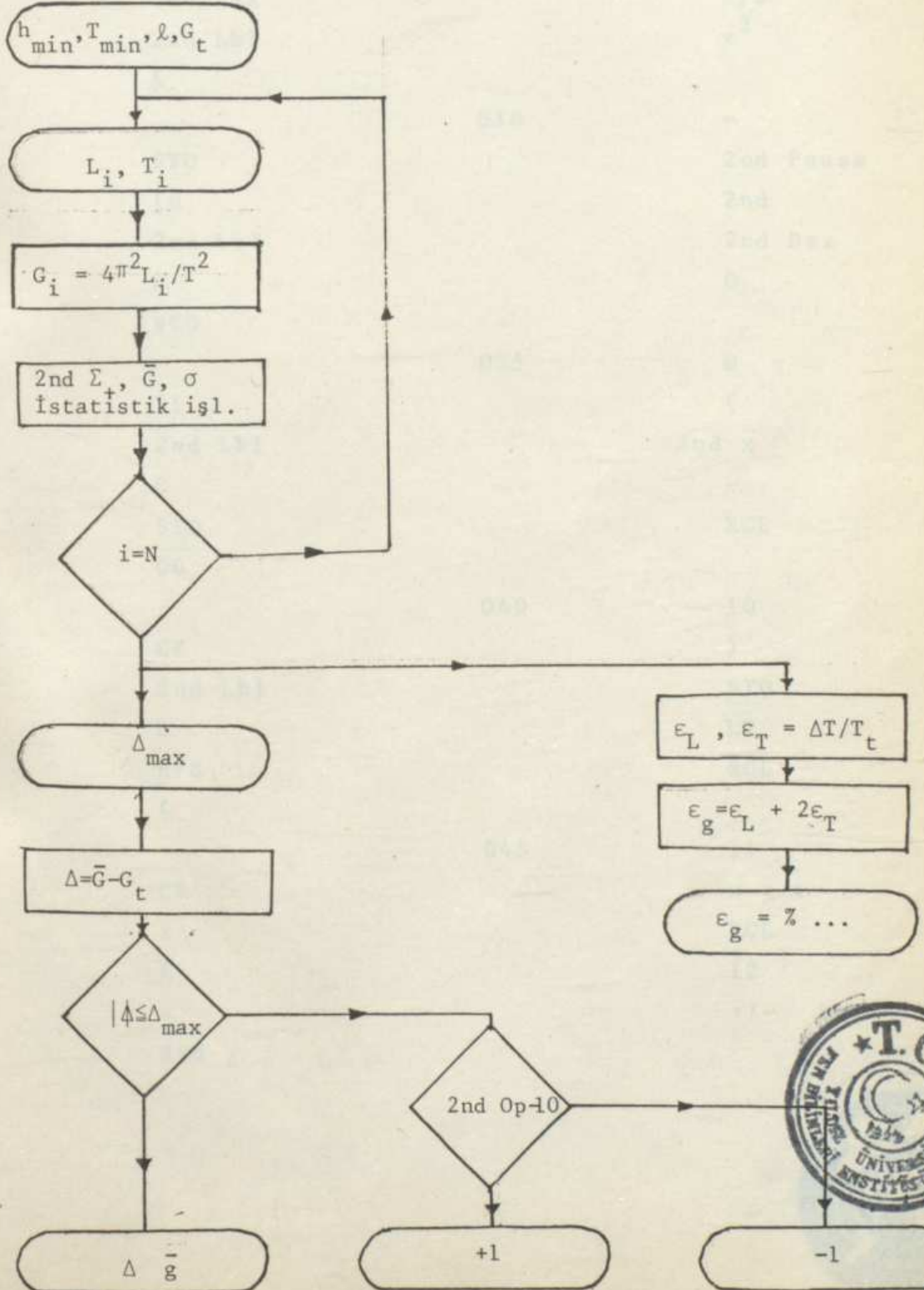
- 3- Çizilen $T_i = f(\pm h_i)$ eğrisinden, eş salınımlı Basit Sarkacın boyuna (L_i), buna karşı gelen salınım süreleri (T_i) ile en büyük hata program girdisi olduklarında; ($\Delta_{\max}$) değerlendirme sonucu bulunacak yerçekimi ivmesinin değeri ($\bar{g}$), ancak hata sınırları arasında bulunuyor ise program çıkışı olacaktır. Denel sonucun çok büyük olması durumunda, ekranda +1; denel sonucun, teorik sonuçtan (g_t) çok küçük olması durumunda ise ekranda -1 görüntülenmiş olacaktır.

- 4- Hata değerlendirmesi daha çok bir fikir vermek üzere öğretim elemanı için düşünülmüştür. Çizilen eğrinin en alt (Minimum) noktasının ($h_{\min}, T_{\min}$) teorik değerlerden kayması, sarkaç boyu ile salınım süresindeki hatalara karşılık gösterilmiştir. Programın bu kısmı se-



çilerek; hesaplanan, yerçekimi ivmesindeki yüzde (bağıl) hata olur.

TABLO 2- PROG-03 için AKIŞ YOLU



B- PROG-03: FİZİK SARKAÇ

<u>ADIM NO</u>	<u>TUŞLAR</u>	<u>ADIM NO</u>	<u>TUŞLAR</u>
	LRN	025	x^2
000	2nd CP		)
	INV		+
	2nd Fix		R/S
	2nd Lbl		x^2
	A		
		030	=
005	STO		2nd Pause
	10		2nd
	2nd Lbl		2nd Dsz
	B		0
	STO		
		035	D
010	11		(
	2nd Lbl		2nd $\bar{x}$
	C		-
	STO		RCL
	00		
		040	10
015	CE		)
	2nd Lbl		STO
	D		L2
	R/S		RCL
	(		
		045	11
020	CE		$x \geq t$
	x		RCL
	4		12
	x		+/-
	2nd L		



C- KULLANMA KLAVUZU (PROG-03)

Teknik özellikler kısmında hatırlatıldığı gibi, program iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. Öğretim elemanları için tasarlanan ikinci kısım, 2nd Lbl-INV tuşuna basılarak çıkış verir. Öğrenciler tarafından da kullanılacağı tasarlanan ilk kısım girdileri (g_t : yerçekimi ivmesinin teorik değeri, Δ_{max} : izin verilen en büyük hata, eğriden seçilen (L_i, T_i) çift sayısı) sırası ile (A), (B), (C) tuşlarına basılarak sağlanır.

Aşağıda romen rakamları ile program adım adım gerçekleşmektedir.

SIRA	TUŞ	EKRAN	YORUMU
I	LRN	000 00	Yazım
II	112	adımlık programın hafızaya alınması	
	LRN	0.	Yazım sonu
	RST	0.	Kullanıma hazır, prog.başında
III	Öğretim elemanı için deneyde yapılan % hatayı hesaplamak üzere; herhangi bir değeri depoya kayıt eder gibi, aşağıdaki değerler karşılarındaki depolara verilir (Bu kısım değerlendirme dışı da bırakılabilir).		
	h_{min}	ST0-07	Eğrinin min. noktasının absisi
	T_{min}	ST0-08	Eğrinin min. noktasının ordinatı
	1	ST0-09	Sarkaç boyu metre olarak.



SIRA	TUŞ	EKRAN	YORUMU
III	g_t	g_t :	Yerçekimi ivmesinin teorik değeri ekrana yazılır.
	A	g_t :	
III	$\Delta_{\max}$:	$\Delta_{\max}$:	Ekrana en büyük hata değeri yazılır.
	B	...	Ekrandaki değer durmaktadır.
	i=N	i=N	Grafikten seçilen nokta çiftinin sayısı ekrana yazılır.
	C	0	İstatistik değerlendirme için, eğriden seçilen değerler (x,y) sırası ile ekrana yazılır.

IV Değerlendirme sonucu, Mutlak hata (teorik değerden sapma olarak) bir saniye ekranda görüldükten sonra, yerçekimi ivmesinin denel sonucu ekranda görüntülenir.

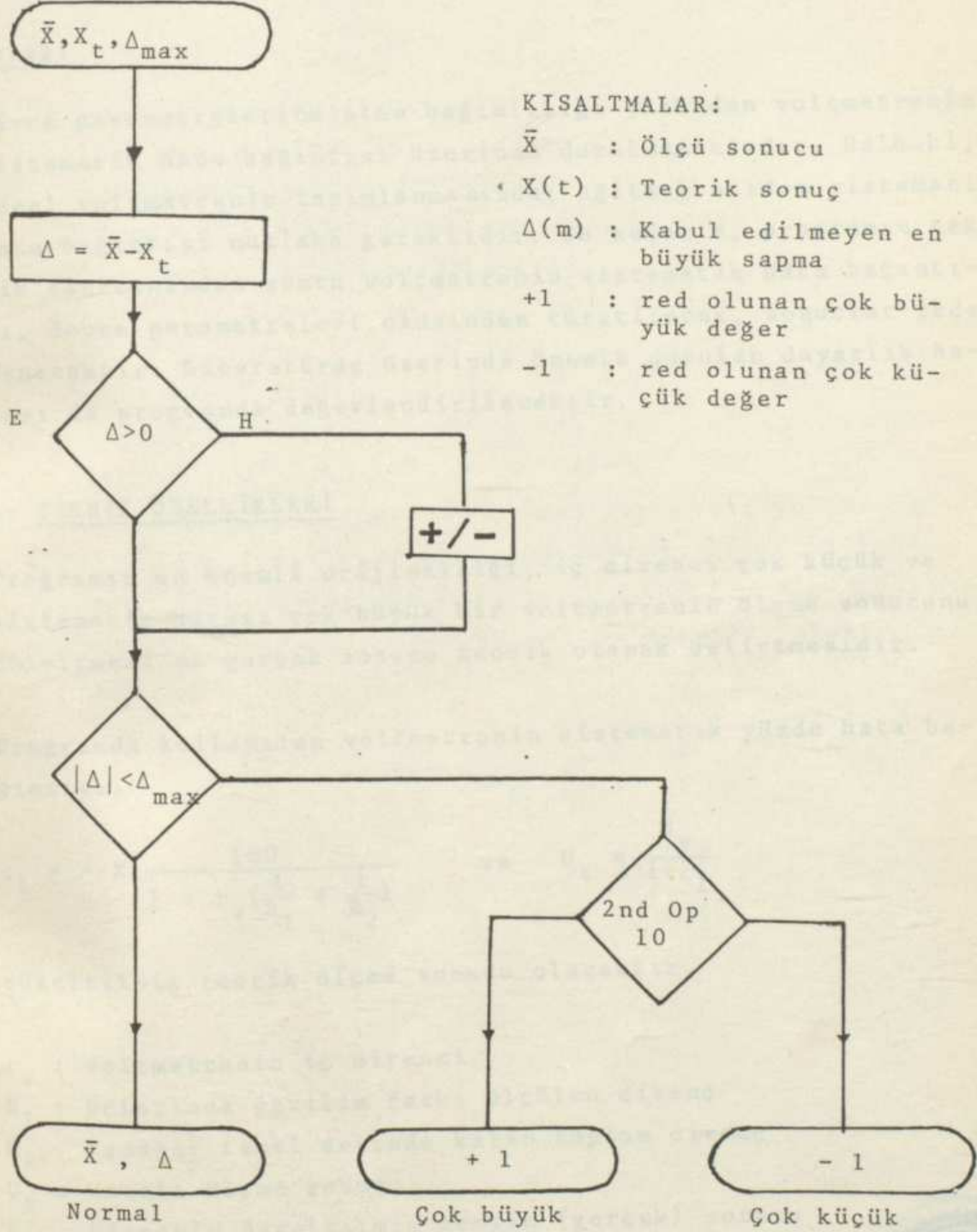
Ekranda görüntülenen +1 değeri, denel sonucun kabul edilemeyecek kadar çok büyük:

Ekranda görüntülenen -1 değeri, denel sonucun kabul edilemeyecek kadar çok küçük olduğunu ve deneyin tekrarını belirtir.



II.4. TEST PROGRAMI

PROG-04: Ölçme sonucunu ($\bar{X}$), kontrol eden program şeması.



II.5. VOLTMETRENİN ÖLÇME HATALARI VE TEORİK BİR DÜZELTME PROGRAMI (PROG-05)

Gereği

Devre parametrelerine olan bağımlılığı yüzünden voltmetrenin sistematik hata bağıntısı üzerinde durulmamaktadır. Halbuki, ideal voltmetrenin tanımlanmasında; eğitsel açıdan sistematik hata bağıntısı mutlaka gereklidir. Bu nedenle, programın teknik tanıtımından sonra voltmetrenin sistematik hata bağıntısı, devre parametreleri cinsinden türetilecek, sonuçlar irdelenecektir. Literatürde üzerinde önemle durulan duyarlık hatası da programda değerlendirilecektir.

A- TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Programın en önemli orijinalliği, iç direnci çok küçük ve sistematik hatası çok büyük bir voltmetrenin ölçme sonucunu düzeltmesi ve gerçek sonucu teorik olarak belirtmesidir.

Programda kullanılan voltmetrenin sistematik yüzde hata bağıntısı:

$$\epsilon_1 = - \% \frac{100}{1 + r_v \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} \quad \text{ve} \quad U_t = \frac{U_v}{1 + \epsilon_1}$$

düzeltilmiş teorik ölçme sonucu olacaktır.

r_v : Voltmetrenin iç direnci

R_1 : Uçlarında gerilim farkı ölçülen direnç

R_2 : Eşdeğer temel devrede kalan toplam direnç

U_v : Hatalı ölçme sonucu

U_t : Ölçmenin düzeltilmiş teorik (gerçek) sonucu

(Bkz. Devre I ve Devre II)



Programda kullanılan voltmetrenin duyarlık hatası olarak:

$$\epsilon_2 = \% \frac{S \cdot U_v}{U_o}$$

bağıntısı kullanılmıştır.

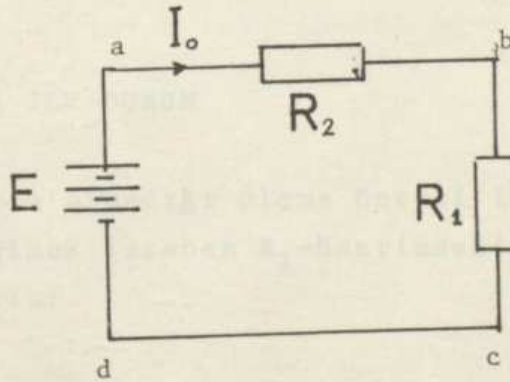
S : Voltmetrenin sınıfı (yüzdesiz)

U_v : Voltmetrede okunan ölçme sonucu (ortalama)

U_o : Ölçme sahasının en büyük değeri

A1- ÖZETLEME VE TANITIMLAR (PROG-05)

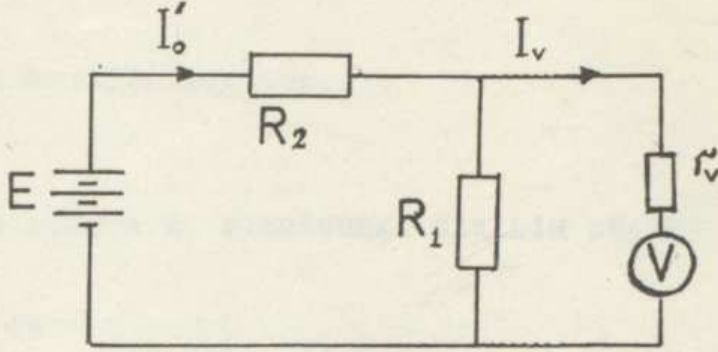
Her ölçme olayındaki gibi; incelenen bir devre voltmetre ile ölçme olayından etkilenerek, ölçme öncesi saflığını kayıp edecektir. Ölçme öncesinde ölçü aracı gibi bir dış etkilenme olmayacağından; teorik değerler gerçek değerler olarak tanımlanabilir (Bkz. Devre I).



Devre I- Ölçme öncesi ilk durum

Ölçü aracının devrede bulunduğu Devre II Değerleri ise; sistematik hatası ile birlikte ölçme sonuçlarını göstermektedir (Bkz. Devre II).





Devre II- Ölçme durumunda devre elemanları

Ölçme durumunda sistematik hatanın nedeni:

Voltmetre, ölçme sahalarının değişen değerleri ile parametreleri değişen devreleri farklı farklı etkilemektedir. Sistematik hatanın kaynağı, devrenin ölçme aracından etkilenmesidir. Devre parametreleri cinsinden türetilen sistematik hata bağıntısı ile programlı elektronik hesaplayıcılar TI-58/59 için geliştirilen bir düzeltme programı sonucu gerçek ölçme sonucu gerçek ölçme sonuçları anında elde edilebilecektir.

A2- ÖLÇME ÖNCESİ İLK DURUM

Dış etkilenmelerin olmadığı ölçme öncesi ilk durumdaki gerçek değerler ve ölçülmek istenen R_1 -üzerindeki gerilim düşmesinin gerçek değeri için:

Devre I den

$$I_o = E / (R_1 + R_2) \quad (1)$$

ve

$$U_g = R_1 \cdot I_g \quad \text{veya}$$



$$U_g = R_1 \cdot E / (R_1 + R_2) \quad (2)$$

oldukları kolayca görülür.

A3- ÖLÇME ANINDA R_1 ÜZERİNDEKİ GERİLİM DÜŞMESİ

Devre II de:

Akım şiddetinin yeni değeri için

$$I'_0 = E / (R_2 + R_1 \cdot r_v / (R_1 + r_v)) \quad (3)$$

Voltmetreden geçen akım şiddeti (I_v)

$$I_v = I'_0 \cdot R_1 / (R_1 + r_v) \quad \text{veya} \quad (3) \text{ ile;}$$

$$I_v = R_1 \cdot E / (R_1 \cdot r_v + R_2 (R_1 + r_v)) \quad (4)$$

Devrenin b ve c noktaları arasında R_1 üzerindeki gerilim düşmesi, voltmetre direnci r_v -üzerindeki gerilim düşmesi kadardır (I.Kirchhoff K.)

$$U_v = r_v \cdot I_v \quad \text{veya} \quad (4) \text{ yardımı ile;}$$

$$U_v = r_v \cdot R_1 \cdot E / (R_1 \cdot R_2 + r_v (R_1 + R_2)) \quad (5)$$

şeklinde voltmetrenin ölçme sonucu, devre parametreleri cinsinden bulunmuş olur.

§a- VOLTMETRENİN SİSTEMATİK HATA BAĞINTILARI

Voltmetrenin ölçmesi gereken gerçek değer (U_g) ile ölçmüş olduğu (U_v) değerleri, devre parametreleri cinsinden (2)



(5) bağıntılarında görmekteyiz. Ölçülen değerin, gerçek değerden sürekli daha küçük bulunacağı açıkça anlaşılmaktadır. İkisi arasındaki fark, voltmetrenin sistematik mutlak hatası olarak tanımlanır.

$$\Delta U = U_v - U_g \quad \text{veya} \quad (2) \text{ ve } (5) \text{ burada yerine konularak; (T)}$$

$$\Delta U = -R_1^2 \cdot R_2 \cdot E / ((R_1 + R_2)(R_1 \cdot R_2 + r_v(R_1 + R_2))) \quad (6)$$

$$\text{Voltmetrenin sistematik yüzde hatası: } (\epsilon = \Delta U / U_g) \quad (T)$$

Sistematik yüzde hatanın tanımlama bağıntısı:

$$\epsilon_1 = \Delta U / U_g \quad (7)$$

veya % işareti ile

$$\epsilon_1 = \% 100 \cdot U / U_g$$

(2) ve (6) değerleri kullanılarak ve gerekli kısaltmalar yapılarak;

Voltmetrenin sistematik yüzde hatası olarak;

$$\epsilon_1 = - \% \frac{100}{1 + r_v \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} \quad (8)$$

bağıntısı elde edilir.

A5- SİSTEMATİK HATA BAĞINTILARININ İRDELEMESİ

a) Negatif işaretin anlamı:

$$\Delta U = U_v - U_g < 0 \quad \text{Mutlak hata tanımı gereği:}$$



$$U_v < U_g \text{ veya:}$$

Ölçülen değer (U_v), gerçek değerden (U_g) daima küçük olacaktır.

- b) Sistematik hatanın giderilmesi ve ideal voltmetrorenin tanımı:

Son bağıntıda paydanın ∞ (sonsuz) değere yaklaşımı sonucu $\epsilon_1 = 0$ olacaktır. Bunun için;

- c) $r_v \rightarrow \infty$ Voltmetrorenin iç direnci çok büyük olmalı
(İDEAL VOLTMETRE: Vakum tüplü voltmetre v.b.)

$$\lim_{r_v \rightarrow \infty} \epsilon_1 = 0$$

- d) $R_2 = 0$ veya $\frac{1}{R_2} = \infty$ olduğunda payda sonsuz değer alacak
 $\epsilon = 0$ olacaktır.

Anlamı: Devrede ölçme elemanı tek ise voltmetre gerçek değeri ölçmüş olacaktır.

- e) En büyük hata değeri:

- a) Sistematik yüzde hata bağıntısında (8), paydanın en küçük değeri (≈ 1) yaklaşımı için:

$$\frac{r_v}{R_1} \rightarrow 0 \text{ ve } \frac{r_v}{R_2} \rightarrow 0 \text{ için } \lim \epsilon_1 (\max) = -\% 100$$

bulunur.



Adım No	TUŞLAR	YORUMU
022 65	*	DUR. Programla sonu
023 43	RCL-	U-değeri
024 02	02	
025 55	/	Bölme işlemi
026 43	RCL-	U_o -ölçü sahasının en büyük değeri
027 03	03	
028 58	2nd-Fix-	Virgülden sonra iki tane
029 02	02	
030 95	=	E= duyarlık hatası
031 66	2nd-Pause	Ekran da (E) hata sonucu görünür.
032 91	R/S	İşlem sonu DUR.
033 76	2nd-Lbl	Düzeltilmiş U-değeri hesabı için
034 12	B	adres (B)
035 71	SBR-	Alt-Program (E_s :Sistematik hata)
036 94	x/-	
037 85	+	
038 01	01	
039 95	=	$(1+E_s)$
040 35	1/x	
041 65	*	
042 43	RCL	U-ölçü sonucu
043 02	02	
044 95	=	$U/(1+E_s)=U_g$ Ölçmenin düzeltilmiş
045 66	2nd-Pause	sonucu



<u>Adım No</u>	<u>TUŞLAR</u>	<u>YORUMU</u>
046 91	R/S	DUR. Programın sonu
047 76	2nd-Lbl-	Alt-Program başlangıç adresi
048 94	(+/-)	
049 53	(	
050 53	(	
051 43	RCL-	R_2 -değeri
052 06	06	
053 35	1/+	$1/R_2$
054 85	+	
055 43	RCL-	R_1 değeri
056 05	05	
057 35	1/x	$1/R_1$
058 54	)	
059 65	*	
060 43	RCL-	r-iç direnç değeri
061 04	04	$(r/R_1)+(r/R_2)$
062 85	+	
063 01	01	$1+(r/R_1)+(r/R_2)$
064 54	)	
065 35	1/x	E: sistematik hata değeri
066 94	(+/-)	sistematik hata değeri (negatif)
067 58	2nd-Fix-	virgülden sonra iki rakamlı
068 02	02	
069 66	2nd-Pause	
070 92	INV-SER	SON(Alt-programın sonu)



C- KULLANMA KILAVUZU (PROG-05)

Sistematik ve duyarlık hatalarının değerlendirilmesinde kullanılacak verilerin hepsi birlikte ve sıralarına özen gösterilerek girilir. İstenmeyen kısımla ilgili bilinmeyen değer girişi, değerlendirmeleri etkilemeyecektir.

Aşağıda programın oluşumu ve sonuçlanması kısımlar halinde açıklanmaktadır.

SIRA	TUŞ	EKRAN	YORUM
II	LRN	000 00	Programın hafızaya kaydı
		...	
		070...92	70 adımlık programın sonu
	LRN	0	Programın hafızasının kapanışı
	RST	0	Kullanıma hazır.başlangıç.

.....

II Program dışı değerler sıra ile programın başlangıcından itibaren adım adım işletilerek, programda öngörülen depolara kayıt edilir.

	TUŞ	EKRAN	
1) S(sınıfı)	-	S(sınıfı)	voltmetre sınıfı 1.giriş
	R/S	S...	
2) U_v	-	U_v	ölçme sonucu (hatalı)
	R/S	S...	
3) U_o	-	U_o	ölçme sahasının max.
	R/S	S...	
4) r_v	-	r_v	voltmetre iç direnci
	R/S	S...	
5) R_1	-	R_1	ölçü yapılan direnç
	R/S	S...	
6) R_2	-	R_2	devrenin kalan direnç değeri

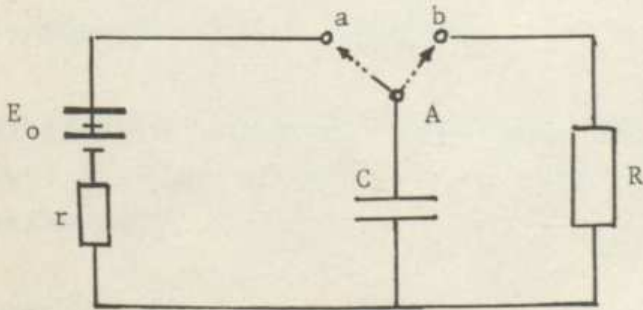


C- HESAPLAMALAR VE SONUÇ KISMI

TUŞ	EKRAN	YORUMU
A	----- ----- ϵ_2	Voltmetre ile yapılan ölç- medeki bağıl (%) duyarlık hatası ekranda görüntüle- nir.
B	----- ----- ϵ_1 : : U_t	Voltmetrenin sistematik bağıl hatası, 2 ondalıklı olarak yarım saniye görün- dükten sonra ekrana düzel- tilmiş sonuç gelir.

II.6. RC-DEVRESİ İÇİN KARŞILAŞTIRMALI PROGRAMLAR

A- Şekildeki devrede A-anahtarının (a) konumunda r-direnci üzerinde dolan C-kondansatörü, aynı anahtarın (b) konumunda R-direnci üzerinden boşalmaktadır.



ŞEKİL 1 - RC-devresi

Her iki konuma ilişkin diferansiyel denklemlerin nümerik çözümlerini veren programlar ile analitik çözüm sonuçlarını değerlendiren programlar karşılaştırılmaktadır. Bu ko-



nuda RPN-dilinde rastlanan bir program (Biondi-1979) AOS-diline çevrilerek kontrol edilmektedir.

Nümerik ve analitik çözüm sonuçlarını veren programların, özellikle denel sonuçların kontrolu bakımından gerekliliği tartışmasız kabul edilmektedir.

A1- DENEL DÜZENLEMENİN EĞİTİM TEKNOLOJİSİNE KATKISI

RLC-devrelerindeki oluşumları, osiloskopta analitik olarak görüntüleyebilmek için önce bu olayların tetikleme frekansı içinde tekrarlanması tasarlanmıştır. Bunun için A-anahtarı yerine elde bulunan bir adım röle, (TRA?JD-SR-24E) her ardışık adımı sıra ile (a) ve (b) konumlarını seçecek şekilde ayarlandı. Adım röle, tek alternansı doğrultulmuş AC-gerilimi ile çalıştırılarak; kondansatörün periyodik olan dolma-boşalma süreleri $(1/50)s=20$ ms olarak gerçekleştirildi. Bu şekilde çoğaltılacak bir deney setinin okullarımızda ilgi göreceği ve eğitime yararlı olacağı umulur.

A2- KONDANSATÖRÜN BOŞALMASI

Devredeki A-anahtarı (b)-konumunda iken C-kondansatörü R-direnç üzerinden boşalır. RC-devresinde 11.Kirchhoff kanunu yazılarak;

$$(q/C) + (dq/dt).R = 0 \quad (1)$$

boşalmanın diferansiyel denklemi elde edilir.

Bunun farklı algoritmalarla elde edilen nümerik çözümleri ile analitik çözümü programlar için temel alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır (Walcher-1974, s:272-282).



a) Analitik Çözüm

$$q(t) = q_0 \cdot \exp(-t/RC)$$

veya

$$U(t) = q(t)/C \quad \text{ve} \quad k = t/RC$$

Kısaltmaları ile:

$$U(t) = U_0 \cdot \exp(-k) \quad (2)$$

elde edilir (Program 1a).

b) Nümerik Çözümler

Yukarıdaki diferansiyel denklemin daha değişik şekilde yazılması ile ve kısaltmalarla elde edilen algoritma (Biondi, 1979):

$$C \cdot (q_1 + q_2)/2 + R \cdot (q_2 - q_1)/dt = 0$$

$$dk = dt/R \cdot C \quad \text{ve} \quad q = U \cdot C \quad \text{yardımı ile}$$

$$U_n(t) = U_{n-1} \cdot (2-k)/(2+t) \quad (3)$$

Program 1b de kullanılmıştır.

c) Euler Metodu ile Elde Edilen Algoritma

Euler Metodu: $dU/dt = f(t, U)$ şeklindeki diferansiyel denklem ve başlangıç şartları kullanılır. Çözüm:

$$U_{n+1}(t) = U_n(t) + dt \cdot f(t_n, U_n) \quad (4)$$

veya $k = dt/RC$ ile

$$U_n(t) = (1-k)^n \cdot U_0$$



Çözüm algoritması elde edilir (Bkz. Program 1c).

Öğrenci deneyleri için Euler algoritması ile analitik çözüme yeterli bir yaklaşım sağlandığından, düzeltilmiş Euler Metodu kullanılmamıştır.

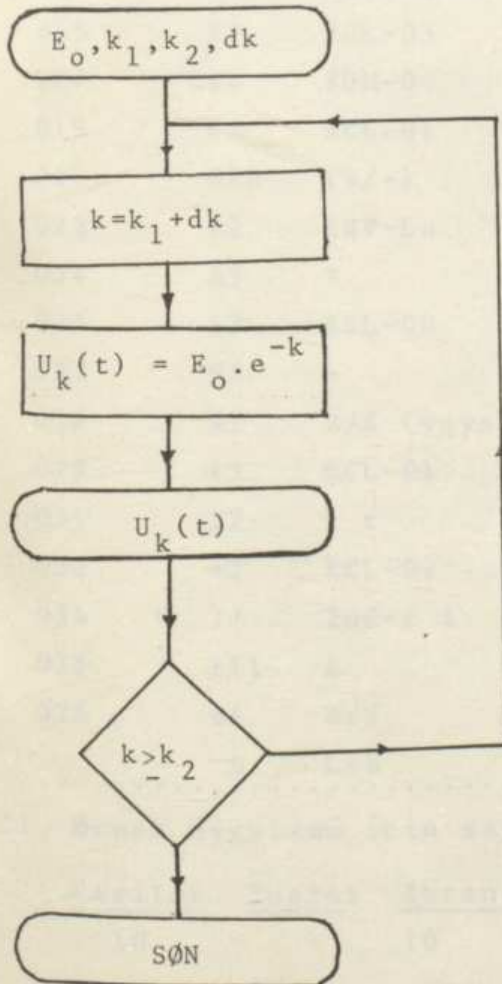
Program 1a

Programlanmış analitik çözüm (2):

$$U(t) = E_0 \cdot e^{-t/R.C}$$

$$U(t) = E_0 \cdot e^{-k}$$

Programın akış diyagramı ve kısaltmalar aşağıdadır:



KISALTMALAR

E_0 : $U(t=0)$, $k=t/RC$

k_1 : alt sınır k

k_2 : üst sınır

dk : $\Delta t/RC$ adımlama aralığı

Program 1a: Varyasyonel metodda akış diyagramı



B1. Program 1a: (Analitik Çözümü)

Adım No	Kodu	Tuşlar	Yorumu
000	00	LRN	Program açma tuşu
000	29	2nd-CP	Eski programları silme tuşu
001	42	STO-00	(E_0) başlangıç değeri
003	91	R/S	Bekleme (durma) işlemi
004	42	STO-01	k_1 -alt sınır
006	91	R/S	
007	42	STO-02	k_2 -üst sınır
009	91	R/S	
010	42	STO-03	dk: adım aralığı ($=dt/RC$)
012	91	R/S	
013	76	2nd-Lbl-A	Çevrim başlangıç adresi
015	43	RCL-03	dk:ekranda
017	44	SUM-0	$k=k_1+dk$
019	43	RCL-01	k
021	944	(+/-)	-k
022	22	INV-Ln	... e^{-k}
024	65	*	
025	43	RCL-00	$E_0 \cdot e^{-k}$
027	95	=	Sonuç ekranda
028	91	R/S (veya 2nd-Pause)	Görüntü bekletme anı
029	43	RCL-01	k
031	32	x t	T-deposuna kayıt (k)
032	43	RCL-02	Üst sınır (k_2)
034	77	2nd-x t	Karşılaştırma ($k k_2$)
035	111	A	Olumsuz karar için gidiş adresi
036	91	R/S	Program sonu ve durma işlemi
	0	LRN	Program kapatma işlemi

C1. Örnek uygulama için sayısal sonuçlar:

Veriler	Tuşlar	Ekran ve Yorumu
10		10 Gerilimin ilk değeri (E_0)
	R/S	
0	...	0 Zaman başlangıcı alt sınır ($k_1=0$)



Program 1a: (Analitik Çözüm)

Örnek Uygulama ve Sayısal Sonuçları

Veriler	Tuşlar	Ekran ve Yorumu
10		10 Gerilimin ilk değeri (E_0)
	R/S	
0		0 Zaman başlangıcı (alt sınır $k_1=0$)
	R/S	
1.2		1.2 Üst sınır ($k_2 = k_{max}$)
	R/S	
0.1		0.1 Adım aralığı (dk)
	R/S	
.....		
	A	Hesaplama ve çevrim başlangıcı
		9.048 Gerilimin $t=0.1$ s sonraki değeri
otomatik		
veya	R/S	8.187 $t=0.2$ (RC) s sonraki değeri
	R/S	7.408 $t=0.3$ (RC) s sonraki değeri
	R/S	6.703 $t=0.4$ (RC) s sonraki değeri
	R/S	5.488
	R/S	4.966
	R/S	4.493
	R/S	4.066
	R/S	3.679 $t=1.RC$ s sonraki değeri
	R/S	3.329
	R/S	3.012
	R/S	2.725 Gerilimin $t=1.3$ (RC) s sonraki değeri

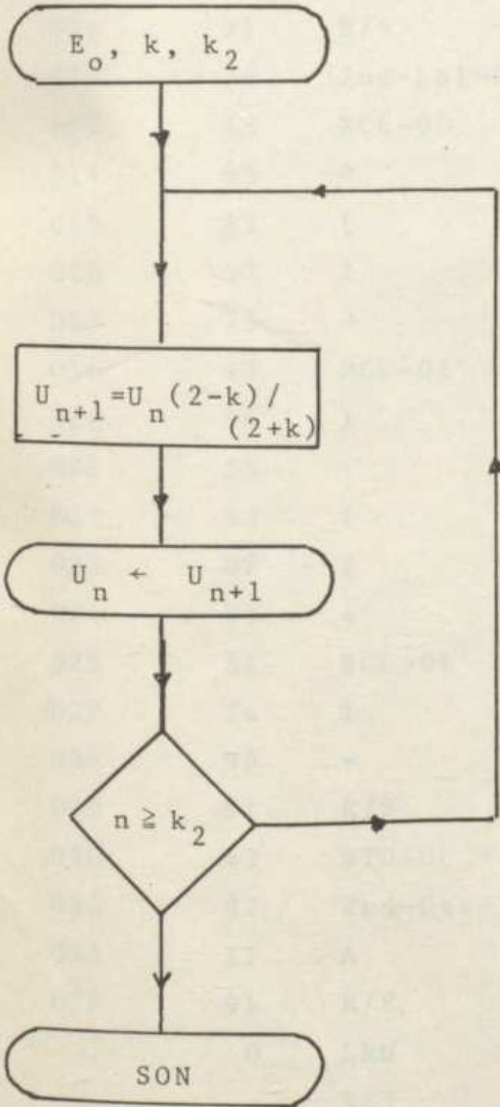


B2. Program 1b:

Aşağıda diferansiyel denklem (1) için nümerik çözüm metodu ve buna ilişkin akış diyagramı verilmektedir.

Nümerik çözüm metodu (Biondi, 1979)

$$U_{n+1}(t) = (2-k) \cdot U_n / (2+k) \quad (3)$$



KISALTMALAR

E₀ = U(t=0) başlangıç değeri

k = dt/RC adımlama aralığı
RC-cinsinden

k₂ = üst sınır (alınacak
değer sayısı)

Şekil 2 - Program 1b: Akış Diyagramı



B3. Program lb:

Adım No	Kodu	Tuşlar	Yorumu
000	00	LRN_	Program hafızasının açılışı
000	29	2nd-CP	Eski programların silinişi
001	42	STO-00	Başlangıç değeri $E_o = U(t=0)$
003	91	R/S	Yeni veri girişi için bekleme anı
004	42	STO-01	Adımlama aralığı $k=dt/RC$
006	91	R/S	
007	42	STO-02	Adım sayısı $=k_2$: istenen veri sayımı
009	91	R/S	
010	76	2nd-Lbl-A	Hesaplama ve çevrim başlangıcı
012	43	RCL-00	E_o veya ön değer
014	65	*	
015	53	(	
016	02	2	
017	75	-	
018	43	RCL-01	Adımlama aralığı (k)
020	54	)	(2-k)
021	55	:	
022	53	(	
023	02	2	
024	85	+	
025	54	RCL-01	
027	54	)	
028	95	=	$U_n \cdot (2-k) / (2+k) = U_{n+1}$
029	91	R/S	ışarıdan durdurmalı değer okunuşu
030	42	STO-00	Yeni hesaplama için başlangıç de-
032	97	2nd-Dsz-2	ğeri
033	11	A	$R_{o2} \neq 0$ ise GTO-A
034	91	R/S	
	0	LRN	Program hafızasının kapatılışı
		RST	Program hafızasının başlangıcına dönüş



C2. ÖRNEK UYGULAMA SONUÇLARI

Veriler	Tuşlar	Ekrandaki Görüntü ve Yorumu	
10	...	10	$E_o = U(t=0)$ başlangıç değeri
	R/S		
0.1	...	0.1	Adımlama aralığı $k=dt/RC$
	R/S		
12	...	12	Alınacak değer sayısı
	R/S		
	A		Hesaplama başlangıcı
		9.0476	$U_1(t=0,1 RC)$
	R/S	8.1859	
	R/S	7.4063	
	R/S	6.7010	$U_4(t=0,4 RC)$
	R/S	6.0628	
	R/S	5.4854	
	R/S	4.9630	
	R/S	4.4903	
	R/S	4.0626	
	R/S	3.6757	$U_{10}(t=1 \times R \times C) = E_o/e$
	R/S	3.3257	
	R/S	3.0089	
	R/S	3.0089	SON DEĞER

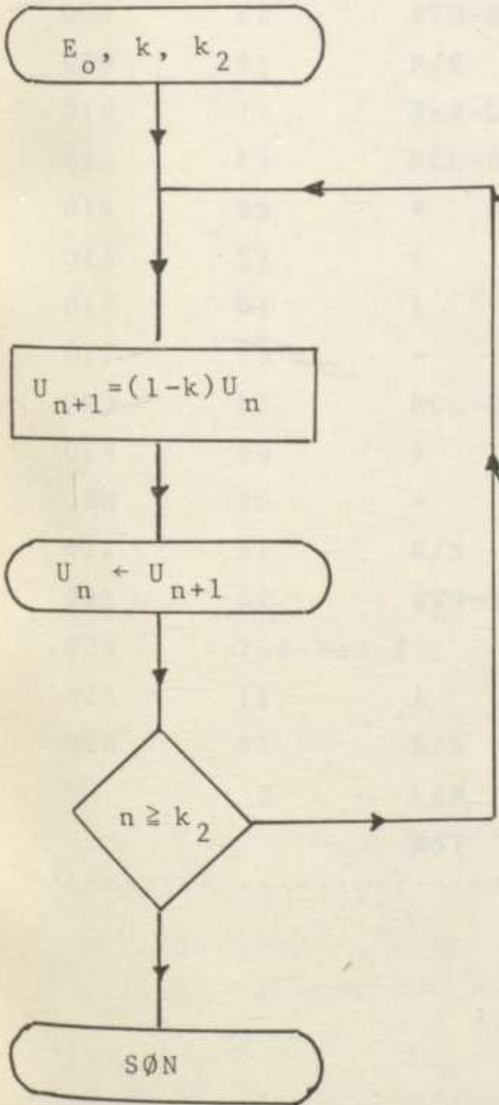


B3. Program 1c:

Aşağıda diferansiyel denklem (1) için Euler çözüm metodu ve buna ilişkin akış diyagramı verilmektedir:

Euler metoduna göre çözüm algoritması:

$$U_{n+1} = (1-k) \cdot U_n \quad (5)$$



KISALTMALAR

$E_0 = U(T=0)$ başlangıç değeri

$k = dt/R.C$ adımlama aralığı
R.C-cinsinden

k_2 : istenen veri sayısı
(başlangıçtan itibaren)

ŞEKİL 3 - Program 1C: Akış Diyagramı



B3. Program 1c:

Adım No	Kodu	Tuşları	YORUMU
000	00	LRN	Program hafızasının açılışı
000	29	2nd-CP	Eski programların silinişi
001	42	STO-00	Başlangıç değeri $E_o = U(t=0)$
003	91	R/S	Dur (bekle) emri
004	42	STO-01	Adım aralığı ($k=dt/RC$)
006	91	R/S	
007	42	STO-02	İstenen veri sayısı (k_2)
009	91	R/S	
010	76	2nd-Lbl-A	Hesaplama ve çevrim başlangıcı
012	43	RCL-00	İlk değer $E_o, U_1, \dots$
014	65	*	
015	53	(	
016	01	1	
017	75	-	
018	43	RCL-01	(1-k)
019	54	)	
020	95	=	İstenen çözüm ikinci değer $U_1,$
021	91	R/S	Ekranın okunması için $U_2, \dots$
022	42	STO-00	Yeni başlangıç değeri
024	2nd-Dsz-2		İşlem sayıcı
025	11	A	Çevrim başına dönüş kararı veya
026	91	R/S	DUR
	0	LRN	Program hafızasının kapatılışı
		RST	Hafızanın ilk adımına dönüş



C3. Örnek Uygulama Sonuçları:

Veriler	Tuşlar	Ekran ve Yorumu
10	...	10 Başlangıç değeri $U(t=0)=E_0$
	R/S	
0.1	...	0.1 Adımlama aralığı
	R/S	
12	...	12 İstenen veri sayısı
	R/S	
	A	Hesap ve çevrim başlangıcı
		9 İlk değer $U_1(t=0,1 \times R \times C)$
	R/S	8.1 İkinci çözüm sonucu
	R/S	7.29
	R/S	6.561
	R/S	5.9049
	R/S	5.3144
	R/S	4.7830
	R/S	4.3047
	R/S	3.8742
	R/S	3.4868 10.çözüm sonucu ($\Delta t=1$ RC sonra)

II.7. İSTENEN HASSASİYETTE KÖK ALMA (PROG-07)

A- PROGRAMIN TANITIMI

Verilen bir sayının kökü, hesaplayıcının kapasitesi ile sınırlanan hassasiyette hesaplanabilmektedir. Duyarlığın son aşamasında aynı sonucun tekrarı halinde program kendiliğinden son bulmaktadır.

Programın Temel Dayanağı

Alan değeri, kökü alınacak sayı kabul edilen bir dikkört

gen, aynı alan değerli kare şekline yaklaştırılır.

Bunun için; bir önceki aşamadaki kenar değerlerinin aritmetik ortalaması, gelecek şeklin bir kenarı kabul edilir.

Başlangıçta ise; alan değeri ve bir kenar uzunluğu kökü alınacak sayı kadar, diğer kenar ise 1. alınmaktadır.

B. (PROG-07)

Adım No	Kodu	Tuşları ve Yorumu
000	00	LRN Program hafızasının açılışı
001	42	STO
002	00	00 a-kökü aranan sayı
003	42	STO
004	01	01 $x_1 = a$ ilk kök değeri (kendisi)
005	76	(2nd)(Lb1) çevrim başlangıcı
006	11	A
007	32	(x $\leq$ t)
008	43	RCL
009	00	00 a-ekranda
010	55	(+)
011	43	RCL
012	01	01 X_n değeri
013	95	= $(a/x_n) = Y_n$ Kısa Kenar
014	42	STO
015	02	02 Y_n -kısa kenar değeri
016	53	(
017	24	CE Y_n -değeri
018	85	+
019	43	RCL
020	01	01 X_n -değeri
021	54	)
022	55	+

I. Program Kök Alma

Adım No	Kodu	Tuşları ve Yorumu
023	02	2 Aritmetik ortalama sonucu
024	95	= $X'_n = (X_n + Y_n) / 2$
025	42	STO Yeni X'_n değeri ve kökün
026	01	01 Yeni değeri
027	66	(2nd)(Pause) Yeni değerin okunması veya (RIS)
028	22	INV
029	67	(2nd)(x=t) Çevrim sonu kontrol.
030	11	A Hassaslık sınırına ulaşıldığında
031	91	R/S (R/S) ile durulacaktır.
	0	LRN Program hafızasının kapatılışı
	0	RST Programın başlangıcına dönüş.

C. KULLANILMASI

II	a=...	Kökü istenen sayı yazılır
III	 R/S	Program çalıştırılır.
	:	Sürekli çevrimde ara değerler oku-
	:	nur.
	:	
	$\sqrt{a} = \dots$	En hassas sonuçta program otomatik olarak durmaktadır.

C. ÖRNEK UYGULAMA: $X = 5$ sayısının en hassas kökü.

TUŞ	EKRAN	YORUMU
RST	0	Programın ilk adımı
5	5	Kökü alınacak sayı
(R/S)	...	
	3	1. yaklaşım $\sqrt{5} \approx 3$
	2,333333333	2. yaklaşım
	2,238095238	3. yaklaşım
	2,236068896	4. yaklaşım
	2,236067978	5. yaklaşım
	2,236067977	6. yaklaşım
	2,236067977	7. yaklaşım
		SON



III. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

A- PROGRAM GELİŞTİRME

- 1- Çalışmada sunulan orijinal programlar, konularının genel-
liği ve önemi nedeniyle yaygın bir kullanım alanı ve tale-
bi bulacaklardır.
- 2- İleri Programlı Hesaplayıcılar, bilgisayar dillerine baş-
langıç olarak ve bilgisayarların iş yükünü hafifletmek
amacı ile üniversitelerde ders olarak okutulmaktadır
(Biondi, 1979).
- 3- Uygulamalı teknik bilimlerin eğitiminde, uygulamalarında ve
işyerlerinde % 80 kadar zaman kazancı sağlayabilmektedir-
ler (İfs-VDT, 1980).
- 4- Özellikle mühendislik eğitimindeki öğrenciler tarafından
çeşitli yollarla temin edilen Programlı Hesaplayıcıların
rehberlik olmadan kullanılamadığı saptanmıştır.
- 5- Eğitim Teknolojisinin önemli bir ögesi durumunda bulunan
Programlı Hesaplayıcıların ülkemizde yeterince tanınmadığı
ve yaygın olarak kullanılmadığı gözlenmektedir.
- 6- Programlı Hesaplayıcılar, aynı zamanda Bilgisayar Teknolo-
jisi için bağlantı destek ve kullanma kolaylığı sağlamak-
tadır (Grünert-1978/Brandenburg-1978).

B- MİKROELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

Elektronik hesaplayıcılar ve programlı hesaplayıcıların bilgisayarlarla ortaklaşa yeni sistemler oluşturdıkları da görülmektedir.

- 1- Elektronik hesaplayıcılar, sayıları toplayacak ve fark sayacak biçime dönüşebilmektedir, (Kohlmetz-1978).
- 2- Programlı hesaplayıcılar üzerinden bilgisayarlara veri girişi sağlanmakta; programlarından kolayca yararlanılabilmektedir. (Brandenburg-1978).
- 3- Ayrıca Programlı hesaplayıcılarla mikrobilgisayarların oluşturacağı yeni sistemde; ölçü sonuçlarının doğrudan, hızlı ve kolayca değerlendirilişi sağlanmakta; bu tür sistemler ölçü araçlarına bağlanabilmektedirler. (Bruckmüller-1978).
- 4- Programlı hesaplayıcılar, ölçme araçları ile birlikte yeni, orijinal ve yararlı sistemler oluşturabilmektedir. Örneğin veri girişinde, sayma işlemlerinde ve Wherstone köprüsünde NTC-direncindeki değişimin sayısal gösterimi v.b. (Grünetr-1978) konularda.



KAYNAKLAR

SIRASI	KODU	AÇIKLAMASI VE TANITIMI
1	Adolf-1979	"Einsatzmöglichkeiten von programmierbaren Taschenrechnern zur Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei investitionen" Elektrizitätswirtschaft 1978 (1979), Jon-22, pp.42-47.
2	Bartee-1977	"Bartee T.C." Digital Computer fundamentals" 1977-4. Ed. pp.2-6. McGraw-Hill Kogakusha, LTD Tokyo-Int. Student Ed.
3	Bilgisayar-1982	Bilgisayar Dergisi-1982; Sayı 26, Sayfa 8.
4	Biondi-1979	Biondi,M./Midoro,V./Pescetti,D. "The use of programmable pocket calculators in engineering introductory courses" 1979 Int.J.Elect.Educ. Vol.16, pp.138-146 Manchester.
5	Kahan-1979	W.Kahan (B.N.Parlett) "Können Sie sich auf Ihren Rechner verlassen?" Funkschau-1979 H.2, s.71.
6	Englert-1977	R.Englert. "Umwandlung ven Dezimalzahlen in beliebiger Basis und umgekehrt". Elektronik (1977) H.7, S.49.



SIRASI	KODU	AÇIKLAMASI VE TANITIMI
7	Çorlu-1982	M.A.Çorlu/E.Büyükkoca "Teknik Yüksek Öğretimde Programlı Elektronik Hesaplayıcılar", Elektrik Mühendisliğinde Eğitim ve Araştırma Ulusal Sempozyumu-1982, K.T.Ü.-Trabzon.
8	Çorlu-1982	M.A.Çorlu "Programlı Elektronik Hesaplayıcılar- la Fizik Deneyleri" T.F.D. IV.Fizik Kongresi 1982-Hacettepe Üniv.-Ankara.
9	Çorlu-1983	M.A.Çorlu "Programlı Hesaplayıcılar" Teknik Eğitim: Dünyü, bugünü ve geleceği-1983, s.4-45, İ.T.Ü., İstanbul.
10	Gezici-1983	R.Gezici "Arakademe Elemanı İhtiyacı ve Teknik Eğitim Fakülteleri" Teknik Eğitim: Dünyü, bugünü ve geleceği-1983, s.1.46-1.54-İ.T.Ü. İstanbul.
11	Goeller-1978	R.Goeller "Drei Methoden zur Zahlen-Umsetzung" Elektronik-1977 Vol.26, Nr.8, s.77-82.
12	Gülkan-1983	P.Gülkan "Ülkemizde Mühendislik Eğitimi-Önümüz- deki Yirmi Yıl İçin Bir Perspektif" Teknik Eğitim: Dünyü, bugünü ve geleceği-1983, s.2.10- 2.60-İ.T.Ü.-İstanbul.
13	Hecht-1977	K.Hecht "Beiträge zur naturwissenschaftlich- technischen Fachdidaktik" 1977 Beltz-Verlag.
14	Hotwijk-1981	Th.Holtwijk "Microelectronics-Future prospects and applications" Trends in physics-1981, pp.1151.
15.	Ifs-VDI-1980	Institut für Führungsseminare-V.D.I. "Seminar- veranstaltungen von Ifs."

SIRASI	KODU	AÇIKLAMASI VE TANITIMI
		I- Abschied von der üblichen Kalkulation 9.Oct.1980.
		II- Einsatzmöglichkeiten von programmierbaren Taschenrechnern 10.Dez.1980.
16	Keil-1981	Reinhard Keil, "Filterberechnung mit dem Tl-58/59" Funkschau-1981, Nr.22, pp.94-95.
17	Kraus-1979	Kamil Kraus, "Berechnung von Nullstellen eines Polynoms mit Hilfe eines Taschenrechners" Nachrichten Elektronik-1977, Vol.26, Nr.8, pp. 87-88.
18	Lovelock-1979	R.T.Lovelock, "Fourier analyses with the Tl-58/59 Calculator" New Electronics-1979, pp.54.
19	Mc Dermot-1978	J.Mc Dermot, "Focus on scientific calculators" Electronic Design-1978, v.26, n.5, Mar.1, pp.40-51.
20	Mikrocomp.Z-1981	"Doch nur 4 computer pro Schule" Die Mikro- computer-Zeitschrift 1.Mai7Juni 1981, s.8.
21	Robert-1981	D.H.Roberts, "The impact of microelectronics" Trends in physics-1981, pp.281.
22	Schnell-1978	Gerhard Schnell, "Die Programmierung einer einfachen Differential-Gleichung auf ver- schiedenen Taschenrechnern" Elektroniker Nr.9 (1978) s.33-37.

SIRASI	KODU	AÇIKLAMASI VE TANITIMI
23	Vardar-1983	Yusuf Vardar, "Sanayi Odaları ve Teknik Eğitim İlişkileri" Teknik Eğitim: Dünyü, bugünü ve geleceği, 1983, s.1.46-1.54, İ.T.Ü.
24	Walcher-1974	W.Walcher, "Praktikum der Physik"-1974 3.Aufl, Teubner-Studienbücher, Stuttgart.
25	Brandenburg-1978	G.Brandenburg "Taschenrechner als preiswertes numerisches Terminal für μC " Elektronik (1978) v.27, n.11, s.88-90.
26	Bruckmüller-1978	K.Bruckmüller "Datenverarbeitung mit Taschen- rechner" Elektronikschau (1978) n.10, s.40-47.
27	Gruenert-1978	Gruenert,H.J. "Dateneinzug für programmier- bare Taschenrechner", PTB-Mitteilungen (Jun 1978), n.88/3, s.198.
28	Kohlemtz-1978	Kohlmetz,R. "Taschenrechner arbeitet als digitaler Summen-und Differenzzähler" Elektronik (1978) v.27, n.9, s.108.



TEŞEKKÜR

Öncelikle bu tezin yöneticiliğinde bulunarak bana yardımcı olan, çalışma desteğinde bulunan sayın Doç.Dr.Edip BÜYÜKKOCA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca problemleri bol dekan yardımcılığı ve dekan vekilliğim döneminde beni tez çalışmalarımı bitirmeye teşvik eden, idarecilik problemlerime anlayış ve tahammül göstererek bana destek olan eşim Vildan'a da teşekkürler ederim.



EK I- SEÇİLMİŞ RPN-PROGRAMLARI TANITIMI

USERS'S PROGRAM LIBRARY-EUROPE

HEWLETT-PACKARD S A

P.O. BOX

7, RUE DU BOIS-DU-LAN

CH-1217 MEYRIN/GENEVA



Order Nr. 1- Program Title 2- Category Name 3- Author and his address
4- Programm-step number 5- Nr of Data register
6- Other properties 7- Prog.Abstract

100 12 1- Square Root Extraction 2- Extended Precision
3- T.J.P.HUMBERT, 10, Residence La Trevaresse Puyricard/France
4- Adım sayısı: 030 5- Depo sayısı: 003
6- İteratif olarak $a=(b/a)+a)/2$ a değeri köke yaklaştırılır.
7- İstenilen hassaslıkta tüm reel sayıların karekökü hesaplanır. Bunun için özel bir subroutine programı kullanılmıştır.

10 103 1- Numerical Integration 3- Hewlett Packard Co.
1000 NE Circle Blvd. Corvallis/OR-97 330 USA
4- Adım sayısı = 118 5- Veri deposu = 08
6- Toplam register = 036 / User Mode on /Printer enable
7- Program, nümerik integrasyonu: explicit fonksiyonlar için Simpson kuralı ile/diskret durumda hem Simpson ve hem de Merdiven kuralı ile yaklaşık olarak hesaplar.

10 239 1- Correlation Matrix 2- Curve Fit/Regression/
Correlation 3- LESTER,H.Gilbert
18, Cloister Avenue, Simonside-South Shields
Tyne and Wear-England
4- Adım No:236 5- Veri No:057
6- p:variable satır eleman sayısı ve N:subject konu edilen durum (sütunda eleman) sayısı ise:
p= 2..8 için: 1 Memory Modülü
p= 9..13 için: 2 Memory Modülü
p=14..17 için: 3 Memory Modülü
p=18..20 için: 4 Memory Modülü
7- Program, p=8 variable'a kadar herhangi sayıdaki durum elemanı için bir tek program modülü ile Korelasyon Matrisini ortalamayı, standart sapmayı hesaplar.



$$\bar{X}_i = \Sigma X_i / N \quad S_i = (N/(N-1)) \left[\frac{\Sigma X_i^2}{N} - \bar{X}_i^2 \right]^{1/2} \quad i=1 \dots p$$

$$\text{Corr} = \frac{N/(N-1) \left[\Sigma X_i X_j / N - \bar{X}_i \bar{X}_j \right]}{S_i S_j} \quad \begin{matrix} i=1 \dots p \\ j=1 \dots p \end{matrix}$$

10 183

1- Linear Regression and estimate

2- Curve Fit/Regression/Correlation

3- Bjorn Engsing, Havrevaenget-15

Allerod, DK-3450, Denmark

4- 102 adımlık

5- Veri deposu=08

6- Tek memory modülü ve toplam 127 register kullan.

Program (x,y) veri çiftlerini; $y=a.x+b$ doğrusuna uydur. (Fit) İşlenen veriler: x, y, x^2, y^2 ve $x, 1$ bunlarla:

$$b = \left[\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y / n \right] / \left[\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2 / n \right]$$

$$a = (\Sigma y / n) - b \cdot \Sigma x / n$$

$$r^2 = b \cdot \left[\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y / n \right] / \left[\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2 / n \right]$$

7- Program, veri çiftleri arası lineer regresyon katsayısını hesaplar. 218 bytes olan programın min ölçüsü 025 olup; Alt Program olarak 10 181 no.lu programa gerek duyulur.

NOTE: Calculator Extension Routines are needed to run this Prog.

10 212

1- Extrem-values

2- Interpolation

3- Klaus Bubcek, Gustav-Siegle Str. 72

7000 Stuttgart-1/Germany

4- 122 adımlık

5- Veri deposu=14

7- Bu program, verilen herhangi bir fonksiyonun maksimum ve minimumunu belirler.

Toplam register=027.

- 10 232 1- MULDIV 2- Extended Precision
3- Elie MADEUF, Lycee Bernart de Ventadour,
USSEL, 19 200, France
4- Adım sayıları=166
7- Bu program ile 80 ondalığa kadar olan sayıların çarpımı
ve bölme işlemi, birkaç yüz ondalığa varan sonuç olarak
verilir.
- 10 243 1- Calculation of function values of experimental achieved
curves
2- Interpolation
3- Helmut Bernhard, Inst.f.Schadenverhütung u.Schaden-
forschung, Garten Str.6-10
Kiel, Federal R.of Germany Postal code: D-2300
4- Adım sayı=91 5- Veri deposu=n veri çifti için
(11+2n)
6- 1 Modul RAM, Card Reader
Equation of the secant between the points (x_1/y_1) and
 (x_2/y_2) : $Y = y_2 + (y_2 - y_1) \cdot (x - x_2) / (x_2 - x_1)$
7- Program negatif x değerleri ile çalışmaz.
Program denel olarak n-veri çifti ile elde edilen eğriden
rastgele bir x-değerine karşı gelen y-değerini hesaplar.
- 10 274 1- Automatic Curve Fitting
2- Curve Fit/Regression/Correlation
3- Nai Chi Lee
34, Hillcrest road. Post.Code:1128
SINGAPORE
4- Adım Sayı=196 (=306 Bytes) 5- Veri depo=18
6- En küçük kareler metodu ile fit,
Toplam register=62; exp--fit için $y > 0$;
log-fit için $X > 0$; üstel-fit için x ve $Y > 0$
7- Veri çiftleri için öngörülen teorik lineer, exponential,
logaritmik ve üstel eğrilere en iyi uyumu sağlayacak kore-
lasyon katsayıları hesaplanır ve seçim yapılır. Bu en iyi
fite göre katsayılar hesaplandığı gibi, manual selection
da yapılabilir.

- 10 298
- 1- Determinant and Inverse of square matrix (up to 11×11)
 - 2- Linear systems/matrices
 - 3- Topi Linkala, Kaarenjalka-5825 Post-cod SF-0940
Helsinki-94
Finnland.
 - 4- Adı No=269
 - 5- Veri depo=73+
 - 6- Programda Gauss-eliminasyon metodu kullanılır. Diagonal elemanlar çarpımı, diagonal matrixi verir.
 - 7- Program, Gauss eleme metodu ile determinant ve ters kare matrix değerlerini (11×11) e kadar hesaplar. Bir memory modülü, program yüklemesi için ayrılır. Diğer hafıza modülleri merteye yüksekliğine ve sistemlere bağlı kullanılır.
- 10 382
- 1- Simple linear interpolation
 - 2- Interpolation
 - 3- Kim GRAU, Denmark
 - 4- Adım 38
 - 5- 011 veri deposu
 - 7- Verilen (X_1/Y_1) ve (X_2/Y_2) ile bilinen X için Y=? hesaplanır.
- 10 425
- 1- Polynomial Regression
 - 2- Curve-fit/Regression/Correlation
 - 3- Thomas Okken, Dr.Röntgenlaan-27 Balthoven/Netherlands.
 - 4- Adım=167
 - 5- Veri deposu=28
 - 7- Program, en küçük kareler metodu ile p. derece polinomuna verilen n adet veri çiftini uyarlar. $p=3,7,10,13$ veya 15. dereceler için gerekli RAM-Modülleri sayısı 0,1,2,3 veya 4 olacaktır.
- 10 439
- 1- Plotting of Non-functional Data
 - 2- Zeichenroutiner
 - 3- Michael Tarnowski, Fritz-kalle Str. 4
Wiesbaden-BRD.
 - 4- Adım no=034
 - 5- Veri deposu=007
 - 6- Program



- 7- Depo kullandığından buna uyabilecek sayıda 231 veri grubunu 3 hafıza modülü kullanarak çizer. Execute size=N+7 yani 1-E, N=13 size 20... usw.

10 526

- 1- Linear systems - Inverse Matrix (Gauss Meth.)
- 2- Linear systems - Matrices
- 3- Paul SEBAH, 37 B Boulevard Hugues, Marseille, France
- 4- Adım = 214
- 5- $9+N^0$ of matrices entires
- 6- LIS-(281 Bytes), Gauss-Metodu ile lineer sistemleri çözer. MINV, (59 Bytes) Kontrol için
- 7- Bu program LP-1 kullanarak, Lineer Sistem ve inverse matrix çözümünü Gauss-Metodu ile yapar.

10 528

- 1- LSQFY
- 2- Curve-fit/Regression Correlation
- 3- R.LABORDUS, L.Hagel str. 44, NL-3531 BK,UTRECHT
- 4- Adım No:144
- 5- 016 veri deposu
- 7- This program fits the best straight line verilen veri çiftleri için En küçük kareler metodu kullanılır.

10 540

- 1- All digit of N! (N 1216)
- 2- Extended Precisio-
- 3- Massimo MASSA, Via Masio Musco, 81 Rome, Italy.
- 4- Adım Nr=101
- 5- Veri Depo Nr=22+
- 6- Memory modülü olmadan $N \leq 220$ (SIZE=041)
 - 1 Memory modülü ile $N \leq 495$ (SIZE=105)
 - 2 Memory modülü ile $N \leq 750$ (SIZE=169)
 - 3 Memory modülü ile $N \leq 988$
 - 4 Memory modülü ile $N \leq 1215$ (SIZE=297)
- 7- Kolay ve kısa bir programla N! bütün haneleri ile hesaplanmaktadır. 1215! 3223 hanelik sayı olmaktadır.



Ö Z G E Ç M İ Ş

M.Ali Çorlu, Doğum Yeri ve Yılı: Karacabey-1.2.1948

ÖĞRENİMİ

- İlköğretimi : (1954-1959) Taşlık Köyü İlkokulu
- Ortaöğretimi : (1959-1963) Arifiye Öğretmen Lisesine parasız yatılı sınavla giriş derecesi (2.)
- Yüksek Öğretime Hazırlık : (1963-1964) Parasız yatılı yüksek öğretime seçilme derecesi (1.) İzmir Yüksek Öğretmen Hazırlık
- Üniversite : (1964-1969) Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Matematik Bölümü Lisans Derecesi (İyi)

MESLEK VE İHTİSAS DÖNEMİ

- 1- Öğretmenliği : (1969-1970) Karaman Lisesi
- 2- Asistanlığı : (1970-1971) İ.D.M.M. Akademisi, Yıldız İstanbul.
- 3- Araştırma : (1971-1975) Almanya'da Araştırma Burslusu
- Konusu : Streuungen von ^{12}C an ^{24}Mg bzw. ^{13}C an ^{24}Mg
- Yeri : Max-Planck Institut für Kernphysik Heidelberg, BRD
- 4- Hilfsassistent : in Karl Ruprecht Universität, Heidelberg
- 5- Alm. Öğretmenliği : (1975-1977) İstanbul E.Lisesi
- 6- Asistanlığı : (1977-1979) K.D.M.M. Akademisi
- 7- Öğr.Görevliliği : 1979 K.D.M.M. Akademisi
- 8- Doçentliği : 1979 K.D.M.M. Akademisi, Y.O.Kocaeli Müh. Fak.
- Yeterlik Tezi : 1975 Ağır İyon Fizikinde Elastik Saçınımlar
- Doçentlik Tezi : 1979 Uyarım Fonksiyonları
- 9- İdareciliği : 1980-1982 K.D.M.M.Akademisi Başkan Yard. 1982-1983 Y.Ü.Kocaeli Müh.Fak.Dekan Yard. ve Dekan Vekilliği
- 10- Yabancı Dilleri : Almanca ve İngilizce
- 11- Bilgisayar : Fortran



Çalışmaları:

- 1- Streuungen von ^{12}C bzw. ^{13}C an ^{24}Mg (1975-Almanca)
- 2- Ağır İyon Fiziğinde elastik saçınımlar (1975-Yeterlik tezi)
- 3- Uyarım Fonksiyonları (1979-Doçentlik Tezi)
- 4- Fizik I - (1980 Ders Notu Teksir)
- 5- Teknik Yüksek Öğretimde Programlı Hesaplayıcılar (Bildiri) 9-11 Temmuz 1982 Elektrik Müh. Eğitim ve Araştırma Sempozy. K.T.Ü.Trabzon.
- 6- Programlı Hesaplayıcılarla Fizik Deneyleri (Araştırma Bildiri) IV.Fizik Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- 7- Programlı Hesaplayıcılar (Araştırma Bildirisi) Teknik Eğitim Ulusal Kongresi, İ.T.Ü. 1983 Ekim
- 8- Eğitim Teknolojisinde Programlı Hesaplayıcılar (1983) Marmara Üniversitesi Fizik Yüksek Lisansı ders notları teksiri
- 9- Atom ve Çekirdek Fiziği (1983) Marmara Üniversitesi Eğitim Fak. Ders notları teksiri.
- 10- Elektronik Hesaplayıcılar ve Programlama (1984-Hazırlanıyor).
- 11- Programlı Hesaplayıcıların bilimsel araştırmalarda ve eğitim teknolojisindeki yeri (1984-Doktora Tezi).
- 12- Atom ve Çekirdek Fiziğinde Kaynak Bilgiler (1983-Derleme) Teksir Notu, Fotokopi).
- 13- Kocaeli ve Kayseri D.M.M.Akademisi Elektrik ve Ölç.Lâb. I, II, ders ve deney teksirleri, 1980-1981



