

66606

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## TELEFONLU CEVAP SİSTEMİ

*Aydın YAVUZ*

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRONİK ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

*Doç. Dr. Kemal FİDANBOYLU*



Bu tez çalışması GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...3.7.97... Tarih ve ...97/15... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ELEKTRONİK Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı):

Doç. Dr. Kemal FİDANBOYLU  
Marmara Üniversitesi,  
Mühendislik Fak. Elektronik Müh. Blm.

Üye

:

Doç. Dr. Ensar GÜL  
Marmara Üniversitesi,  
Mühendislik Fak. Bilgisayar Müh. Blm.

Üye

:

Yrd. Doç. Dr. Nizamettin AYDIN  
G.Y.T.E., Mühendislik ve Fen Bilimleri  
Enstitüsü, Elektronik Anabilim Dalı

**ONAY**

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
05/08/1997... tarih ve 97/12... sayılı kararı



## ÖZET

Sayısal Elektroniğin gelişimi, teknolojiye yeni ufuklar açmış ve PC'lerinde ötesine geçmiştir. Sayısal Kontrol, Gerçek Zamanlı uygulamaların da üstesinden gelecek kadar gelişmiş ve günümüzde birçok uygulamada PC'lerin yanında DSP'li sistemlerde kullanılmaktadır. Bu sayede çoğu uygulama tek cihazla gerçekleştirilecek duruma gelinmiştir, bu da DSP'leri bünyesinde barındıran, çağımızın en popüler cihazlarından PC'li sistemlerdir.

Endüstriyel uygulamaların yanında, ofis hatta ev uygulamalarında otomasyona geçilmektedir. Haberleşme de dahil olmak üzere, birçok alanda güçlü otomasyon sistemlerini mümkün hale getiren DSP ve PC'ler insanların hizmetindedir.

Bilgisayarlı Telefon Sistemleri, çoğu telefon uygulamasını, PC sayesinde otomatik yapma imkanı sağlar. Bu amaçla, aynı düzeyde olan mevcut sistemlerden daha yetenekli (hat sayısı, sistem esnekliği ve ek özellikleri bakımından) bir sistem Türkiye şartlarında yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında, İşaret İşlemci ADSP2181 ve PC kullanılarak bir Bilgisayar-Telefon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu, Telefonlu Cevap Sistemidir. Telefonlu Cevap Sistemi, sekiz ayrı çağrıya aynı anda cevap vermekte olup telefonla birçok uygulamayı mümkün kılmaktadır. Bu uygulamalardan bazıları; Telefonlu ürün tanıtımı, rezervasyon, okullarda öğrencinin notlarının ve ders durumunun telefonla öğrenilmesi olarak sayılabilir.



## SUMMARY

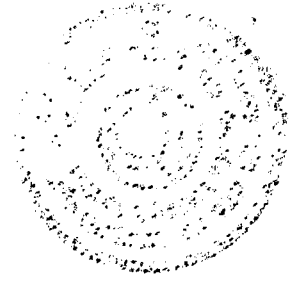
The evolution of digital electronics expands the frontiers of technology and exceeds the personal computers. Digital control has developed so much up to Real-time applications could be accomplished, and today DSP included systems used together with Personal computers in many applications. As a result of this, most applications can be available by using only a single device. These are DSP containing personal computers, one of the most popular devices of our age.

In not only industrial applications also by these, in office or more over in home applications could be transferred to the automation. DSPs and PCs, that make powerful automation systems available in many fields also including communications, serve to human being.

The Computer-Telephony Systems give the opportunity of automation to most telephony applications by using PCs. For that purpose, a system, that is more efficient (in the sense of line number, system flexibility and additional properties) than the others on the same class, has built in Türkiye's conditions

In this study of thesis a computer telephony application realized by using PC and Digital Signal Processor: ADSP2181. This is a Telephone Answering Machine. This answering system can answer eight different calls at same moment and enables many other different applications. Product presentation, reservation and at schools learning their students' marks and position with the telephone, are examples of these applications.

## TEŞEKKÜR



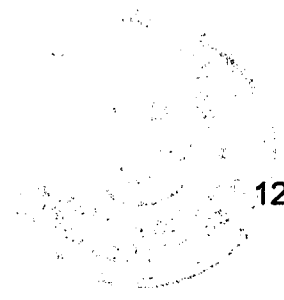
Yüksek Lisans çalışmamda; beni yönlendiren ve teşvik eden saygıdeğer Hocam Doç. Dr. Kemal FİDANBOYLU'ya, her yönüyle destek olan Marmara Elektronik Gnl. Müd. Yük. Müh. Can Özkan'a, bilgi ve tecrübesiyle büyük emeği geçen saygıdeğer Yük. Müh. Ömer DOĞAN'a, Lisans sonrası ve Yüksek Lisans öğrenimim sırasında çalışmalarına zemin oluşturan, işyeri olduğu kadar çok nezih insanlardan oluşan kadrosuyla aynı zamanda bir eğitim kurumu olan Tübitak-MAM bünyesinde beni yönlendiren ve her zaman destekleyen saygıdeğer Yük. Müh. Celalettin KARAMAN'a, bu tez çalışmasında temel teşkil eden İşaret İşleme konusunda bilgi ve tecrübelerinden istifade etme olanağı bulduğum saygıdeğer Hocam Yrd. Doç. Dr. Nizamettin AYDIN'a, özveriyle yardımcı olan saygıdeğer Namık ve Aysun ÜNLÜ'ye, yardımlarını esirgemeyen MAM-Görme ve İmge İşleme Grubundaki saygıdeğer meslektaşlarıma, gerçek özveriyle yardım eden saygıdeğer arkadaşım Kürşad ŞİRİN'e, her zaman olduğu gibi bu tez çalışmamda da bana fazlasıyla destek ve yardımcı olan eşim İlknur YAVUZ'a ve ismini sayamadığım bana destek olan tüm yakınlarıma teşekkürü borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                       | SAYFA |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET                                                                                  | iv    |
| SUMMARY                                                                               | v     |
| TEŞEKKÜR                                                                              | vi    |
| İÇİNDEKİLER                                                                           | vii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ                                                        | xi    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ                                                                       | xiv   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ                                                                     | xvi   |
| 1. GİRİŞ                                                                              | 1     |
| 2. BİLGİSAYAR İLE TELEFON UYGULAMALARI                                                | 4     |
| 2.1. Giriş                                                                            | 4     |
| 2.2. Bilgisayar-Telefon Uygulamaları Nedir?                                           | 4     |
| 2.3. Bilgisayar ve Telefon Kullanımının Kesiştiği Noktalar                            | 5     |
| 2.4. Çağrı Kontrolü ve Ortam Uygulamaları                                             | 6     |
| 2.5. Modüler Ortam İşleme Donanımları                                                 | 7     |
| 2.6. Sinyalizasyon: Çağrı Kontrol Bağlantısı                                          | 8     |
| 2.7. Birinci Grup ve Üçüncü Grup Çağrı Kontrol                                        | 10    |
| 2.8. Bilgisayar-Telefon Kaynaklarının Paylaşımı                                       | 10    |
| 2.9. Bant Harici Sinyalizasyon için Seçenekler                                        | 12    |
| 2.10. Uygulama Amaçlı Programlama Arabirimleri                                        | 16    |
| 2.11. API'lara Karşı Ticari Ürünler                                                   | 17    |
| 2.12. Alışılmamış Telefon Uygulamaları                                                | 18    |
| 2.13. Bilgisayar-Telefon ve Alıcı Server Hesaplamaları                                | 19    |
| 2.14. Bilgisayar-Telefon: Seçeneklerin Bolluğu                                        | 20    |
| 3. SAYISAL İŞARET İŞLEMCİLER, KİŞİSEL BİLGİSAYARLAR'DA<br>TASARIM ve TELEKOMÜNİKASYON | 22    |
| 3.1. Giriş                                                                            | 22    |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2. Sayısal İşaret İşlemciler                                                 | 22 |
| 3.2.1.DSP Tarihçesi                                                            | 23 |
| 3.2.2. DSP Karakteristik Özellikleri                                           | 24 |
| 3.2.2.1. Matematiksel Olarak Büyük ve Zor Algoritmalar                         | 25 |
| 3.2.2.2. Gerçek Zamanlı Yönetim                                                | 26 |
| 3.2.2.3. Örnek Veri Geliştirilmesi                                             | 26 |
| 3.2.2.4. Sistem Esnekliği                                                      | 27 |
| 3.2.3. Programlanabilir DSP Mimarileri                                         | 27 |
| 3.2.3.1. Temel Denektaşları                                                    | 28 |
| 3.2.3.2. Aritmetik                                                             | 29 |
| 3.2.3.3. Hafıza                                                                | 33 |
| 3.2.3.4. Pipelining                                                            | 38 |
| 3.2.4. DSP Seçiminin İncelikleri ve Neden ADSP2181?                            | 42 |
| 3.2.3.1. ADSP2181, TMS320c5x ve DSP56000                                       | 43 |
| 3.2.3.2. Texas TMS320c5x                                                       | 44 |
| 3.2.3.3. Motorola DSP56000                                                     | 45 |
| 3.2.3.4. Analog Devices ADSP2181                                               | 46 |
| 3.3. PC-AT Veri Yoluna Arabağlaşım                                             | 48 |
| 3.3.1. PC-AT Veri Yolu İşaret Tanımlamaları                                    | 49 |
| 3.3.2. PC için Geliştirilen Kartlarda Güç                                      | 54 |
| 3.3.2.1. Güç Sınırlamaları                                                     | 54 |
| 3.3.2.2. Güç Bağlaşımını Kesme                                                 | 54 |
| 3.3.2.3. Sistem Yolunun Yüklenmesi ve Sürme Kapasitesi                         | 55 |
| 3.3.3. Paralel G/Ç Portu Tasarımı                                              | 55 |
| 3.3.4. PC-AT Kesmeler, DMA, Zamanlayıcı ve Sayıcılar, G/Ç ve Bellek Aralıkları | 57 |
| 3.3.4.1. Doğrudan Bellek Erişimi                                               | 57 |
| 3.3.4.2. Kesmeler                                                              | 59 |
| 3.3.4.3. Zamanlayıcı ve Sayıcılar                                              | 60 |
| 3.3.4.4. Gerçek-Zaman Saati ve CMOS Belleği                                    | 62 |
| 3.3.4.5. Bellek Haritası                                                       | 63 |
| 3.3.4.6. G/Ç Haritası                                                          | 64 |

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.5. Prototip Kart için Yol Tamponlama ve Kod Çözme                                                     | 66  |
| 3.4. Telekomükasyon Tanımları                                                                             | 67  |
| 3.4.1. Darbe Kodu Modülasyonu                                                                             | 67  |
| 3.4.2. Uyarlanır Farksal Darbe Kodu Modülasyonu                                                           | 68  |
| 3.4.3. Çift-Ton, Çoklu-Frekans Kodlaması                                                                  | 69  |
| 3.4.3.1. Sayısal Uygulamanın Avantajları                                                                  | 71  |
| 3.4.3.2. DTMF Standartları                                                                                | 72  |
| 3.4.4. Kişisel Bilgisayarlara Telefon gibi Özellik<br>Kazandırılması için Kullanılan Cihazların Tanımları | 72  |
| 4. TELEFONLU CEVAP SİSTEMİ                                                                                | 76  |
| 4.1. Giriş                                                                                                | 76  |
| 4.2. Sistemin Tanımı                                                                                      | 77  |
| 4.3. Sistemin Çalışması                                                                                   | 78  |
| 4.4. Telefonlu Cevap Sisteminin Yapısı                                                                    | 80  |
| 4.4.1. Kontrol ve Kod Çözme Bloğu                                                                         | 83  |
| 4.4.2. PC-DSP Arabirimi                                                                                   | 85  |
| 4.4.2.1. IDMA Çalışma Tarzı                                                                               | 87  |
| 4.4.2.2. Arabağlaşım Donanımı Tasarımı                                                                    | 88  |
| 4.4.2.3. Arabağlaşım Sistemi Tasarımı                                                                     | 89  |
| 4.4.3. DSP Hafıza Bloğu                                                                                   | 94  |
| 4.4.4. Telefon Arabağlaşımı (sekiz hat)                                                                   | 95  |
| 4.4.4.1. Ses Devreleri (Seri ADPCM İşlemci ve<br>PCM Codec'ler)                                           | 96  |
| 4.4.4.2. DTMF Kodlayıcı-Kod Çözücü                                                                        | 99  |
| 4.4.4.3. AGC Bloğu                                                                                        | 99  |
| 4.4.4.4. DAA Bloğu                                                                                        | 100 |
| 5. TELEFONLU CEVAP SİSTEMİ PROTOTİP GELİŞTİRMESİ                                                          | 108 |
| 5.1. Giriş                                                                                                | 108 |
| 5.2. Sistem Prototipinin Geliştirilmesi için Gerekli Donanım                                              | 108 |
| 5.3. Prototip Kartın PCB Tasarımı                                                                         | 110 |
| 5.4. Sistemin Testi ve Çalıştırılması                                                                     | 113 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER                                                                                      | 123 |
| KAYNAKLAR                                                                                                 | 126 |



x

## ÖZGEÇMİŞ

128

## EKLER

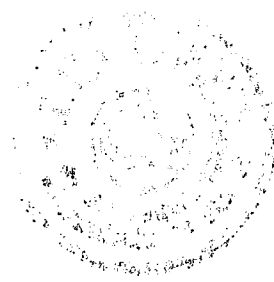
Ek 1. Telefonlu Cevap Sisteminin Malzemeleri

Ek 2. Telefon Cihazları Teknik Şartnamesi



## SİMGELER VE KISALTMALAR

|                 |                                                                                          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACD</b>      | Automatic Call Distributor (Otomatik Çağrı Dağıtıcısı)                                   |
| <b>ADC</b>      | Analog to Digital Converter (Analogtan Sayısala Dönüştürücü)                             |
| <b>A/D</b>      | Analog/Digital (Analog/Sayısal)                                                          |
| <b>ADPCM</b>    | Adaptive Differential Pulse Code Modulation (Uyarlanırlı Farksal Darbe Kodu Modülasyonu) |
| <b>ADSP2181</b> | Analog Devices firmasının Fixed Point İşaret İşlemcisi                                   |
| <b>AGC</b>      | Automatic Gain Control (Otomatik Kazanç Kontrolü)                                        |
| <b>A-law</b>    | Yaygın olarak PCM sistemlerinde kullanılan bir Avrupa sıkıştırma-genleştirme kuralı      |
| <b>ALU</b>      | Aritmetic Logic Unit (Aritmetik Mantık Ünitesi)                                          |
| <b>ANSI</b>     | American National Standards Institute                                                    |
| <b>API</b>      | Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arabirimi)                       |
| <b>CCITT</b>    | Consultative Committee for International Telephone and Telegraph                         |
| <b>CELP</b>     | Code Excited Linear Prediction                                                           |
| <b>CMOS</b>     | Complementary MOS                                                                        |
| <b>CSTA</b>     | Computer Supported Telephony Application                                                 |
| <b>CT</b>       | Computer-Telephony (Bilgisayar-Telefon)                                                  |
| <b>CTI</b>      | Computer Telephony Integration (Bilgisayar-Telefon Entegrasyonu)                         |
| <b>D/A</b>      | Digital/Analog (Sayısal/Analog)                                                          |
| <b>DAA</b>      | Direct Access Accessories                                                                |
| <b>DAA</b>      | Dynamic Data Exchange                                                                    |
| <b>DAC</b>      | Digital to Analog Converter                                                              |
| <b>DFT</b>      | Discrete Fourier Transform (Ayrık Fourier Dönüşümü)                                      |
| <b>DM</b>       | Data Memory (Veri Belleği)                                                               |
| <b>DMA</b>      | Direkt Memory Acces (Direk Bellek Erişimi)                                               |
| <b>DSP</b>      | Digital Signal Processor (Sayısal İşaret İşlemci)                                        |
| <b>DTMF</b>     | Dual Tone Multi Frequency (Çift Ton Çoklu Frekans)                                       |
| <b>ECMA</b>     | European Computer Manufacturers Association                                              |
| <b>ECTF</b>     | Enterprice Computer Telephony Forum                                                      |
| <b>EZ-ICE</b>   | ADSP2181'in emülator konnektörü                                                          |
| <b>FIR</b>      | Finite Impulse Response (sonlu dürtü yanıtı)                                             |



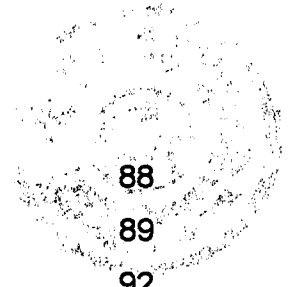
|                   |                                                                      |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>G/Ç</b>        | Giriş/Çıkış                                                          |
| <b>GSM</b>        | Group Special Mobile                                                 |
| <b>GYTE</b>       | Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü                                     |
| <b>IDMA</b>       | Internal DMA (Dahili Direk Hafıza Erişimi)                           |
| <b>IEEE</b>       | Institute of Electrical and Electronic Engineers                     |
| <b>IIR</b>        | Infinite Impulse Response (Sonsuz dürtü yanıtı)                      |
| <b>ISA</b>        | Integrated Systems Architecture                                      |
| <b>ISDN</b>       | Integrated Services Digital Network                                  |
| <b>KB</b>         | KiloByte                                                             |
| <b>LAN</b>        | Local Area Network (Yerel Alan Ağı)                                  |
| <b>LSI</b>        | Large Scale Integration                                              |
| <b>MAC</b>        | Multiplier-Accumulators                                              |
| <b>MAM</b>        | Marmara Araştırma Merkezi                                            |
| <b>MB</b>         | MegaByte                                                             |
| <b>MFLOPS</b>     | Millions of Floating –Point Instructions Per Second                  |
| <b>MHz</b>        | Megahertz                                                            |
| <b>MIPS</b>       | Millions of Instructions Per Second                                  |
| <b>MMX</b>        | MultiMedia Extension                                                 |
| <b>MPEG</b>       | Moving Pictures Experts Group                                        |
| <b>MS-DOS</b>     | Microsoft Disc Operating System                                      |
| <b>MS-Windows</b> | Microsoft Windows Operating System                                   |
| <b>Multimedia</b> | Çoklu Ortam                                                          |
| <b>MVIP</b>       | Multi-Vendor Interface Protocol (Çoklu Sağlayıcı Arabirim Protokolü) |
| <b>nF</b>         | Nanofarad                                                            |
| <b>NMI</b>        | Non-Maskable Interrupt (Maskelenemez Kesme)                          |
| <b>NMOS</b>       | N channel MOS                                                        |
| <b>OLE</b>        | Object Linking and Embedding                                         |
| <b>PBX</b>        | Private Branch Exchange                                              |
| <b>PC</b>         | Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)                               |
| <b>PCB</b>        | Printed Circuit Board (Baskı Devre Kartı)                            |
| <b>PCI</b>        | Peripheral Component Interconnect                                    |
| <b>PCM</b>        | Pulse Code Modulation (Darbe Kodu Modülasyonu)                       |
| <b>Pentium</b>    | Intel firmasının ürettiği 80586 ailesi mikroişlemci                  |



|                             |                                                                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PM</b>                   | Program Memory (Program Belleği)                                                           |
| <b>PQFP</b>                 | Kılıf tipi (yüzey monteli)                                                                 |
| <b>PSTN</b>                 | Public Switched Telephone Network                                                          |
| <b>RAM</b>                  | Random Access Memory (Rasgele Erişimli Bellek)                                             |
| <b>ROM</b>                  | Read Only Memory (Sadece Okunabilir Bellek)                                                |
| <b>RTC</b>                  | Real Time Clock (Gerçek Zaman Saati)                                                       |
| <b>SCbus</b>                | Signal Computing Bus (İşaret Hesaplama yolu)                                               |
| <b>SCSA</b>                 | Signal Computing System Architecture (İşaret Hesaplama Sistem Mimarisi)                    |
| <b>Server</b>               | Paylaşıcı Bilgisayar                                                                       |
| <b>SNR</b>                  | Signal to Noise Ratio                                                                      |
| <b>SRAM</b>                 | Static Random Access Memory (Sabit Rasgele Erişimli Bellek)                                |
| <b>SS7</b>                  | Signal System 7 (İşaret Sistemi 7)                                                         |
| <b>TAPI</b>                 | Telephony API (Telefon Uygulama Programlama Arabirimi)                                     |
| <b>TSAPI</b>                | Telephony Services API (Telefon Servisleri Uygulama Programlama Arabirimi)                 |
| <b>TTL</b>                  | Transistor-Transistor Logic                                                                |
| <b>USB</b>                  | Universal Serial Bus                                                                       |
| <b>VGA</b>                  | Video Graphic Adapter                                                                      |
| <b>Word</b>                 | Kelime (2 byte)                                                                            |
| <b><math>\mu</math>F</b>    | Mikrofarad                                                                                 |
| <b><math>\mu</math>-law</b> | Yaygın olarak PCM sistemlerinde kullanılan bir Kuzey Amerika sıkıştırma-genleştirme kuralı |
| <b><math>\mu</math>P</b>    | Mikroprocessor (Mikroişlemci)                                                              |

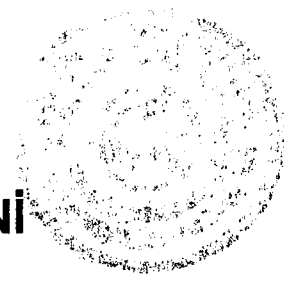
# ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil                                                                                                                                       | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.9.1. Paylaşımsız telefon kaynakları                                                                                                       | 11    |
| 2.9.2. Paylaşımlı telefon kaynakları                                                                                                        | 12    |
| 2.10.1. ISDN kullanılan çağrı yönlendirme uygulaması                                                                                        | 13    |
| 2.10.2. SS7 kullanılan çağrı yönlendirme uygulaması                                                                                         | 14    |
| 2.10.3 CTI bağlantısı kullanılan çağrı yönlendirme uygulaması                                                                               | 15    |
| 3.2.3.1.a) Fixed Point aritmetiğinde SNR ölçüsü                                                                                             | 32    |
| 3.2.3.1.b) Floating Point aritmetiğinde SNR ölçüsü                                                                                          | 32    |
| 3.2.3.2. FIR süzgeci algoritması                                                                                                            | 34    |
| 3.2.3.3. Harvard mimarisi ve türevleri tarafından kullanılan çoklu hafıza bankası ve yolları ile yapılabilen farklı hafıza giriş yöntemleri | 35    |
| 3.2.3.4. Dairesel tampon bellek                                                                                                             | 37    |
| 3.2.3.5. $\mu P$ 'de kullanım kodunun icrası dört kısımdadır                                                                                | 39    |
| 3.2.3.6. Koşul tablosunun özeti                                                                                                             | 40    |
| 3.2.4.1. Bellek ve DAC eklenmiş TMS320C53                                                                                                   | 45    |
| 3.2.4.2. Bellek ve DAC eklenmiş DSP56002                                                                                                    | 46    |
| 3.2.4.3. DAC eklenmiş ADSP2181                                                                                                              | 47    |
| 3.3.1. PC-AT veri yolu işaretleri                                                                                                           | 49    |
| 3.3.2.1. Temel G/Ç işleminin blok şeması                                                                                                    | 56    |
| 3.3.2.2. PC-AT DMA kanallarının konfigürasyonu                                                                                              | 58    |
| 3.3.2.3. Sayfa yazmaçları ile PC-AT DMA adres üretimi                                                                                       | 59    |
| 3.3.2.4.a) G/Ç portu okuma zamanlaması                                                                                                      | 60    |
| 3.3.2.4.b) G/Ç portu yazma zamanlaması                                                                                                      | 60    |
| 3.3.2.5. Sistem adresleri, kesme ve DMA yapıları                                                                                            | 65    |
| 3.4.1. ADPCM kodlama ve kod çözme algoritmaları                                                                                             | 68    |
| 4.1. Telefonlu Cevap Sistemi elemanları                                                                                                     | 76    |
| 4.2. Telefonlu Cevap Sistemi Yapısı                                                                                                         | 80    |
| 4.3. Sistemin ADPCM zamanlaması                                                                                                             | 83    |
| 4.4. DSP ile PC bağlantısı                                                                                                                  | 86    |
| 4.5. IDMA transfer algoritması                                                                                                              | 87    |



|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6. IDMA kontrol yazıcısı                                   | 88  |
| 4.7. IDMA Boot süreci                                        | 89  |
| 4.8. Çalıştırılabilen kod biçimi                             | 92  |
| 4.9. Telefonlu Cevap Sisteminin hat tarafı genel blok şeması | 96  |
| 4.10. Otomatik kazanç ayar devresi                           | 100 |
| 4.11. DAA devresinin şeması                                  | 101 |
| 4.12.A) Sistem şeması A                                      | 102 |
| 4.12.B) Sistem şeması B                                      | 103 |
| 4.12.C) Sistem şeması C                                      | 104 |
| 4.12.D) Sistem şeması D                                      | 105 |
| 4.13.A) Sistem kartının fotoğrafı (bloklar işaretlenmiştir)  | 106 |
| 4.13.B) Sistem fotoğrafı                                     | 107 |
| 5.1. Bilgisayara takılmış Telefonlu Cevap Sistemi            | 109 |
| 5.2. Sistemin şematik tasarımı                               | 111 |
| 5.3. Sistemin PCB tasarımı                                   | 113 |
| 5.4. ADSP2181 geliştirme seti programı                       | 114 |
| 5.5. Sistemin osiloskopla testi                              | 115 |
| 5.6. Sistemin ses bloğu test sonuçları                       | 118 |
| 5.7. Sistemin ses bloğunun test programı                     | 119 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ



| Çizelge                                                         | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| 3.2.1. Uygulamalara göre örnekleme hızları                      | 26    |
| 3.2.2. Uygulamalara göre işlem süreleri                         | 29    |
| 3.2.3. Fixed Point DSP'lerin fiyat ve özellik karşılaştırması   | 42    |
| 3.2.4. MIPS ve bellek değerleriyle tipik DSP uygulamaları       | 43    |
| 3.2.5. Fixed Point DSP'lerin özelliklerinin karşılaştırılması   | 48    |
| 3.3.1. IBM AT güç oranları                                      | 54    |
| 3.3.2. PC-AT DMA ve sayfa yazmacı G/Ç adresleri                 | 57    |
| 3.3.3. RTC ve CMOS RAM adres tanımları                          | 64    |
| 3.3.4. G/Ç Haritası                                             | 66    |
| 3.4.1. DTMF numaralarını oluşturan frekanslar                   | 71    |
| 3.4.2. Analog ve Sayısal ton üretiminin hassasiyeti             | 72    |
| 4.1. Sistemdeki bloklar ve işlevleri                            | 82    |
| 4.2. BTYPE yazıcısı değerlerine karşılık gelen kelime biçimleri | 94    |
| 4.3. Sistemin bellek adresleri                                  | 95    |
| 4.4. ADSP2181'in G/Ç aralığı için bekleme durum seçenekleri     | 95    |
| 4.5. Sistemin adres haritası                                    | 97    |



# 1. GİRİŞ

“Sayısal olarak yap”, bu günlerde bu anlayış, kişisel bilgisayarlarında ötesine geçmiştir. Sayısal Elektroniğin gelişimi, teknoloji için yeni bir ufuk açmış, bunun sonucunda bilgisayar teknolojisi göz kamaştırıcı bir hızla gelişmiştir ve gelişmeye devam etmektedir. Sayısal İşaret İşlemciler, geleneksel mikroişlemcilere göre çok daha hızlı gelişmiştir. Bunun sonucu Kişisel Bilgisayarlarda günümüzde bu iki yapıyı birarada kullanabilmektedir.

Yüksek işlem hızına sahip PC, Çoklu Ortam (Multimedia), telefon, faks/modem gibi uygulamaları gerçekleştirebilmektedir. Bu uygulamaları, PC'nin kendisi kontrol ünitesi olarak çalıştırabilmektedir. Birkaç uygulama birarada (faks/modem, ses kartı, radyo vs.) veya çok yüksek hız gerektiren uygulamalarda (video + ses) ise PC'yi aşırı yüklenmemesi (veya PC'nin işlem hızının yetmediği hallerde), maliyetin ucuz olması, daha fazla esneklik, daha fazla fonksiyonellik nedenleriyle DSP tabanlı sistemler tercih edilmektedir. PC'ye takılan ek kartların DSP tabanlı olması artık yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmakla beraber, PC'nin Pentium serisi işlemcilerine İşaret İşleme fonksiyonları kazandırılarak Pentium MMX serisi işlemcilerde 1996'larda ortaya çıkmıştır.

Teknolojinin gelişimi, yeni uygulama sahaları ortaya çıkarmakta, mevcut işlerinde daha ucuz, daha hızlı ve daha güvenilir çözümünü mümkün kılmaktadır. Bu çözümlerde insanın rolüde değişmekte, hemen her alanda otomasyon kaçınılmaz hale gelmektedir.

Telefon, günümüzde en temel iletişim araçlarından biri durumundadır, farklı kuruluşlar da, tüm evlerde ve cep telefonlarıyla her yerden ve her an bu hizmetten yararlanmak mümkündür. İletişimde de kompleks santrallerle büyük kuruluşlarda otomasyona geçilmiştir. İletişimde otomasyon Kişisel Bilgisayar sayesinde, küçük kuruluşların yanında evlerde dahi mümkün olabilmektedir. Bazı uygulamalar; bilgisayar tabanlı telesekreter, ürün tanıtımı, otomatik rezervasyon, bilgilendirme hatları olarak sayılabilir.

Otomasyona ve aynı zamanda standardizasyona doğru giden teknolojik gelişmelerde, daha güçlü ve daha uygun çözümler alternatif olarak ortaya konabilir veya mevcut yapılar geliştirilebilir. Bu nedenle, hızlı teknolojik gelişimin ucundan yakalayarak, başta çevre şartlarında çözümler sunmak ve daha ileride sadece kullanıcı olarak değil de, geliştirici ve üretici olarak teknolojik gelişmelere katkı yapmak bu çalışmanın ana hedefidir.

Yapılan tez çalışmasında, gerçek zamanlı uygulamalar için geliştirilen Sayısal İşaret İşlemci ve günümüzün en popüler cihazı Kişisel Bilgisayar ile Bilgisayar-Telefon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistem, Telefonlu Cevap Sistemidir.

Telefonlu Cevap Sistemi, PC-AT veri yoluna takılan, bilgisayar ortamında çalışan ADSP2181 Sayısal İşaret İşlemci tabanlı, sekiz telefon hattına aynı anda hizmet verebilen bir sistemdir.

Gerçekleştirilen sistem, piyasadaki muadillerine nazaran birçok üstünlüğe ve bazı dezavantajlara sahiptir. Bunları sıralarsak;

- DSP tabanlı telefon kartları genelde 4 hatlıdır, bu çalışmada 8 hatlı yapılmıştır.
- Mevcut sistemlere ek olarak DTMF kod belirlemenin yanında, DTMF kod üretme özelliğine sahiptir.
- Mevcut sistemlerde hat sinyallerinin tesbiti yokken, bu sistemde eklenmiştir (call progress tones - çağrı kotarıma tonları).
- Ek olarak PCM girişinde AGC donanımı vardır.
- Ek olarak yüksek bellek (dahili 80kB, harici 512kB).
- PC arabirimi, DSP'nin 16bit Host portu üzerindedir.
- Ek olarak seri port (RS232).
- ADPCM işlemci ile yüksek performanslı ses sinyal sıkıştırma.
- Mevcut sistemlerde yazılım desteği geniş olmasına rağmen, bu sistemde geliştirme devam etmektedir.

Sistem sekiz ayrı çağrıya aynı anda cevap verebilecek kapasitedir. Bunu temel işlemleri PC'den bağımsız olarak yapan hızlı İşaret İşlemci

sağlar. PC görevlendirme yapar ve sonuçları kaydeder veya görüntüler. Bu sayede PC başka işlerle de uğraşabilmektedir.

Telefonlu Cevap Sistemi ile gerçekleştirilebilecek bazı uygulamalar;

- Okullarda öğrenci notlarının ve ders durumunun veli tarafından telefonla otomatik olarak öğrenilmesi,
- Yeni piyasaya çıkarılan bir ürünün telefonla tanıtımı,
- Otellerde, yolculuklarda telefonla otomatik rezervasyon,
- Çok hatlı mesaj kaydı,
- Belirlenen konularda, telefonla bilgilendirme işlemleri,
- Belirlenen mesajların, istenilen zamanlarda, bilgisayar tarafında telefonla aranarak karşı tarafa okunması,
- Bilgisayar kontrollü sistemlerde, telefonla uzaktan kumanda işlemleri sayılabilir.

Tez toplam altı bölüm ve ilgili ekleri içermektedir. Bölüm 2'de Bilgisayar-Telefon konusu ve bu teknolojinin ticari uygulamalarına değinilmiştir. Bölüm 3'te geliştirilen sistemin temel bilgileri üç ana başlıkta verilmiştir. Bunlar; Sayısal İşaret İşlemciler, Kişisel Bilgisayarlarda prototip sistem tasarımı ve sistemin telefon tarafıyla ilgili tanım ve açıklamalardır. Bölüm 4'te Telefonlu Cevap sistemi; sistemin tanımı, sistemin çalışması ve sistemin yapısı olmak üzere üç ana kısımda anlatılmıştır. Bu bölümün sonunda tasarlanan sistemin şemaları ve fotoğrafı verilmiştir. Bölüm 5'te Sistemin tasarımı ayrıntılı açıklanmakta, ayrıca sistem alt bloklarının tek tek testi deneme programı verilerek anlatılmaktadır. Bölüm 6'da sonuç ve öneriler yer almaktadır.

Telefonlu Cevap Sistemi, işlem blokları DSP kontrollü olarak donanım ağırlıklı yapılmıştır: örneğin DTMF kod algılama ve üretimi, PCM ve ADPCM kodlama-kod çözme gibi. Bu bloklar genel amaçlı bir G/Ç portu üzerinden DSP yazılımı ile de yapılabilirdi, fakat sistemin sekiz hatlı olması ve tüm telefon fonksiyonlarının da tüm hatlar için kullanılabilmesi için işlem blokları donanım ağırlıklı yapılmıştır. Bu sayede sistem yetenekleri de artırılmıştır.



## **2. BİLGİSAYAR İLE TELEFON UYGULAMALARI**

### **2.1. Giriş**

Bilgisayar-Telefon Teknolojisinin etkileyici bir şekilde ilerlemesi için engel olan sebeplerden en anlamlısı Bilgi süreçleri ile Telefon ekolleri arasındaki tarihi iletişim eksikliğidir. Bu iki ekol birbirinden bağımsız bir biçimde gelişmiştir. Öyle ki, her ikisi de değişik teknik bakış açılarına ve ayrı söz dağarcığına sahip hale gelmiştir. Her iki ekole de hakim olan çok az uygulayıcı bulunmaktadır. Bunun kaçınılmaz sonucu olarak iletişim yetersizliği her iki disiplinin karışmasından ortaya çıkabilecek yararlı uygulamaları ve etkileyici projeleri zorlaştırmıştır. Bu bölümde, Bilgisayar-Telefon konusu ve bu teknolojinin ticari uygulamalarına değinilmiştir.

Bu bölümde; önce Bilgisayar-Telefon Uygulamaları nedir? sorusuna cevap verilmiş, daha sonra Bilgisayar ve Telefon kullanımının kesiştiği noktalar açıklanmıştır. Ayrıca sırasıyla; çağrı kontrolü, ortam uygulamaları ve yönetimi, sinyal uygulamaları, Uygulama Programlama Arabirimleri ve Alıcı Paylaştırıcı (Client Server) Bilgisayar konuları anlatılmıştır.

### **2.2. Bilgisayar-Telefon Uygulamaları Nedir?**

Basit olarak Bilgisayar-Telefon uygulamaları: Telefon ve Bilgisayarlara ait görevleri yeniden düzenleme tekniğidir. Bu teknoloji ticari anlamda 80'lerin başından beri bulunmakta, fakat küçük işyerlerinde kullanılmamakta ve çoğunlukla karmaşık sistemlerin kurulmasının pahalıya geldiği yerlerde görülmektedir.

Ancak 90'larda birçok faktör bir araya gelerek Bilgisayar-Telefon sistemlerini daha anlamlı ve kullanılır hale getirmiş, bunun yanında pazar imkanları ve ilgi Bilgisayar-Telefon uygulamaları açısından artmıştır. Telefon ve Bilgisayar sistemlerinin bağlanmasına ait uluslararası standartlar belirlenmiş, ECMA (European Computer Manufacturers Association)

tarafından çağrı modelleme ve protokol standartları Bilgisayar Destekli Telefon uygulamaları (CSTA-Computer Supported Telephony Application) olarak belirlenmiştir.

Büyük market uygulama programlama arabirimi (API-Application Programming Interface: Uygulama Programlama Arabirimi) tanımlamaları büyük oranda iki büyük pazar oyuncusu Microsoft ve Novell firmaları tarafından yapılmakta ve hızlı bir şekilde boşluk doldurulmaktadır. Ses tanımlama teknolojileri hızla gelişmekte, gelişmiş uygulamalar sunmakta ve çekici fiyatlarda yoğunluk kazanmaktadır. Halka açık iletişim ağları Bilgisayar-Telefon uygulamaları sayesinde birçok yeni servisler teklif etmektedir: Örneğin, arayan numaranın tanımlanması gibi. En önemlisi dünya ekonomisi telefon ile daha çok yön değiştirmekte, ticari çevreler ve iş yapan insanlar telefon kullanımının daha etkili ve ekonomik olmasını talep etmektedir.

### **2.3. Bilgisayar ve Telefon Kullanımının Kesiştiği Noktalar**

Halka açık veya özel telefon sistemleri, anında haber alma yollarının, çeşitli gruplar arasında hızla oluşmasını sağlamaktadır. Bu haberleşme yolları ses bağlantıları ile sağlanmakta olup, esas olarak analog şebekeler üzerindedir. Fakat gelecekte radyo dalgaları ile aktarmalar, sayısal sinyal ve fiber üzerinde gerçekleşecektir. Bununla beraber bu aktarma yolları, sessiz sistemler ve uygulamaları geliştirmektedir: örneğin faks ve veri transferi.

Öncelikle her sessiz uygulama, her telefon uygulaması kullanıcısının iletişim hattına bağlandığı noktada bir set halinde terminal ekipmanına ihtiyaç duyacaktır. Faks cihazları sadece diğer faks cihazları ile iletişim kurabilirdi ve tabi ki bilgisayar sistemleri de sadece diğer bilgisayar sistemlerine bilgi transferi yapabilirdi. Fakat 1990'larda bir takım ekipmanlar sayesinde genel maksatlı bilgisayarlar bir noktada iletişim kesişmesi sağladılar. Bu sayede şu anda bilgisayarlar her türlü bilgiyi telefon ağında gönderip, alabilirler. Faks cihazı gibi çalışabilirler, insan sesi taklit edebilirler veya analiz edebilirler, tanımlayabilirler ve tabi ki birçok biçimde veri transferi yapabilirler. Bu Bilgisayar-Telefon uygulamalarını pazar da değerli hale getirmektedir.

## 2.4. Çağrı Kontrolü ve Ortam Uygulamaları

Bilgisayar sistemleri etkili arabirim rolü üstlendikleri için telefon hatlarına iki şekilde dahil olmalıdırlar:

1-Çağrılarının nasıl oluştuğunu, yenilendiğini ve kapatıldığını kontrol edebilmeli. Bu işlem telefon dilinde Çağrı Kontrol (Call Control) fonksiyonu olarak adlandırılır.

2-Çağrı bitim noktasındaki arabirime bilgi göndermeli ve almalı, bu özelliğe sahip olmalıdır. Bilgi biçimleri yollarken veya alırken bunun faks, ses, sinyal veya veri olduğunu tanımlamalı buna göre işlem yapmalıdır. Bu fonksiyon "Ortam İşleme (Medya Processing)" olarak adlandırılır.

Bilgisayar-Telefon uygulaması genellikle bu iki fonksiyonun kombinasyonudur.

Bu çağrı kontrolü ve ortam işleme normal insan telefon kullanımı ile benzer olmalıdır:

1-Telefon, ahizesini almak, arama düğmelerine basmak ve sinyal seslerini dinleyerek işlemin tamamlandığını anlamak insana mahsus çağrı kontrol uygulamalarıdır.

2-Çağrı yapıldığında karşı taraftaki kişilerle konuşmak ve onu dinlemek ortam işleme fonksiyonlarıdır.

İlk Bilgisayar-Telefon uygulamaları ortam işleme üzerine kurulu sınırlanmış çağrı kontrol fonksiyonlarıydı: Örneğin, ilk telesekreter sistemleri gelen çağrılara cevap vermek, bir kayıtlı mesajı iletmek ve çağrı sahibinin mesajını kaydetmek ile yükümlüydü. Bu çeşit bir sistem ilkel ortam işleme fonksiyonlarına sahip, çağrı kontrol fonksiyonları çalan zili tanımlamakla sınırlandırılmış olup, çağrıyı cevaplamak ve mesaj bırakıldıktan sonra kapatmaktan sorumluydu.

Bu uygulamalara, yeni telesekreter ve otomatik santral uygulamaları çağrı transferi, otomatik arama gibi ilaveler yapılmıştır. Bu gibi uygulamalar

daha karmaşık çağrı kontrol sistemlerine ihtiyaç duymaktadır. Sinyal işleme teknolojileri fiyatları aşağı çekildikçe gelişmiş ortam işleme uygulamalarına ses oluşturma, ses tanıma ve faks arabirimleri ilave edilmiştir. Çağrı merkezi uygulamaları çok daha fazla gelişmiş çağrı kontrol fonksiyonlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu tip uygulamalar çağrıyı yönlendirme seçenekleri ve belli bir dolulukta bekletmeye alma ve çağrının geliş sırasına göre servis sağlayıcısının önüne götürmeyi amaçlar. Çağrı merkezleri uygulamaları en gelişmiş çağrı kontrol ve ortam işleme fonksiyonlarını gerçekleştirir. Buda çeşitli sinyaller ile çağrıyı hedefe ulaştırma ve insan santral memuru ile görüşmeden bazı çağrıların işini kendi kendine bitirmesini sağlamaktadır.

## 2.5. Modüler Ortam İşleme Donanımları

Ortam işleme sistem araçları, izafi olarak telefon hattının sahip olduğu sistem kaynaklarının ölçüsünde basittir. Örnek olarak; tipik ses işleme kartı 4 analog telefon hattını konuşma sayısallaştırma ve yeniden konuşma şebekesi ile her bir kanaldan destekleyebilir. Ortam işleme sistem araçları eğer uygulama sırasında yeniden tanımlanması özelliğini gerektiriyorsa çok daha karmaşık hale gelebilir. Daha büyük sistemler uygulamaların büyümesi ile modüler olarak aktarılmaktadır. Örneğin orta seviyede bir uygulama için iki T1 devre arabirimi kaynak olarak gerekmede (toplam 48 ses kanalı sağlamakta), 48 ses sayısallaştırma ve tekrar geri dönüştürme ünitesi, 8 konuşma tanımlayıcısı, 8 faks işleme kanalı ve 24 analog arabirim el telefonları için kullanılmaktadır. Bu gibi kaynaklar, işlem esnasında yeniden tanımlanabilmelidir. Bunun anlamı; Herhangi bir T1 kanalı üzerine gelen; sayısallaştırıcılara, tekrar geri dönüştürme ünitelerine, tanımlayıcılara, faks yöneticilerine ve analog arabirimlere yönlendirilmeli ve kombinasyonlar oluşturmalıdır. Bu konfigürasyon tek bir devre kartına uygulanamaz (yapılsa bile kolayca çalıştırılmaz). Buna göre çeşitli mimariler, bu tip sistemlerin montajında teklif edilebilir. İki öncelikli tekliflerden, MVIP (Multi-Vendor Interface Protokol: Çoklu Sağlayıcı Arabirim Protokolü) ve SCbus (Signal Computing Bus: İşaret Hesaplama Kanalı), özel zaman-bölüm taşıyıcıları konuşma yolları kesişim noktaları için ve iletişim mekanizmasını ayıran alt sistemleri koordine için kullanılır. MVIP, GO-MVIP organizasyonu tarafından

oluşturulmuştur; SCbus, SCSA (Signal Computing System Architecture) çalışma grubu tarafından geliştirilmiş, ECTF (Enterprise Computer Telephony Forum) tarafından gruba dahil edilmiştir. Bu iki grup programlama arabirimleri olarak bu tür sistemlerin kontrolü için önerilmektedir.

## 2.6. Sinyalizasyon: Çağrı Kontrol Bağlantısı

Telefon iletişim ağı basit olarak, geniş biçimde akıllı anahtarlama düğümlerinin dağıtıldığı bir sistemdir. Bu tür düğümlerin başarılı bir şekilde çalıştırılabilmesi için, bunların birbiriyle ve kullanıcı terminalleri arasında iletişim kurmaları gerekmektedir. Bu yönetim sisteminde; sinyal uygulamaları, hatasız ve tatmin edici telefonlar ve bilgisayarlar arası sinyal bağlantısı, Bilgisayar-Telefon bağlantıları için gereklidir. Bu tip sinyal uygulamaları çağrı kontrol ve iki bölge üzerindeki bilgi sistemleri arasında haberleşmeler için gereklidir.

Sinyal uygulamaları bant içerisinde (Telefon uygulamaları konuşma kanalları boyunca) veya bant harici (Telefon uygulamaları konuşma hatları haricindeki kanallar boyunca) olmaktadır. Bugünkü telefon ağları, terminal ekipmanlarına ait sinyal uygulamaları genellikle bant içerisindedir (ISDN-Integrated Services Digital Network birimleri hariçtir). Sinyal uygulamaları süresince telefon anahtarlama genellikle güvenlik ve performans koşulları nedeni ile bant harici gerçekleşir.

Orjinal terminal ekipmanı sinyalleri, insan sesine sahip operatör taklit eder. İlk otomatik terminal ekipmanına ait sinyaller analog telefon hatları boyunca zaman kesicileri ve özel anahtarlama tonlar ile meşgul yahut çalma halindeki çağrı tanımlaması yaparlar. Birçok telefon sisteminde ton ile sinyal uygulamaları bant dahili terminal ekipmanlarında çift taraflı olarak da kullanılır. En çok bilinen terminal ekipmanı ve iletişim hattı sinyal sistemi DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) yani Çift Ton Çoklu Frekans olarak adlandırılır. Bu tip ekipmanlar her çevrilen numara için bir çift eşzamanlı ton üretirler.

Sinyal uygulamaları telefon hatlarından terminal ekipmanlarına geri dönüşü standart hale getirmiştir. Bu nedenle uluslararası çağrı yapan sistemler birbirine çok yakın olmakla birlikte aynı değildir.

Sinyal Tonları, Uluslararası çağrı tonları ve yerel çağrı tonlarının birbirine uymaması nedeniyle kesinlikle tanımlanamamaktadır. Bu sebepte herhangi bir ülkeden çağrı yapan cihaz diğer bir ülkenin meşgul ve çalma sinyalini algılamamaktadır.

Dünya üzerinde bulunan telefon ağına ait olan ve çeşitli bant dahili sinyaller üreten elemanları ve hatasız olarak geniş bir yelpazeye sahip tonları tanımlayan Bilgisayar-Telefon uygulamalarını üretmek için çabalar yoğun biçimde devam etmektedir. Şüphesiz hatasız ve kabul edilebilir kalitede sinyallerin, bilgisayar tabanlı telefon arabirimleri ile geleneksel telefon ekipmanı arasında sağlanamaması kabul edilebilir kalitede mükemmel Bilgisayar-Telefon uygulamaları için en büyük engeli teşkil etmektedir.

Bu zorluk bant harici sinyal şekilleri ile değiştirilerek aşılmaya çalışılmış, bu nedenle sayısal mesaj yöntemleri uygulanmıştır. Örneğin sayısal sinyal yönlendirme sinyal uygulaması ISDN temel seviyede terminal araçlarına bant dahili analog cihazlara nazaran daha verimlidir.

Buna benzer sayısal mesajı yönlendirerek sinyal gönderme kabiliyeti sayısal telefon setleriyle birçok PBX (Private Branch Exchange) satıcısı tarafından teklif edilmektedir. CTI (Computer Telephony Integration: Bilgisayar-Telefon Entegrasyon) hatları, en modern PBX'ler üzerinden teklif edilmekte, bunun yanında bir bilgisayar sisteminin gönderilen sinyalleri algılaması için bir sinyal mekanizması önerilmektedir.

Çok çeşitli sinyal sistemleri genellikle tek bir telefon sisteminde mümkün haldedir. Bir PBX, herhangi CTI hattını, ISDN devrelerini ve genel kullanımlı sinyal takımını destekleyebilir. Bu gibi Telefon-Bilgisayar uygulamaları için birçok bilgi sinyali üretir. Bu sinyaller analog terminal cihazlarında aynı anahtarlanmayı yapar.

## 2.7. Birinci Grup ve Üçüncü Grup Çağrı Kontrol

Herhangi bir bilgisayar uygulaması ve çağrı kontrol sistemi arasındaki ilişki bir telefon hattı üzerinde birinci grup veya üçüncü grup çağrı kontrol olarak tanımlanır.

Birinci grup çağrı kontrol, bir kontrol hattı üzerinde bilgisayar uygulamasının yanında ayrı konuşan bir gruptur ki bu çağrı bir uygulama yanında ortam işleme fonksiyonlarına da denir.

Örneğin, bir bilgisayar uygulaması sınırlar dahilinde bir ses kartına ait normal telefon hattı arabiriminde bulunan çağrıyı alır, zil sinyalini algılar, çağrıyı cevaplar ve çağrıyı bilgilendirme amacı ile mesajı başlatırsa, bu sistem birinci grup çağrı kontrol olarak adlandırılır. Üçüncü grup çağrı kontrol telefon hattının üzerinde yer alan bilgisayar uygulamalarında bir konuşma grubu sağlanmasına müsaade etmez.

Mesela eğer Server tabanlı bir uygulama birçok kullanıcı telefon hattına gözleyicilik yapıyorsa herhangi birine çağrı geldiğinde uyarılır ve bir başka kullanıcı telefonuna aktarma yapar. Bu durum üçüncü grup çağrı kontrol olarak adlandırılır. Üçüncü grup çağrı kontrolü genellikle bant dışı sinyal sistemine işaret eder ki, bu durum uygulamayı oluşturan bilgisayar sistemi ile kontrol edilen telefon hattı arasında direk bağlantı olmadığı halde geçerlidir. Genellikle birinci grup çağrı kontrol fonksiyonları bir insan yönlendirici tarafından sisteme bağlı standart bir telefon seti üzerinden herhangi bir uygulama aracı gibi kullanılır. Üçüncü grup çağrı kontrol fonksiyonları yine bir insan yönlendirici tarafından fakat özel telefon seti ile çalışır (operatör konsolu gibi).

## 2.8. Bilgisayar-Telefon Kaynaklarının Paylaşımı

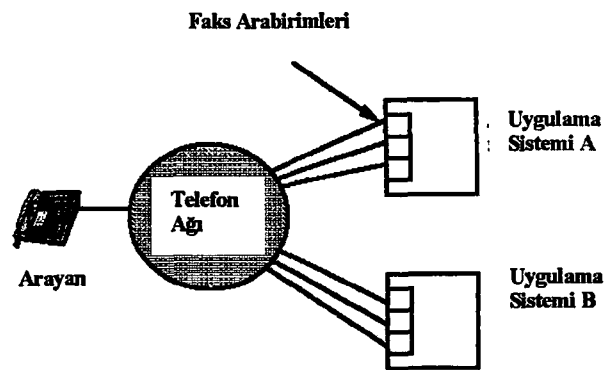
Bilgisayar-Telefon uygulamalarına ait birçok karmaşık uygulaması bunların telefon bazlı kaynaklarının paylaşımına müsaade esasına dayanır. Örneğin, bir ses kartında sadece kontrol ve telefon hattına sahip bir uygulama, tasarım ve yapılış olarak herhangi bir kaynağı kontrol etmek

ve/veya bir insanla paylaşmak zorunda kalan bir uygulamadan çok daha basittir.

Bu tip paylaşmaya dayalı uygulamalara ait kontrol mekanizmaları genellikle Bilgisayar-Telefon uygulamalarında en güç tasarım imkanları sunan sistemlerdir.

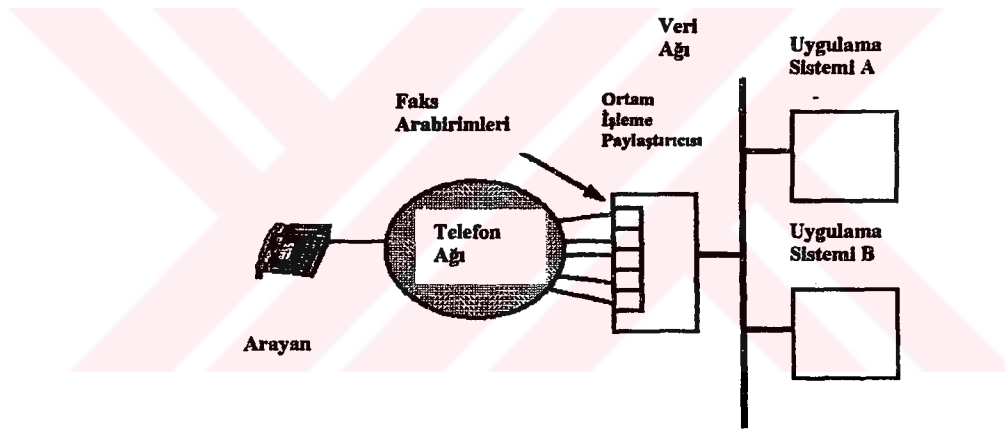
Örneğin, herhangi bir PC içerisine yerleştirilmiş faks kartının bir telefon hattını kullanması paylaşımsız bir kaynak kullanımındır (Şekil 2.9.1). Telefon hattı ve faks kullanımı kısmi bilgisayar sistemi üzerindendir. Öte yandan bir Server'ın birçok faks kartı ile bir telefon hattını meşgul etmesi herhangi bir yerel ağa ve kullanıma yetkili sisteme bağlı olabilir (Şekil 2.9.2).

Her iki konfigürasyonunda avantajlı ve sakıncalı yönleri vardır. Paylaşım konfigürasyonu çok daha karmaşık veri kontrol ve yönetimi özelliklerine sahip olmalıdır. Fakat kaynakların toplanması bu tip şemada daha çok verimli kaynak kullanımı ve üst, alt kullanım bölümlerinin kaynak açısından karşılaştırılması şansını sunar. Ekonomik olarak bakıldığında; sabit tabanlı sistemlerin; tek yahut ufak çalışma gruplarının yanısıra Server tabanlı kaynak ve orta, büyük ölçekli gruplar için veya geniş tabanlı girişimciler için kullanışlı olduğu söylenebilir.



Şekil 2.9.1. Ayrılmış (paylaşımsız) telefon kaynakları.

Kaynak paylaşımı durumları, sıkça birinci grup ve üçüncü grup çağrı kontrolü durumları ile karıştırılır. Paylaşılan kaynaklar bir Server'a (Paylaştırmacı Bilgisayar) doğru giriş yaparlar ve genellikle üçüncü grup çağrı kontrol için düzenlenmişlerdir ki; sabit tabanlı kaynak kullanımı çoğunlukla birinci grup çağrı kontrol fonksiyonları ile sınırlandırılır. Fakat bu her zaman mümkün olmaz. Bir sabit ISDN hattının tek bir bilgisayar sistemine bağlandığını varsayalım; bu hat ISDN D-Kanalı sinyal protokolü olanakları ile ISDN B Kanalı üzerinde hakiki konuşma yolu kurmadan üçüncü grup çağrı kontrol fonksiyonlarını kullanabilir. Bir çağrı kontrol Server ise PBX yolu üzerinden CTI hattına bağlı olduğunda, sadece birinci grup çağrı kontrol fonksiyonlarını yürütebilir. Bu gibi uygulamalarda çağrı kontrol, paylaşılan Server'den geçebilir.



Şekil 2.9.2. Paylaşımlı Telefon Kaynakları.

## 2.9. Bant Harici Sinyalizasyon için Seçenekler

Bilgisayar-Telefon uygulamalarının en zor kısmı sinyal uygulamalarıdır, sinyalizasyon sayesinde tatmin edici ve başarılı bir çağrı kontrolü elde edilir. En önemli ticari gelişme, Bilgisayar-Telefon uygulamaları için bu alanda olmuştur. Bunun yanında alt sinyal bağlantıları ve programlama arabirimlerindeki gelişmeler ile uygulamalar için yazılım olanakları sağlanmış ve sinyal uygulamaları olanakları denenmiştir.

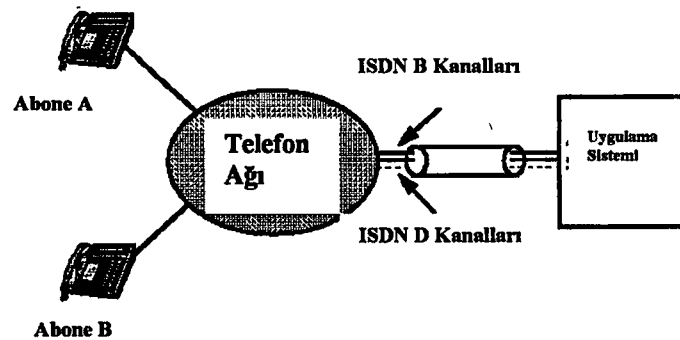
Daha öncede belirtildiği üzere bir telefon sistemi ile bir bilgisayar telefon kombinasyonunun en tatmin edici sinyal alışveriş yolu bant harici sinyal uygulamaları kullanılarak yapılır. Bu sayede direk mesaj tabanlı sayısal veri hattı bu iki sistem arasında kurulabilir. Bu bağlantı bant dahili sinyal kullanımından daha başarılı olup, uygulamada çağrı hattında bulunan analog sinyalleri tanımak ve oluşturmak istendiği zaman daha etkilidir.

Bant harici sinyal kullanımı birçok halde mümkündür;

- D kanalına bağlı temel ve birincil seviye ISDN hatları,
- PBX'ler ve Sayısal Telefon Setleri arası Sayısal Sinyal uygulamaları,
- Genel maksatlı ve büyük kapsamlı özel kullanımlı telefon hatlarındaki gibi anahtarlardan anahtarlama sinyal kullanımı protokolü-Sinyal Sistemi 7 (SS7),
- CTI hatları, birçok Modern PBX'lerde ve bazı genel maksatlı kullanımda görülür.

Pratik olarak uygulayan kişi bir Bilgisayar-Telefon Sistemi tasarımı esnasında bu mekanizmalardan hangisini kullanacağına karar vermelidir.

Birçok ilginç Bilgisayar-Telefon uygulaması, sadece ISDN temel ve birincil seviye değerlerine ait olanakları bant harici sinyal sistemi kullanarak gerçekleştirmek (Şekil 2.10.1) için yapılmıştır; örneğin ISDN üzerinden

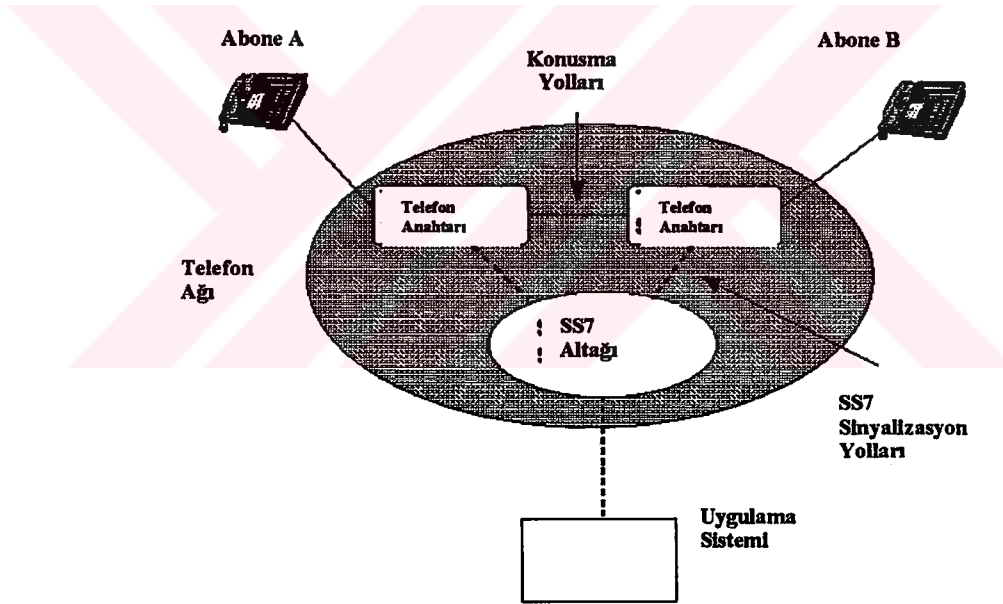


Şekil 2.10.1. ISDN kullanılan çağrı yönlendirme uygulaması.

Telefon ağına bağlı bir uygulama sistemi ağ-tabanlı otomatik çağrı dağıtıcısı (ACD-Automatic Call Distributor) oluşturur. Bu sayede genel maksatlı ağlarda veya özel PBX ağlarında çağrı yönlendirilebilir. Bu uygulamalar, buna rağmen ISDN sinyal uygulamalarının bulunduğu ve geçerli olduğu yerlerde telefon kurumu tarafından sınırlanabilir.

Örneğin ACD uygulaması, genel telefon ağı sınırları arasında geçiş yaptığında doğru çalışmayabilir, çağrı yönlendirme uygulaması PBX'ler arası özellik uyumuna bağlı olabilir ve farklı PBX üreticilerine ait ağlarda çalışmayabilir. Bu sınırlandırmalar ISDN telefon servisinin dünya çapında genişlemesi ile ortadan kalkacaktır.

ISDN D-Kanal sinyal sistemi ile ters olarak SS7 ve CTI hattı teknikleri telefon kurumları arasında çapraz geçişler daha fazla imkanlar sağlar. SS7



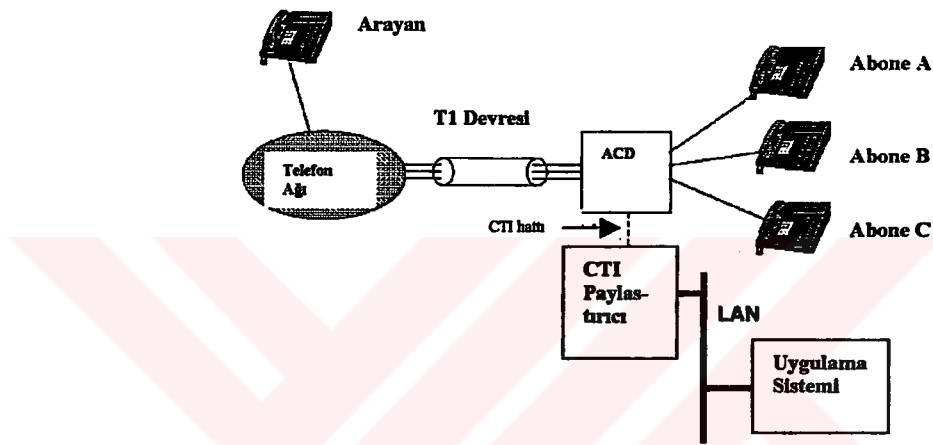
Şekil 2.10.2. SS7 kullanılan çağrı yönlendirme uygulaması.

için olan kurumlar büyük bir genel telefon şebekesi kadar olabilir. CTI hatları için kurumlar, tek bir telefon anahtarı veya az sayıda düzenli entegre anahtardandır.

SS7 kompleks bir protokoldür ve uluslararası telefon ağları için düzenlenmiştir. Bu nedenle terminal ekipmanı genellikle SS7 bağlantısında

öncelikle sağlanmalıdır. Biraz uzun mesafeli telefon taşıyıcıları uygun güvenlik duvarları boyunca bağlantı sağlarlar.

Tipik bir servis girişi, müşterinin bilgisayar uygulamasının SS7 protokolü boyunca her çağrısı için geçerlidir ve bir başka SS7 mesajı ile cevaplandırılarak çağrı yönlendirme seçenekleri sunmaktadır (Şekil 2.10.2). SS7 tabanlı bir bağlantı, gelişmiş müşteri ekipmanı gerektirmekte olup genellikle büyük çağrı miktarları tutan Çağrı Merkezleri için uygundur.



Şekil 2.10.3. CTI bağlantısı kullanılan çağrı yönlendirme uygulaması.

CTI hatları da benzer şekilde servis sağlar, fakat daha küçük bir yelpaze için uygun olan, yerleşke içi (premises) müşteri PBX'inin daha basit ortama sahip veya halka açık telefon anahtarlamalarından olmasıdır (Şekil 2.10.3). CTI hatları ticari müşteri SS7 servisine nazaran çağrı tanımlaması ve alıcılar ile çağrı yönlendirme ihtiva ederek daha geniş çağrı kontrol sistemleri sunmaktadır. CTI hatları güdümlü protokoller (AT&T'ye ait ASAI Protokolü, NT'in meridyen hattı protokolü gibi) veya standart protokoller (ECMA-"European Computer Manufacturers Association" nın, CSTA-"Computer Supported Telephony Application" protokolü) kullanarak çalışabilir.

CSTA protokolü, aralarında SIEMENS, ROLM, ERICSON ve ALCATEL gibi belli başlı üreticiler olan firmalar tarafından artan miktarda kullanılmaktadır. Dikkat edilirse, ticari CTI hattı kullanımları desteklenen

özelliklerin çeşitliliği ile ve buna rağmen, standart tabanlı olup, CSTA uygulamalarında eşit veya eş çalışma imkanı mümkün değildir. Çünkü kaynak paylaşımına giriş sağlamak için SS7 tabanlı bağlantılar ve CTI hatlarının her ikisi de tipik olarak bir Server içerisinde özgün bir bilgisayar uygulaması da farklı çalışır. Bu durum benzer telefon kurumlarına doğru giden çağrılarda bir çok uygulama sağlar ve bilgisayar sistemini bu uygulamalar yüklendiğinde daha esnek olarak değerlendirilir.

## 2.10. Uygulama Amaçlı Programlama Arabirimleri

Uygulama amaçlı programlama arabirimleri (API-Application Programming Interfaces : Uygulama Amaçlı Programlama Arabirimleri) mekanizması, uygulama yazılımlarıyla Telefon Kaynaklarının işletilmesidir. API'lar Çağrı Kontrol ve Ortam İşleme fonksiyonlarını içerir.

Birçok mevcut telefon harici API'lar Bilgisayar-Telefon uygulamalarında bilhassa Ortam İşleme fonksiyonlarında önemli rol oynarlar.

Örneğin Microsoft Windows'a ait API, masa üstü Çoklu Ortam (Multimedya) araçları ile (çeşitli ses dosyalarını hoparlörden çaldırması gibi) telefon hattı üzerinde benzer Çoklu Ortam içeriklerini göndermek ve almak için kullanılabilir. Çünkü, her nasılsa kullanılan kaynak modelleri; mevcut API'ların, uzaktan kumandalı veya paylaşımlı kaynaklara nazaran yerel kaynaklarda daha uygun olduğu görülmüştür. Yeni API'lar ve kaynak modellerine, bölünmüş sorunlar üzerinde Ortam İşleme kaynakları tarafından ihtiyaç duyulmaktadır. Birinci grup çağrı kontrolü için Güdümlü API'lar ilk olarak modern ses kartı ve faks kartı üreticileri tarafından kendi ürünlerini desteklemek amacı ile geliştirilmiştir. Bu grup içerisinde gerekli standartları sağlayan tek API'da, Hayes Modem komut seti vardır ve temelde arama ve telefon çağrılarına cevap verme fonksiyonlarını içerir.

Birçok satıcının uğraşları, bu ihtiyacı karşılamaya yönelik idi. MVIP ve ECTF'nin her ikisi de; Ortam İşleme için yazılım yapılarında ve API'larda çeşitli aktivitelerde bulunmuşlardır.

Üçüncü grup çağrı kontrolü amaçlı API'lar, alışlagelmiş çevrimlerde denk bulamazlar ve Bilgisayar Teknolojisini desteklemek amacı ile özel geliştirmeye ihtiyaç duymaktadırlar. İlk üçüncü grup API'lar Bilgisayar üreticileri tarafından kendi sistemleri içerisinde çalıştırmak amacı ile üretilmiştir: örneğin IBM çağrı yolu API'yını ve Digital Equipment firması da Bilgisayar ile Tümlşik Bilgisayarlı Telefon Sistemini (CIT-Computer Integrated Telephony) tanıtmışlardır (1980'lerin sonu).

1990'lar içerisinde endüstrinin dev adımları ile iki ayrı Çağrı Control API'yı Bilgisayar Kullanıcıları haricinde ortaya konmuştur.

- Telefon Servisleri API'yı (TSAPI-Telephony Services API) AT&T ve Novell tarafından,
- Telefon API'yı (TAPI-Telephony API) Microsoft tarafından geliştirilmiştir.

Bu gibi API'lar ile masa üstü Kişisel Bilgisayarlar arasında uyum sağlanmış ve yazılım endüstrisi için sağlam bir gelir kaynağı haline gelmiştir. Bu sayede Bilgisayarlı Telefon uygulamaları açısından oluşan büyük pazar fiyatlarının, istenen ölçülere gelmesine yol açmıştır.

## 2.11. API'lara Karşı Ticari Ürünler

Bir programlama arabirimi basitçe özgündür. Kendi doğrusunda ticari bir ürün değildir. Bu iki ayrı ekol pazarda karıştırılır.

Bir API her iki ticari ürün için birleşim noktasıdır.

- API'ya göre talepler üreten bir uygulama,
- Bu talepleri alan ve belirli bir telefon çevresinde dallandıran servis sağlayıcıdır.

Belli bir uygulama gibi servis sağlayıcıda bir yazılımdır, tipik olarak aygıt sürücü formunda ve telefon ekipmanının arabirimi yapısındadır. Bilgisayar-Telefon uygulamalarının 1990'larda hızlı ticari gelişimi, ticari servis sağlayıcı

yazılım ürünleri olan TAPI ve/veya TSAPI API'lerini kullanarak geliştirilmesi ve satışı sayesinde.

Novell bir ticari CTI Server ürünü olan Net-Ware telefon servislerini, Novell ağ donanımlarıyla çalışmak üzere teklif etmektedir. Bu durum uzaktan kumandalı makineler ve Telefon Sistem Sürücü Modelleri arasında bir TSAPI arabirimi tarafından üçüncü grup çağrı kontrolü olarak sağlanır. Bu uygulamalar ile telefon anahtarlama arasında bir arabirim oluşmasını sağlar.

Microsoft, TAPI ile benzer bir yol kullanarak, bu olanağı Microsoft Windows ailesi işletim sistemlerine uygun bir TAPI arabirimi ile Windows tabanlı uygulamaları ve üçüncü grup servis sağlayıcı sürücü modüllerini inşa etmiştir.

Her iki durumda da Sürücü Modüller özel telefon sistemleri için üçüncü gruplar yapılmalı, yazıcı üreticileri tarafından sağlanan yazıcı sürücüler gibi Microsoft Windows işletim sistemi altında kullanılacağı gözönüne alınmalıdır. Her iki üründe tek bir API'yi destekler.

Birçok aynı API'yi eşzamanlı olarak destekleyecek CTI Server'ını imal etmek mümkündür. Bütün API'lardan gelen yer bildirim talepleri bir tek birleşik fonksiyon takımı tarafından sağlanır. Bu atılım Dialogic Corporation tarafından CTI servis sağlayıcısı olarak, CT bağlantı, her iki TAPI ve TSAPI arabirimlerini de destekleyecek şekilde gerçekleştirilmiştir.

## 2.12. Alışılmamış Telefon Uygulamaları

Bilgisayar-Telefon uygulamaları anahtarlar, iletim devreleri, telefon gereçleri üzerine kurulu geleneksel Telefon sistemleri ile sınırlı değildir.

Örneğin, yeni isoEthernet Teknolojisi, Telefon konuşma yollarının gelişmiş Ethernet yerel ağ alanları boyunca çalışır. Standart Telefon servisi sağlayan bir çevrede gerçek zamanlı ses yolu, iki yada daha fazla bitiş noktası arasında kurulabilir. Bu durum yeni sistemde de herhangi geleneksel telefon anahtarlama ve kablo döşemesi gerekmeden yapılabilir. Bunun

sayesinde daha geniş bant alanı ve Telekomünikasyon kurumları (isoEnternet gibi) sayesinde yeni çağrı tipleri geliştirilmiştir (Interactive Video). Bütün bu olanaklar, Telefon kullanımının tanım sınırlarının zorlanmasına yol açmakta ve Çağrı Kontrol ve Ortam İşleme anlamlarını geliştirmektedir.

Bu genişleyen tanımlar için yeni model ve kullanım metodları geliştirilmek zorundadır. Örneğin, isoEnternet ile anahtarlama noktaları karmaşık ağlar üzerinde geniş çaplı dağıtılarak yapılabilir. Bu dağıtım bağlantısı modeli temelden geleneksel telefon sistemi ile farklı olup yeni modellere ve metodlara ihtiyaç duymaktadır. Bu yolla değişik uygulamalar denenip, geliştirilebilir.

Bu gibi yeni olanak oluşturulması hedefi ile daha gelişmiş ürün gösteren Bilgisayar-Telefon yapı sistemlerinin yapılması gerekmektedir.

## **2.13. Bilgisayar-Telefon ve Alıcı Server Hesaplamaları**

Bilgisayar-Telefon uygulamalarının daha verimli kullanılması amacı ile daha gelişmiş yazılım yapıları oluşturulması gereklidir. Telefon -Bilgisayar uygulamalarında geçilmesi en zor engel yeni telefon teknikleri geliştirmek yerine Ticari Yazılım uygulamaları ile ortamı geliştirmektir. Çünkü birçok yazılım uygulaması merkezi sistemler veya mini bilgisayarlar da çalıştırılmakta, Merkezi yazılım uygulamaları bilgisayar telefon uygulamaları için muhakkak surette geliştirilmesi gerekmektedir. Birçok firma bu gibi değişimleri desteklemekte ve Bilgisayar-Telefon uygulamaları tekniklerinin ticari çekiciliği yavaş yavaş artmaktadır.

Örneğin bir sigorta şirketi katılımcılarına ait kesin bir veri tabanı oluşturmak istediğinde katılımcılarının telefon ile ankete katmaktadır. Bilgisayar-Telefon Teknikleri uzun süre telefon tabanlı uygulamalar için olanak tanıyacaktır. Fakat sigorta şirketi kendi müşteri veri tabanını Bilgisayar ile oluşturmak istememektedir ve eski sistemini uygulamak istemektedir.

Kritik merkezde, önemli uygulamaları geliştirmek için aldığı risk ile gösterilen çaba basit olarak çok önemlidir.

Buna rağmen firmaların tüm bütünlüğü, ana iskelet tabanlı uygulamalardan uzaklaşması ve Alıcı Server yapılarına yönelmesi; Bilgisayar-Telefon uygulamalarını daha kolay ve daha az riskli hale getirir.

Alıcı Server uygulamaları masa üstü gelişmelere ve ana makinadan terminale veri aktarımı yerine masa üstüne bilgi çekmek temeline dayanır. Alıcı Server yardımı ile Bilgisayar-Telefon uygulamaları bir masa üstü üzerinde ve bölüm seviyesi Server'lı sistemlerin gelişmesiyle ana iskelet sistemine nazaran daha kolay ve risksiz bir atılım yaparak Bilgisayar-Telefon'la daha geniş organizasyon imkanı sağlar.

Örneğin, Alıcı Server atılımı ile Müşteri Servisi sorumlusunun masasına bir çağrı geldiğinde eş olaylı telefon mesajı server tarafından kullanıcı masa üstüne gönderilir. Bu olay, mesajın Bilgisayar-Telefon uygulama API'yi tarafından verinin bulunduğu ana iskelet üzerine sevk edilmesidir.

Bu dönüşüm mantığı mevcut Alıcı Server masa üstü uygulaması içinde veya mevcut diğer bir server ile çalışan yeni bir masa üstü olarak kurulabilir. Daha ileri durumlarda masa üstü uygulamaları Microsoft'un DAA (Dynamic Data Exchange) ve OLE (Object Linking and Embedding), açık standart uygulamaları arası iletişim mekanizması olarak kullanılabilir, daha ileride mevcut uygulamaların entegrasyonunun basite indirgenmesi ve bunları değiştirme ihtiyacını ortadan kaldırmayı amaçlar.

## **2.14. Bilgisayar-Telefon: Seçeneklerin Bolluğu**

Bilgisayar-Telefon uygulamaları : seçenek zenginliğine boğar, diğer bir deyişle Bilgisayar-Telefon sistemleri, imkan ve seçenek zenginliği karakterini gösterir. Bilgisayar-Telefon uygulamaları görünümde büyük yada küçük işletimi basit yada karmaşıktır. En ufak uygulama bile birçok yol ile gerçekleştirilebilir. Herhangi bir Bilgisayar-Telefon sistemini oluşturmak için doğru yada yanlış yol yoktur.

Bütün bu seçenekler ile, sistemler içinde çalışan kişiler her ikisinde de bilgili hale gelip, telefon ile bilgisayar arasında nasıl bağlantı kurulabileceğini öğrenmeye başlamalıdır.

Her iki ekolde bulunan rekabet bu iki teknolojiyi daha da ileri götürerek entegrasyon sağlamaktadır. Telefon ve Bilgisayarların birlikte çalıştıkları sistemler tam anlamı ile geçiş aşamasındadır. Yakın zamanda telefon anahtarlama sistemleri ve LAN Server'lar yok olacak, her iki sistemi de içeren Hibrid Telefon Server'ları piyasayı ele geçirecektir.

Bilgisayar-Telefon Sistemleri çok önemli bir virajda olup, teknolojinin gerekli elementlerinin geliştirilmesini ve geniş görüşlü birçok uygulayıcı kişiyi bu konuda eğiterek faydalı kullanıma açık bir hale getirebiliriz.



### **3. SAYISAL İŞARET İŞLEMCİLER, KİŞİSEL BİLGİSAYARLAR'DA TASARIM VE TELEKOMÜNİKASYON**

#### **3.1. Giriş**

Bu bölümde, tez çalışmasında gerçekleştirilen Telefonlu Cevap Sisteminin geliştirilmesi için gerekli temel bilgiler verilmiştir. Bilgiler üç grup halindedir. Bu gruplar; DSP'ler, Kişisel Bilgisayarlarda prototip sistem tasarımı ve sistemin telekomünikasyon tarafıyla ilgili tanım ve açıklamalardır.

Birinci grupta DSP'ler, dört ana kısımda ele alınmıştır. Önce DSP tarihçesi verilmiş, daha sonra karakteristikleri, yapısı ve seçimi açıklanmıştır.

İkinci grupta, Kişisel Bilgisayarlarda prototip kart tasarımı açıklanmıştır. PC-AT için veri yolu tanımları ve güç gereksinimlerinden sonra, PC'nin G/Ç, kesme, direk veri erişimi ve zamanlama konuları izah edilmiştir.

Üçüncü grupta Telefonlu Cevap Sisteminin, telefon tarafıyla ilgili temel telekomünikasyon tanımları ve konuları yer almaktadır.

#### **3.2. Sayısal İşaret İşlemciler**

Sayısal olarak yap. Bu günlerde, bu anlayış kişisel bilgisayarlarında ötesine geçmiştir. Pratik olarak herhangi bir ölçüm cihazı, iletişim veya ses ürünü, geleneksel elektronik devreler yazılım ve firmware'ler (donanımı üreten firmanın, donanım için geliştirdiği sürücüler) ile rekabet ortamına girmişlerdir. Yazılım, Sayısal İşaret İşleme algoritmalarını taşıyacak, yeni nesil uzmanlaşmış mikroişlemcileri sürer. Bunu; sayısal filtreler ve spektral analizi, çoğul yerleşim hesaplaması yöntemini uygulayarak gerçekleştirir.

Analog ve sayısal ortam arasındaki uçurum, aynı zamanda ekonomik olan analogtan sayısala ve sayısaldan analoga çevrimler ile aşılımaya çalışılmaktadır. Sinyal yöntemi uygulamalarının sayısal yöntemlere çevriminin avantajları olan denge, programlanabilirlik, performans yükseltimi uygulamada analog karşılığı olmayan, Sayısal İşaret Yönetim algoritmaları ve oyunlara olanak sağlar.

Sayısal İşaret İşlemede hesaplama süreçleri ve işlemcileri, mikroişlemcilerin hesaplama işlemleri üzerine etkilerine benzer özellikler gösterirler. Konuşan hesap makinaları, ölçü cihazları, karmaşık müzik sentezleyicileri, çeviri makinaları ve körler için görme çalışmaları ve DSP tabanlı oyuncaklar, moda haline gelmiş ve rağbet görmeye başlamıştır.

Bu kısımda önce DSP tarihçesi olmak üzere, DSP karakteristikleri, yapısı ve seçimi açıklanmıştır.

### 3.2.1. DSP Tarihçesi

Birçok olayda DSP'ler ile yönetilen makinalar, kendi karakteristiklerini geliştirmiştir. Büyük temel iskeletli makinalar öncelikle süreç sinyal uygulamalarını kullanmışlardır. Tipik olarak bunlar gerçek olmayan zamanlama ile yapılmıştır. Bundan sonra artan endüstri olanakları ile düzenleyici DSP'ler yapılmıştır. Bunlara ait esneklik ve hız yüzünden, birçok araştırmaya muhatap olmuşlardır. Bunun yanında entegre devreler ile daha hızlı mikro entegreler ve mikrobilgisayarlar üretilmiştir. Bunun sonucu olarak birçok DSP tasarımcısı, DSP'lerin sayesinde var oldular. Bu durum DSP çözüm maliyetlerini düşürerek DSP'yi teknolojinin kullanımına sundu.

DSP'ler yaklaşık yirmi yıl önce görülmeye başlanmıştır. Bell laboratuvarlarında DSP1 ve NEC7720 ilk gerçekleştirenlerdir. 7720 mimarisi bugün güncelleştirilmiş ve en dayanıklı tekil entegre DSP Mimarisi yapılmıştır (daha sonra 77C25 üretilmiştir). Bell laboratuvarlarında üretilen DSP1, AT&T dışında hiçbir zaman satılmamıştır. AMIS2811 (NIC78) daha önce açıklanmış fakat dağıtımı ertelenmiştir. Çünkü VMOS teknolojisinde bazı problemler ortaya çıkmıştır. Bütün bu DSP'ler dahili hafızaya sahiptir ve tek başına sistem uygulamalarına müsade eder. Bir sinyal işlemcisi olan Intel 2920 1970'den önce mümkün olmuştur. Bu DSP'ler A/D ve D/A özelliğini entegre üzerinde içerir, fakat donanım çarpanı eksiktir. Birkaç mikrokontrolörde aynı nedenle kabul edilmemiştir.

1982'de Texas Instr. TMS 32010'u (Mag 82) sunmuş. Bu en popüler DSP ailesinin ilk bireyi olmuştur (Mag 85) (Abi 86) (SİM 87). Bu popularitenin oluşmasında yazılım ve donanım geliştirilmesine verilen önem hiçte küçük

değildir. Aşağı yukarı aynı zamanda Hitachi, ilk CMOS DSP'yi sunmuştur (HD 61810) (HSP) . Bu DSP floating point biçimini kullananlar içerisinde ilktir (bir 12 bit Mantissa ve 4 bit exponent). Bir yıl sonra Fujitsu Ticari olarak programlamaya müsait DSP'ler MB 8764 (Kik 83 ) ile çarpma ve toplama zamanını 120 ns'de gerçekleştirmiş ve büyük oranda sürat artırımında bulunmuştur.

1984'de Bell laboratuvarları pazarda görülmüştür. İki önemli nokta vardı: AT&T'nin sattığı DSP ve ilk 32 bit floating point DSP. Az bir süre sonra NEC  $\mu$ PD77320'yi tanıtmıştır (Kaw 86). Bu bir çarpma ve toplama zamanı 150 ns olan 32 bit floating point işlemci idi. NEC bu etkileyici hızı kısmen bölünmüş kullanım kodları içinde floating point sonuçlarının normalini bölerek elde etmiştir. Bunu IEEE Standart biçimini kullanan ilk floating point işlemci Fujitsu MB86232 1987 takip etmiştir (Gam 87). Motorola göreceli olarak pazarda yenidir. İlk DSP'leri, DSP 56001 (Klo86)'dir. 1987'de pazara sunulmuşlardı. Bu bir 24 bit fixed point DSP idi.

DSP'lerin en yeni mahsulleri 1988'lerde ve 1989 başında mümkün ve beklenir olmuştur. Bunlar Hitachi'nin DSP'si (Kan87) ve AT&T DSP 1617 gibi hızlı fixed point birimler ve üç yeni floating point birimlerdir. Bunlar AT&T DSP32C (Bod 88), TI TMS320C30 ve Motorola DSP96001 ve 96002 örnektir. Motorola DSP'si Fujitsu MB22232 IEEE floating point standardını dahili olarak kullanmakta ve en zor an 35325 ile kısa yolda katılmak istemektedir.

Bu yarışa daha sonra katılan firmalar da, çok gelişmiş DSP'ler üretmişlerdir. Donanım özelliklerinin yanında, yazılım özellikleri, programlanabilirlikleri ve yüksek işlem hızlarıyla sürekli gelişmektedirler.

Artan performanslı entegre devreler DSP'lerin her alanda (iletişimden grafiğe) uygulamasını mümkün kılmıştır.

### 3.2.2. DSP Karakteristik Özellikleri

DSP geniş bir uygulama açılımına sahiptir. Bazı uygulamalara örnek olarak sayısal süzme, konuşma ayırımı, görüntü yönetimi hızlı fourier

dönüşümleri ve sayısal ses teknikleri. Bu gibi uygulamalar ve alakalı DSP bir karakteristiği aşağıdaki başlıklarda benzerdir:

- Matematiksel olarak büyük ve zor algoritmalar,
- Gerçek zamanlı operasyonlar,
- Örnek veri geliştirilmesi,
- Sistem esnekliği.

Bu karakteristik özellikleri oluşturmak için bir sayısal süzgeci örnek olarak kullandık. Özellikle biz FIR süzgeç kullanacağız, çünkü zaman dömeninde genel formuna bakarsak;

$$y(n) = \sum_{i=1}^N a(i) * x(n-i) \quad (1)$$

$y(n)$ ,  $n$  zamanlı ortaya konulan örnek,  $a(i)$  çarpan yahut ağırlık faktörü ve  $x(n-i)$  verilen örnektir. Bu bireysel örneklerle, DSP'lere ait birçok karakteristiği tartışabiliriz. İlk olarak bunlar matematiksel olarak zor algoritmalar.

### 3.2.2.1. Matematiksel Olarak Büyük ve Zor Algoritmalar

(1)'e bakarsak her  $y(n)$  için yeniden yürütebiliriz.  $N$  çarpımlarının takımlarını hesaplamalıyız. Bu durum onu matematiksel olarak zor yapar bilhassa  $N$  büyük ise .

Bu noktada FIR süzgeçe bir kısım fiziksel anlamda verelim. Bir FIR süzgeçi borsa doğal fiyatlarının kontrol altına almakla aynı tekniktir. Günlük fiyatlar her kapanışta belirlenmediğinde, zaman zaman hissenin trendi gibi bilgilere ulaşmak gibi engeller büyük varyasyonlarla aşılmaya çalışılır. Geçmiş bilgileri kullanarak ortalama bir değer yaratıldığında gelecek 5 günlük zaman tahmin edilebilir. Her yeni gün için eski değer gider yerine yeni değer istenir. Her gün alınan ortalama değer son beş güne ait ağırlıklı ortalamadır. İşlemda ağırlık faktörü ( $a(i)$ )  $1/5$  alınmıştır. İşlem formunda;

$$\begin{aligned} average(n) = & \frac{1}{5} * d(n-1) + \frac{1}{5} * d(n-2) + \frac{1}{5} * d(n-3) \\ & + \frac{1}{5} * d(n-4) + \frac{1}{5} * d(n-5) \end{aligned} \quad (2)$$

$d(n-i)$  günlük hisse kapanış fiyatı,  $(n-i)$  gün sayısı 2 nolu işlem 1 ile aynı formu paylaşmaktadır. Bu birini takip eden  $a(i)$  ve  $(xi)$  gibi iki numarayı bir araya getirmenin tek yolu, hem FIR süzgeci hem de bir araya getirme işlemi DSP'ye direk olarak bağlıdır.

### 3.2.2.2. Gerçek Zamanlı Yönetim

Matematiksel olarak zor olmasına ilave olarak DSP algoritmaları gerçek zamanlı olarak oluşturulmalıdır. Gerçek zaman DSP tarafından ortaya konan ve kullanıcı için zaman kaybına yol açmayan süreç olarak tanımlanır. Hisse senedi borsası örneğindeki gibi yeni değer istenildiği an hesaplanıyorsa ve gerekli olduğunda hazırsa bu gerçek zamanlı yönetimdir.

Sayısal Sinyal yönetiminde uygulamalar günlük borsadakinden daha hızlı oluşur. FIR süzgeç örneğindeki gibi ürünlerin toplamı yeni bir örnek gelene dek birkaç yüz milisaniyede hesaplanır. İkinci örnek olarak konuşma tanıma sistemi, her konuşulan kelimeyi anında tanıyarak işleme koyan, bir örnekte görüntü yönetiminde olur; her görüntü esnasında DSP tarafından görüntüleri update ediyordur.

### 3.2.2.3. Örnek Veri Geliştirilmesi

Uygulama örnek veri sistemini sayısal prosedür DSP gibi ele alınabilir. Hisse senedi borsasındaki değerler, örneklenmiş veri sistemine en güzel örnektir. Her günlük kapanış fiyatları örnek olarak DSP'ye girilebilir. Öteki periyotlar hatta saat bazında olabilir. Bir FIR süzgeçte çıkış  $y(n)$  N girişlerini hesaplamak üzere kullanılır. Bir başka değişle giriş sinyali periyodik dönüşümler için örnek teşkil ederek diğer verilere ulaşmasını sağlar.

Tablo 3.2.1'de örnek veri uygulamaları için tipik örnekler görülüyor.

| Uygulama            | Ortalama Örnekleme Oranı |
|---------------------|--------------------------|
| Kontrol             | 1 kHz                    |
| Telekomünikasyon    | 8 kHz                    |
| Konuşma İşleme      | 8-10 kHz                 |
| Ses İşleme          | 40-48 kHz                |
| Video pencere oranı | 30 Hz                    |
| Video piksel oranı  | 14 MHz                   |

Tablo 3.2.1. Uygulamalara göre örnekleme hızları.

Tipik bir DSP uygulamasında işlemci, çok miktarda örnek veriyi bir araya getirerek toplamı bulur ve gerçek zamanlı aritmetik çözümler sunar.

#### **3.2.2.4. Sistem Esnekliği**

DSP yapısı, geliştirmelere açık şekildedir. Günlerce hisse senedi sabit değerleri kullanılarak yapılan hesaplar, ortaya atılan bir varsayımla başka bir yol üzerinden hesaplanmak istenilmiştir. DSP, bu esnekliğe sahip olmalıdır. Bir çok DSP uygulamasında teknikler bu yönde geliştirilmeye çalışılmaktadır. Örneğin, ses tanıma şeklinde kesin olmayan bir teknik olarak algoritma düzenlemesi yapılmaktadır. Bu örneklerde olduğu gibi biz sistem esnekliği istiyorsak programlanabilir bir DSP gerekliliği ortadadır.

#### **3.2.3. Programlanabilir DSP Mimarileri**

Programlanabilir DSP'ler Gerçek Zamanlı Sayısal işlemlerde uzmanlaşmıştır. Hedef uygulamalar, büyük aritmetik hesaplamalar ve genellikle zor gerçek zamanlı kısıtlama gerektirir. Bu kısımda, mimari teknikleri hakkında çeşitli uygulamalardaki performans artırımını için gerekenler ve özellikle bu tekniklerin kullanıcı üzerine etkilerini ele alır. Bu etki gözönüne alınmıştır, çünkü DSP'ler geleneksel olarak performans için tasarlanmıştır, çok fazla fonksiyonelliğe veya programlamaya uygun olarak değil. Fakat teknolojik gelişim bu konularda da daha iyileştirilmeye olanak sağlamaktadır.

Herhangi bir uygulamada uzmanlaşmış olmalarından dolayı DSP'lerin gelişmiş mimarileri konvansiyonel mikroişlemcilere nazaran önemli değişikliklere sahiptir. Tam DSP alakalı sıra işaretlerinde, performanslar 20 yıllık bir geçmişe rağmen aritmetik işlemciye sahip mikroişlemcileri aşmıştır. Bu performans avantajı bugün açıkça ortadadır. Mikroişlemcilerin dramatik bir şekilde gelişmesine karşın DSP'ler birçok özellikler kazanmıştır.

Bu etkileyici performansı kazanmak için birçok mimari yenilikler kullanılır. Temelde hızlı çarpıcı/akümülatör donanım veri yolunca; aritmetik yardımcı işlemci üzerinde ana veri yolunda ayrılmış olarak gerçekleşir. Bundan öte uygulamalar, her bir kullanıcının kodu için önemlidir. Görüldüğü gibi kullanım kodu aritmetik olarak geliştirildiğinde avantajlıdır. Mimarinin

dikkatlice düzenlenmesi ile kullanım döngüsü zamanı aritmetik donanımın döngü zamanına eş olur. 90'lı yıllarda çıkan DSP'lerde tam 32 bit floating point çarpanı ve 60-80 ns'de bir toplama yapma özelliği istenmektedir.

Bugün bilgisayarlar ile karşılaştırıldığında, 25-33 Mflops arası hızlar yarışan hızlardır. Fakat hızlı entegre aritmetik komple hikayeyi açıklamaz. Bu tür bir performans mümkün olduğunda yeterli değildir. Bugünkü DSP'ler, üçlü pipeline'lar, birçok bağımsız hafıza, paralel fonksiyon üniteleri ve mikroprogramlanamayan (hardwired) tasarımları kullanırlar. Bu mimari özellikler çoğunlukla assembly dili üzerinde ve bilgisayar tasarımcısı veya kullanıcıyı dolaylı yoldan ciddi zararlı etkilere maruz bırakır. Neyse ki bu durum geliştirilmiştir.

Programlanabilen DSP'lerin yeterli bant genişliğini elde etmek için çoklu bellek bankaları kullandıkları bu kısımda anlatılmıştır. Temel Harvard mimarisi üzerinde çeşitli değişiklikler tanımlanmıştır. Ancak bu değişikliklerin hepsinin ortak bir özelliği vardır; bir komut alma işlemi, bir önceki komutun işlem verisini alma işlemi ile aynı anda yürütülür. Bu, komut alma, veri alma, komut yürütmeden oluşan üç evreli pipeline olarak görülebilir. Fakat daha yakından incelendiğinde birçok DSP'nin bu kadar basit olmadığı görülür.

Bir kullanıcı ilk olarak DSP'nin nümerik formatını anlamalıdır. Bu bölümün başında fixed ve floating point'ler ile DSP'ler arasındaki farklılıklara bakılacaktır. Süreç içerisinde bazı veri yolları açıklanmıştır. Bundan sonra paralel hafıza kurulumunun temel donanım mimarisindeki kullanılışını gördük. Bu tip paralel hafıza kurulumu DSP'nin performansını arttırmaktadır.

### **3.2.3.1. Temel Denektaşları (Benchmark)**

Bu yazıda belirtildiği gibi MAC zamanı hat içi kodu ile çok uzun FIR süzgeci için kapama zamanıdır. Genellikle azami oranda cevap verir. Kullanım kodlarının çarpma ve toplama yayımlarını içerir halde belirgindir. Birçok işlevi için asgari kullanım kodu, döngü zamanı eşittir. Yaklaşık MAC zamanı kullanılarak verilen DSP'nin belirli bir uygulamayı ele alması, Tablo 3.2.2'de gösterilmiştir. Bu tabloda görüldüğü üzere günümüz DSP'leriyle

daha gelişmiş sinyal süreçleri uygulanabilmektedir. Ses bandı, olarak dahilinde olup gerçek zamanlı video, tek bir DSP için mümkün değildir.

Daha anlamlı denektaşları, FFT'lerde IIR süzgeçleme, bölme ve yüksek seviye fonksiyonlarıdır. Bu tür denektaşlarını karşılaştırmak her nedense yanıltıcıdır. Çünkü bütün denektaşları her zaman tamamı ile açıklanamaz ve karşılaştırma tam olarak uyum sağlayamaz. DSP üreticileri şu esnada sadece, C bilgisayar derleyicilerini optimize ederken standart denektaşları kullanmaya başlamışlardır. Bu gelişme, birimlerin gelecekte daha anlamlı karşılaştırılmasına yol açacaktır.

| Uygulama Sınıfı | Örnekleme Hızı | Örnekleme Periyodu | MAC/örnek (100ns MAC) | MAC/örnek (50ns MAC) |
|-----------------|----------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| Voice bandı     | 8 kHz          | 125 $\mu$ s        | 1,250                 | 2,500                |
| Audio           | 44 kHz         | 22.7 $\mu$ s       | 227                   | 454                  |
| Video           | 5 MHz          | 200 ns             | 2                     | 4                    |

Tablo 3.2.2. Uygulamalara göre işlem süreleri.

Programlanabilir DSP'lerde bazı uygulamalar ve M+C zamanları Tablo 3.2.2'de görülmektedir. Programlanabilir DSP'ler ses ve müzik bandında son derece başarılı olarak kullanılmaktadırlar. Ses bandı veri modemleri, ekotutucuları, ses ve sayısal müzik kodlaması, ses sentezi, konuşma tanımlayıcısı, sayısal ses eşitleyici, müzik sentezi, müzik işletimi, örnek oran çeviricileri ve aşağı yukarı çok sayıda tek haberleşme uygulamaları DSP ürünleridir.

Ek olarak; grafik, medikal görüntüleme, sinyal ve genel görüntüleme süreçleri ve gerçek zamanlı olmayan uygulamalar sayılabilir.

Bu tür mikroişlemcilerin makina dilinde anlamlı gücü bizi uygulamalarda bir patlama olacağı yönünde beklentilere sevk etmektedir. Her tip nümerik hassasiyetli uygulamalarda bu tür birimleri kullanmak için herhangi bir geçerli özür bulunmamaktadır. İlerlemeyi etkileyen tek faktör zor programlama ve mevcut derleyicilerin performanslarıdır. Bu, araştırma geliştirmenin aktif olduğu bir alandır. Buna rağmen yakın gelecekte önemli gelişmeler olmuştur.

### 3.2.3.2. Aritmetik

Programlanabilen DSP'ler iki temel yöntem ile uygulanırlar (Fixed ve Floating Point). Floating Point DSP'ler daha pahalı ve genelde Fixed Point'lere göre %50 daha yavaştır. Bunların ana avantajı kullanıcının ölçü konusunda serbest kalmasıdır. Ana mahsuru ise hız ve fiyatıdır. Bu tür olumsuzluklardan dolayı Fixed Point DSP'ler var olmaya devam edecektir. Buna göre bir Fixed Point DSP'yi programlamayı anlamak önemlidir.

**Fixed Point Aritmetiği:** Bir çoğumuz floating point sayılarını hatalar ile, kelime uzunluklarına aldırmadan ve sadece taşmalar ve eksikler konusunu dikkate alarak kullanmaya alışmışızdır. Fixed Point sayılarda kullanmamızı sınırlayan etken program yazarken sıra göstermek, döngü sayıcılar ve tam sayılar ile sınırlandırılan doğal olasılıklara dikkat etmektir.

Fixed Point DSP kullanırken program sayı sisteminin sınırlamalarına daha fazla dikkat göstermek gerekir. Kısmen taşma önlenmeli ve doğruluk ölçme sinyalleri ile dikkatlice sağlanmalıdır. Doğruluk, iki kaynak A/D ve D/A dönüşümü ve çarpma işleminden ortaya çıkan nicelik hatalarından dolayı kaybolabilir.

İlk olarak iyi dökümantasyon ve DSP Mimarisine dayanmayanlar ki, ikinci çarpma işlemi bu tür DSP'lerde bulunur ve DSP'nin yapısı önemli bir etkiye sahiptir. Quantalama hataları iki sayıyı çarparken oluşur. Çünkü önünü tamamlamak için gereken bit sayısı tam doğrulukla operandlardaki bit sayısının toplamına eşittir. Herhangi bir bitin ıskartaya çıkması bilgi kaybına neden olacaktır. Birçok DSP mimarisi komple ürün olarak korunmasına izin verir.

Birçok DSP'de ürünler  $2N$  bitleri ile birlikte depolanır ve çifte doğru sayılar olarak manipüle edilir. Fakat bu çok pahalıdır (zaman ve hafıza açısından) ve genellikle mümkün değildir. Eğer sadece  $N$  bitlerinin  $2N$  biti sonu saklanırsa bunlardan hangisinin saklanacağına program karar verir. En alt sırada  $N$  bitleri saklamak herhangi bir taşmaya meydan vermeden arzu edilir. Fixed Point DSP'de taşma iki şekilde olur. Ya çok kaba toplama artınca, kaydedici taşar veya artırıcı tarafından saklanan bitlere, yahut

ıskartaya çıkmış üst sıradaki bitler programlama yapmaya çalışıldığında meydana gelir. Aşağıda taşmaya karşı alınmış önlemler sıralanmıştır.

**Daha fazla doğruluk:** Birinci tip taşma için kısmi çözüm, akümülatör ve ALU'dan daha büyük olan kelime boyutu kullanmaktır. 32bit ürünler toplayıcı için tam bir güven sağlar ve taşma oluşmaz. Bir çok DSP'lerde ALU ve toplayıcı içerisinde extra bitler bulunur.

**Saturasyon Aritmetiği:** Bir taşma olduğunda DSP basitçe, değeri en büyük artı yada eksi sayısını sonuç olarak belirler, tahsis eder ve hiçbir şey olmamışçasına devam eder. Bu durum taşma olacak diye izin verilmemesinden daha iyidir. Bu da büyüklük ve/veya işaret hatasına yol açar. Genellikle gerçek zamanlı uygulamaları içermeyen ayrıca özel hata işleminden de iyidir. Bu iki tür taşma ile uğraşılacağına ALU'ya saturasyon donanımı ilave edilir ve bu donanım toplayıcı ve veri yolu arasında olmalıdır.

**Kaydırma Üniteleri:** Toplayıcıya bir ürün ilave edilmeden işaret değiştirme yolu ile indirgenir ve alt sırasındaki bitleri ıskartaya çıkartır. Tabi ki doğrulukta bir kayba sebep olur. Kaydırma; ürünün, ölçüsü üzerinde çok etkilidir, ancak programcının bunu iyice tartması gerekmektedir.

Taşma problemleri için programcıların bütün olasılıkları gözönüne alarak uygulamadaki etkilerinin önemini ölçmeleri tam bir çözüm sağlayabilir. Tabi ki programcı, bütün olasılıkların değerleri küçük olduğunda, nicelik hatasının büyük olacağını kesinlikle bilmelidir.

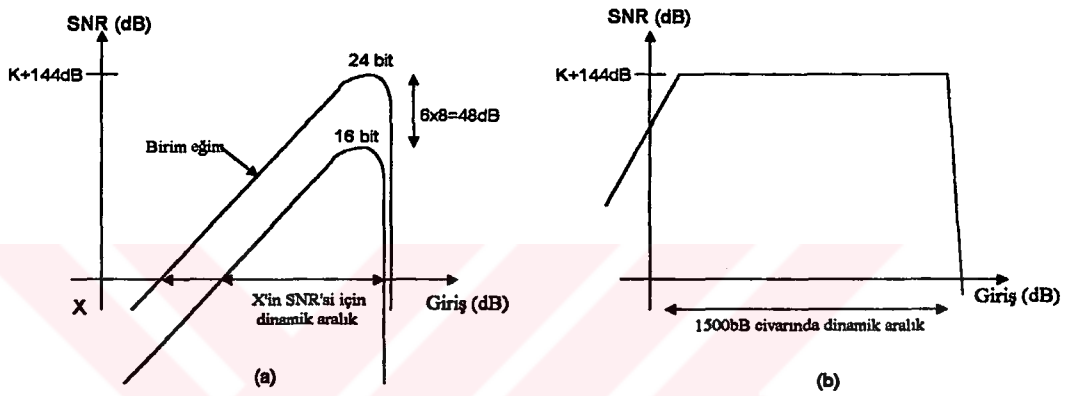
Hedef, böylece ortalama olasılıkların değerini azamide tutarak, taşma olayını kısıtlamaktır. Bu her zaman kolay olmayabilir. Programcı gelen sinyalleri derleyerek ve ara ölçekli olasılıkları asgariye indirerek mümkün en fazla doğruluğu elde etmeye çalışmalıdır.

Nicelik hatalarının gücü taşmanın oluşmadığı sinyal seviyesine bağlıdır. Sonuç olarak nicelik gürültüsü oranında, sinyalden sinyal seviyesi ile birlikte Şekil 3.2.3.1'de gösterildiği gibi yükselir. Taşma olana dek gürültü oranına alçalmak hızla gerçekleşir. SNR'nin dinamik sınırları ve sinyal seviyeleri asgari kabul edilebilir. SNR, XdB olduğu halde tanımlanır. Nicelik hataları

hakkındaki istatistiklere ait bazı basit kabüller ile nicelik gürültü oranı şöyle yazılabilir.

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 6N + R + K \quad (1)$$

Burada ta ma olmadığı kabul edilmiştir. R, dB cinsinden tam ölçütte giriş gücü ve K nicelik gürültüsüne ait istatistiklere dayanan bir sabittir. Sonuç olarak 16 bite nazaran bir 24 bit DSP 48 dB daha fazla dinamik sınıra sahiptir.



Şekil 3.2.3.1. Nicelik görüntüsüne ait sinyal ve dinamik sınır burada sinyal seviyesinin fonksiyonu olarak gösterilmiştir. A) Fixed point aritmetiği (16 ve 24 bit varsayılan ile birlikte) B) Floating point aritmetiği (24 bit mantissa ve 8 bit exponent varsayılan ile birlikte) yatay eksen ölçü değildir. Dinamik sınır Floating point biçiminden Fixed point biçimine göre daha büyüktür.

**Floating Point Aritmeti i:** Fixed Point işlemini icra ettikten sonra, tam doğru artan kaydına ait kapsamın saklanması halinde, eğer donanım sonuçta en iyi bitleri saklamak için tanımlanmış ise ve ölçü de i ikliklerini aynı anda tutuyorsa, bu uygundur. Etkinin içinde, bu floating point'e ait görevdir. Bir floating point sayısı x mantissa  $M(x)$  ve exponent  $E(x)$  tabanlı olursa;

$$x = M(x) * 2^{E(x)}, \text{ tir.} \quad (2)$$

Eğer bir floating point sayısı x ve y olursa çıkan

$$z = M(x) * M(y) * 2^{E(x)+E(y)}, \text{ dir.} \quad (3)$$

Bir floating point çarpan aygıtı mantıssa'larda çarpan ve exponent için toplayan ihtiva etmelidir.

Daha fazla doğruluk için genelde iki mantıssa'nın çıkanı saklanmalıdır. Her floating point işleminden sonra sayılar yeniden normalize edilmelidir. İki mantıssa çarpıldığında birçok önemli bitler bu sonuç ile tanım ve buradan itibaren saklama ihtiyacı duyar. Bir değişim bu ilave bitleri ve exponent tanımlamalarını ölçütte saklanacak şekilde icra edilir. Bütün floating point'li DSP'lerde NeC MPD 77230 hariç yeniden normal hale getirilmesi donanım tarafından otomatik olarak yapılır. MPD 77230'da bir extra normalizasyon kullanım talimatı gerekir.

Bu özel format, floating point sayıları için bütün DSP'ler içinde ne yazık ki farklılık gösterir. Bu ayrıntılı değişik formatlar bu yazının ötesindedir, fakat bu önemli nokta açıklanmıştır. DSP 96002 ve ZORAN 35325 DSP'ler içerisinde, IEEE 754 Floating Point standardına uyan ilkler beklenmektedir.

32 bit floating point formatı ile fixed point biçimleri arasında mukayese Şekil 3.2.3.1'de görülmektedir. Görüldüğü gibi 24 bit fixed point format K+144dB SNR noktası taşma olasılığı oluşmaya başladığı noktaya kadar ilerler. SNR sınırlarında 24 bit ile başarmak mümkündür. Bir floating point sayısı 24 bit mantıssa ile birlikte her nasılsa mümkün olan 24 bitin sağladığı en iyi performansı sağlar. Daha ilerisi 8 bit exponent, bütün SNR'yi oluşturmak için 1500 dB dinamik sınırında yeterlidir.

### 3.2.3.3. Hafıza

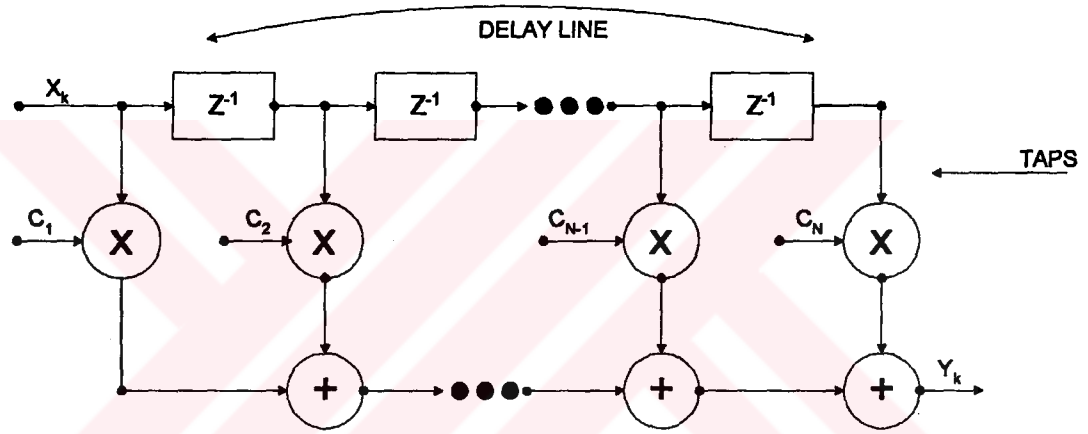
Geleneksel mikroişlemcilere ait mimariler, bant genişliği ile sınırlıdır ve kayıttan kayıda kullanım kodu ile yüksek performans sağlarlar. DSP'ler daha geniş bir hafıza bandına sahiptirler ve daha fazla hafızadan hafızaya kullanım kodlarını kullanırlar.

Bir takım DSP için, 6 hafıza kadar kazanç eldesi her bir kullanım kodu döngüsü için mümkündür. Birçok DSP hafıza bant genişliği için paralel hafıza bankaları ve küçük hızlı basit hafıza kullanımını talep eder. Yüksek seviye

bant genişliği her bir kullanım kodu için birçok mümkün hafıza kodu girişini belirtir.

Şekil 3.2.3.2'de gösterildiği gibi sonlu dürtü cevabı süzgecinin (FIR) gereklilikleri: (1)Kullanım kodunu taşımak, (2) Hafızaya ait iki operandın taşınımı, (3) Çarpma, (4) Toplama ve gecikme hattında veri değişimi.

Bütün modern DSP'lerde kapama için oluşan kullanım kodu döngüsü bir FIR süzgeçte tamamlanır. Eşzamanlı çarpan ve artanı oluşturan paralel aritmetik donanım görüyoruz, fakat eşzamanlı hafıza girişi açıkça belli değildir. Çözüm paralel hafıza bankaları ve zengin adresleme modlarıdır.



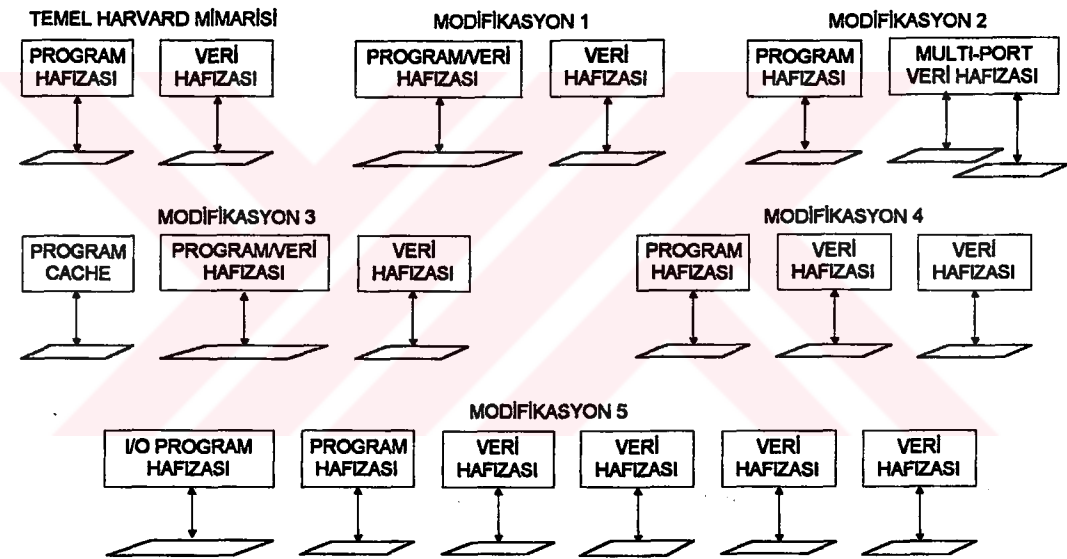
Şekil 3.2.3.2. FIR süzgeci algoritması.

**Paralel Hafızalar:** Prensipte hafıza bantı genişliği hızlı hatlar ve hafızalar ile yükselir. Her bir kullanım kodu döngüsü birçok hafıza girişleri içerir ve hafıza çevrim zamanı kullanım kodu döngüsünün bir fonksiyonudur. Buna rağmen hızlı hafızalar VLSI alanında daha çok yer kaplar ve daha çok güç ister. Düşen maliyet ve artan hafıza kapasitesi DSP amacına doğru yaklaştırır. Alternatif yaklaşım çok portlu hafızalardır, fakat daha öncelikli yaklaşım ise çoklu hafıza bankaları ve her bir kullanım kodu döngüsü için sadece bir veya iki hafıza çevrimi kullanımınıdır. Bu düzen Şekil 3.2.3.3'te gösterilmiştir. Temel donanım mimarisinin ilk varyasyonu aritmetik kullanım kodlarında direk olarak kullanılan veriyi program hafızasında saklamaya mücade etmiştir. Bir kullanım kodu, veri ile aynı zamanda taşınamaz. Buna

göre kullanım kodlarının 2 yada 3 operand ile icra edilmesi için 2 hafıza çevrimi gerekir.

Temel Donanım Mimarisinde ikinci varyasyon çok portlu veri hafızası kullanımıdır. Bu pahalı bir çözüm olarak görülmesine karşın çoklu operand komutlarına mücadele edip, operandları birçok bölüme ayırmadan bunun gerçekleştirilmesini sağlar.

3. varyasyon ise kullanım kodu deposu ile program/veri hafızası oluşturmaktır. Her zaman kullanım kodlarının cache'i bulundurulur. Program/veri hafızası komut aktarılması gerektirmez ve veri transferi için serbest döngü sağlar.



Şekil 3.2.3.3. Harvard mimarisi ve türevleri tarafından kullanılan çoklu hafıza bankası ve yolları ile yapılabilen 6 değişik hafıza giriş yöntemi.

Birim uzunlukta kullanım kodu Cache'i hafıza devriminin ekonomize edilmesi için temel fonksiyondur, fakat overhead üstü döngülere sebep olur. RPTK komutları bir kullanım kodunun belli bir sayıda iterasyon yapılmasını herhangi ilave kodu ve döngü sayıcıya gerek kalmadan sağlar. Hitachi düşük overhead döngü destekleyen ilk DSP'dir.

Düşük overhead döngüsü, daima kullanım kodu cache'i ile alakalıdır. Buna rağmen en esnek, düşük overhead döngü kabiliyeti DSP560012'de ve

DSP96002'de görülmüştür. Bu tipler, donanım mimarisinin daha ileri uygulamaları olup kullanım kodu cache hafıza bankası olana dek büyütürler.

TMS320C30 her döngüde iki kez paralel hafıza girişi yaparak yüksek seviye hafıza bandı genişliği oluşturur. Bu da, kullanım kodu döngü zamanının, hafıza devrim zamanının iki katından az olmayacağını gösterir. Bir çok paralel hafıza kullanılarak da aynı etki sağlanır.

Talep oranı her bir talimat döngüsü için hafıza devrimlerinin sayısı ile tanımlanır. Küçük talep oranlı DSP'ler tek devrimde hafızaya ait iki operand kullanım kodlarını kullanmak yerine tek kullanım kodu deposu gerektirir. İlaveten FIR süzgeçlerini bir kullanım kodu döngüsünde her kapama için kullanmak yerine, dairesel tampon, adresleme modları ve özel yazma döngüsünün kullanılması gerekir. Yaklaşık üç talep oranına sahip DSP'ler kullanım kodu cache'i gerektirmezler, fakat dairesel tampon adresleme metoduna ihtiyaç duyarlar. Dört ve daha büyük talep oranına sahip olanlar, her ikisine de ihtiyaç duymazlar. Her nasılsa verilen talep oranları dahili hafıza için geçerli olup harici hafızanın olmasında daha düşüktür.

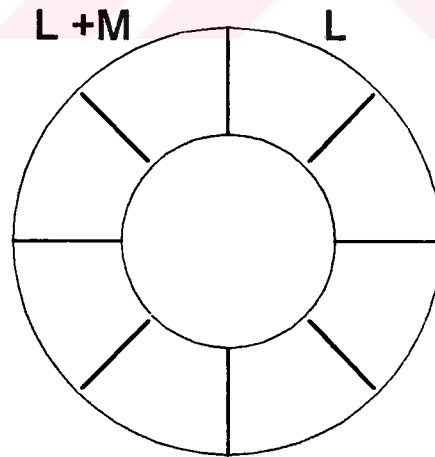
**Dahili ve Harici Hafızalar:** Geleneksel olarak DSP'lerin maliyeti önemli uygulamalarda çok miktarda kullanılması alışılmıştır. Şu anda istek tam veya tama yakın dahili sistemler oluşturmaktır. Bunu gerçekleştirmek için çoğu DSP'ler, mikroişlemciler değil, mikrobilgisayarlardır. Bu demektir ki hafıza entegrenin üzerindedir. Ortada birçok yan sebepte hafızanın entegre üzerinde olmasını destekler. Çoğul bağımsız hafıza bankaları ve çok portlu hafızaların entegre haricinde uygulanması çok zordur. Çünkü pin sayısı entegre harici uygulamalar için aşırı fazladır ve entegre harici uygulamaların hız problemi daha hızlı hafızalar kullanılarak çözülmesine karşın fiyat büyük oranda artar.

Pinlerin diğer kullanımları için değiştirilmesi yerine bir çok DSP'ye yeterli dahili hafıza uygulanabilir. Dahili hatlar, dışarıya nazaran daha karışıktır. Sistem tasarımcısı, entegre haricinde kullanmak üzere, sadece bir hafıza seçebilir. Bu, işlemin son süratte yapılmasını sağlamıştır. Zaman zaman harici hafıza bankaları programda kullanılır.

**Adresleme Modları:** Paralel hafıza bankaları hafıza bandı genişliğini artırır. Fakat bir problem kalır. Kullanım kodları üç hafıza girişi kadar açıkça belirtilmelidir. Sonuçta, adres alanında her adresi açıklamak için gereken bit sayısı, kullanım kodu kelimesinin büyümesini sağlayacaktır. Bu durum, programı saklayacak daha fazla hafıza ve daha geniş hatlar veya daha fazla hafıza devinimi (x her bir kullanım kodunun girilmesi için) anlamına gelir.

Evrensel bir çözüm, yazıcı-indirek adresleme modlarıdır. Yazıcı dolaylı adres modları, tipik olarak programlanabilir DSP'nin koşum atıdır. Çünkü bir çok hafıza adresi tek kelime ile tanımlanır. Bir adres kaydı takımı, amaca göre elde edilir. Kayıtlar, veri yapısında bir kelime ile adrese yüklenir ve sonra bütün kullanım kodları veri yapısına girilir, bu kayıt bir adres içerir şekilde tanımlanır. Kayıt bankası küçük olduğu halde, az sayıda bitler kaydı tamamlamaya yeter. Daha ileride, paralel donanım kayıtları yenilemekte kullanılır. Bu durum, gerekli olan kayıtlı kullanım kodu miktarını azaltır.

Şekil 3.2.3.2'teki FIR süzgecini yeniden gözden geçirelim. Sonuç getiren bir gelişme, bir adres kaydını gecikme hattının sonunda bir noktaya ve diğer bir kaydı en son süzgeç katsayısına kaydetmektir. Daha sonra



Şekil 3.2.3.4. Bir dairesel tampon hafıza bölgesi L'den başlar ve L+M bölgesinde biter, fakat L+M'nin üzerindeki bir sonraki bölge L'dir.

kullanım kodları zincirinin her biri şu sırayı izler: 1-lki operand taşımak, 2- Çarpmak ve arttırmak, 3- Kayıtlı içeriği azaltmak ve 4- Veri operandını belirtilen konuma göndermek.

Gecikme hattındaki veri kaydırması hafıza bandı genişliğini aşırı harcar. İlave hafıza yazma çevrimini gerektirir. Bazı durumlarda verim için alternatif modülo-mod adreslemedir. Gecikme hattı gelişimi, dairesel bir tampon'dur. Şekil 3.2.3.4'de M+1 hafıza yerleşimi belirlidir. Başlangıç konumu L ve bir kayıt artımı L+M konumunun ötesinde L konumuna döner, benzer olarak bir adres kaydı L konumu altına yerleşmiş ise bu yeniden üst seviye konumlarına ilerler. Dolaylı kayıt ve modülo-mod adresleme genellikle yetkin olarak kullanılmaz. Aşağıda görüldüğü gibi kod segmentleri birçok DSP'de kesin adres formlarına sahiptir. Bunlar; operandlar kullanım kodunun bir parçası olduğu hallerdedir. Bu tür adresleme modları, kayıt yükleme komutları için gerekir. Bir çok durumda iki kelimeli kullanım kodu adresleme modları için gereklidir ve bunlar tek kelime kullanım kodlular kadar hızlı değildirler. Çünkü aynı işlemi iki çevrimde gerçekleştirirler.

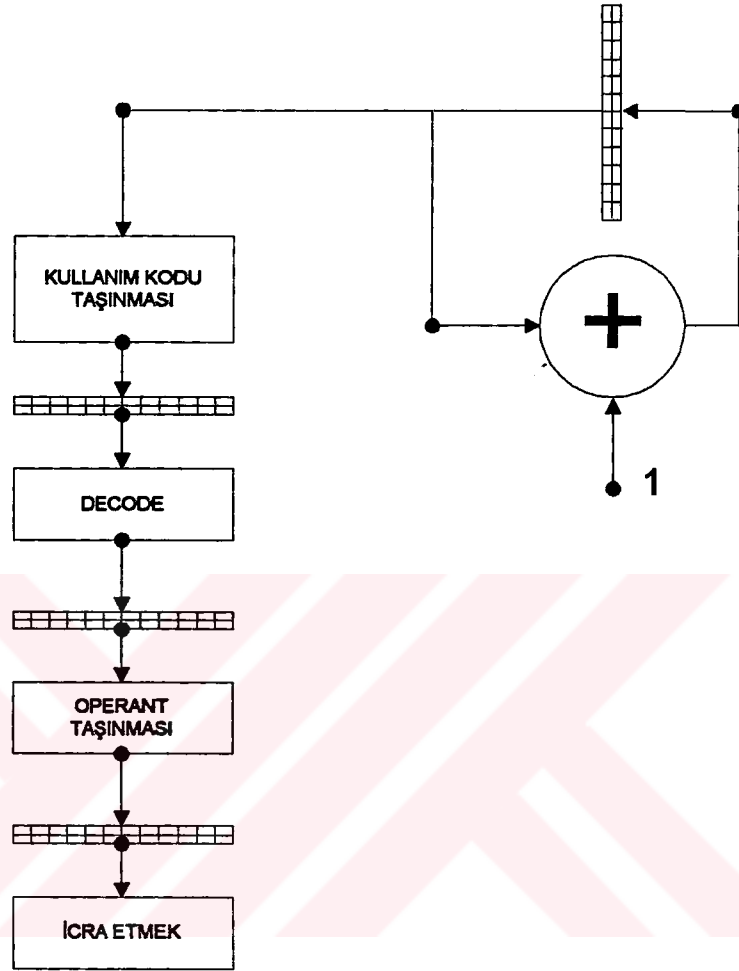
Bazı DSP'ler, kısa kesin ve direk adres-veri sahibidir. Kullanım kodunu tek kelime ile oluştururlar. İşlem, bir döngüde gerçekleşir, fakat genellikle dolaylı adreslemeye göre sınırlı işlem kapasitesi vardır. Diğer adresleme modları, indeks moduna dahildir. İndeks adresleme gelişi güzel girişler ve yazma pozisyonu ve bağımsız kodlar için kullanışlıdır.

#### 3.2.3.4. PIPELINING

Tipik bir programlanabilir DSP iki veriyi bellekten alan, bunları çarpan, akümülatöre ekleyen, sonucu tekrar belleğe yazan ve üç adres saklayıcısını arttıran komutlara sahiptir. Bütün bu işlemlerin bir komut çevriminde sırasal olarak yapılması gerekiyorsa komut çevrim sürelerinin olduğundan çok daha uzun sürmesi gerektiği açıktır. Bu durumu hızlandırma; pipeline yapısı kullanılarak yerine getirilir.

Pipeline yapısı, işlem zamanını oldukça etkin bir şekilde artırmasına rağmen, programlanabilirlik üzerinde ters etki yapar. Bir programlanabilir işlemcide, pipeline yapısı ile ilgili üç farklı yöntem vardır: Komut Kitleme,

Zaman-Durağan Kodlama ve Veri-Durağan Kodlama. TI'nin DSP'leri temel olarak komut kitlemeyi, Motorola ve AT&T DSP16/16A DSP'leri zaman



Şekil 3.2.3.5. Programlanabilir bir işlemci için genel bir tesisat modelinde kullanım kodunun icrası yukardaki dört bölüm şeklinde ayrılır.

durağan kodlamayı, At&T DSP32/32C veri-durağan kodlamayı kullanır. Ancak bu sınıflar arasındaki sınır kesin değildir, pek çok DSP her üç yaklaşımdan bazı yönleri bünyesinde barındırır.

**Komut kitleme:** Programcının, işlemcinin dahili zamanlaması veya mimarideki paralellik ile ilgilenmemesi istenir. Makina dilinde program yazan programcı, yazdığı bir komutta belirtilen işlemin bir sonraki komut başlamadan önce bitirildiğini varsayar. Dahası her bir komut kendi verisinin bellekteki yerini belirlemeli ve işlemi yürütmelidir. İşlemci, pipeline yapısına sahip olabilir, fakat bu yapı programcıdan soyutlanmalıdır.

Bir işlemci'deki pipeline yapısı, Şekil 3.2.3.5'te gösterildiği gibi, komut yürütümünü komutu alma, kodunu çözme, veriyi alma ve komutu yürütme evrelerine böler. Şekilde taralı kutular evreler arası tutucuları gösterir. Komut alma evresi, bir önceki komutun kodu çözülürken yerine getirilir. Aynı zamanda iki önceki komutun verisi de alınır. Bu yolla komutlar örtüşür ve her komutun bir sonraki komut başlamadan önce bittiği izlenimini verir.

Şekil 3.2.3.5, bir işlemci'deki komut yürütümünü komutu alma, kodunu çözme, veriyi alma ve komutu yürütme evrelerine bölen pipeline yapısının yaygın modelidir.

Burada anlatılan DSP'ler içinde komut kitlemeyi en çok kullananlar TI'nin DSP'leridir. Bu aygıtların dahili zamanlaması oldukça özenle tasarlanmıştır ve kullanılan belleğin dahili veya harici olmasına göre değişiklik gösterir.

Burada, iki önemli tasarı vardır. İlki, bir komutun yürütümünün, bir komut çevrimi ile sınırlanmasına gerek olmadığıdır. İkincisi, DSP mimarilerinin dahili zamanlaması komutların farklı sıralanması ihtiyacı göz önüne alınarak ortaya çıkarılır.

|         |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|
| P - MEM |  |  |  |  |
| X - MEM |  |  |  |  |
| Y - MEM |  |  |  |  |
| ARITH.  |  |  |  |  |



Şekil 3.2.3.6. Koşul tablosunun özeti, zamana göre sabit kodlama kullanan DSP'ler tarafından sıkça kullanılır.

**Zaman-durağan kodlama:** Komut kitleme programcılara oldukça açık kolaylıklar getirmesine rağmen, maliyetlidir. Programcıya pipeline evreleri üzerinde daha açık denetim hakkı verilirse daha yüksek verime ulaşılır. Bunun en bilinen yolu, bir komutun tek bir komut çevriminde aynı anda oluşan işlemleri belirlediği, zaman-durağan kodlamadır. Çeşitli DSP'ler Şekil 3.2.3.6'da gösterilen bir tahsis tablosunun kaba çerçevesi içinde inşa edilirler. Bir komut paralel olarak yürütülecek, iki bellek erişimi ve bir (yada daha fazla) aritmetik işlemi yerine getirecek iki (yada daha fazla) işlemi belirler. Şekil

3.2.3.5'e geri dönersek, her bir komut arka arkaya veri alma ve yürütme işlemleri yerine veri alma ve yürütmeyi aynı anda yapar. Esasında, program modeli pipeline yapısından çok paralelliği gösterir. Zaman durağan kodlamanın birçok avantajları vardır. İlk olarak programın zamanlaması açıktır (temizdir). İç kilitlemeli kodlamada, komutlar komşularını etkilediğinden ne kadar süreceklerini kestirmek zordur. İkinci olarak kesmeler daha etkin olabilir. Programcılar pipeline üzerinde aşikar bir kontrole sahip olduğundan, kesmeyi çağırmadan önce yolu boşaltmaya gerek yoktur.

**Veri Durağan Kodlama:** Zaman durağan kodlama ; yapının farklı bölgesindeki işlemlerini tanımlayan komutun olduğu bölgedeki mikrokodu andırır. Algoritmasını zaman durağan yol olarak düşünmek daha doğaldır. Veri durağan kodlamada, bir komut bellekten alınan operand kümesinin üzerinde gerçekleştirilen işlemlerin tümünü tanımlar. Diğer bir deyişle, komut o veri üzerinde ne olduğunu tanımlar, donanımda belli bir zamanda ne olduğu ile ilgilenmez. Temel netice, komutun sonucunun derhal mevcut olmasıdır.

Bir sonraki komutta sonuçlar hazır olmamasına rağmen, veri durağan kodlama, zaman durağan kodlamadan daha az etkin değildir. Zaman durağan kodlamada, çarpma, toplama ve depolama işlemleri birkaç komuta ihtiyaç duymaktadır ve benzer donanım organizasyonu kabulü ile toplam zaman, veri durağan kodlamadaki ile aynıdır. Zaman durağan kodlamada diğer işlemler, çarpma ve toplama komutlarının kullanılmayan alanlardaki tanımlanması olup paralel olarak yürütülür. Veri durağan kodlamada diğer işlemler, komşu komutlarda belirtildiği gibi paralel olarak gerçekleştirilir. Hızlı kesmeler; veri durağan kodlamada, zaman durağan kodlamaya göre daha zordur.

**Dallanma:** Pipeline yapısındaki şimdiye kadar ihmal ettiğimiz bir zorluk dallanma, özellikle koşullu dallanmadır. Etkin dallanmayı önleyen problemler aşağıda sıralanmıştır.

- Bir sonraki komut çekilmeden önce iki komut arasında dallanma olduğunu anlayacak kadar yeterli zaman bulunmamaktadır.

- Eğer program adres alanı büyükse, hedef adres bir komut sözcüğüne sığamamakta, bu yüzden ikinci bir bellek bölgesine ihtiyaç duymaktadır.
- Alternatifler "paging" ve "PC bağıl adresleme'dir".
- Koşullu dallanmada, bir sonraki komutun alımı, ALU'da test edilen durum kodlarından önce oluşmamaktadır.

Koşullu dallanmanın etkin olmayışını önleyecek bir diğer teknik, koşullu komutlardır. Bunlar koşullu olarak yürütülen dallanma işlemleridir. Örneğin, koşullu yazma komutu, koşullu dallanmadan kaçınabilmek için sıkça kullanılmaktadır.

### 3.2.4. DSP Seçiminin İncelikleri, Neden ADSP2181'i Alalım?

ADSP2181 yüksek performans isteyen, fixed point DSP uygulamaları için bire birdir, çünkü bu entegre gereken tüm hafıza, G/Ç ve arabirim desteğini size sağlar. Fixed-Point DSP'lerin özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 3.2.3'de görülmektedir. ADSP2181'in diğer DSP'lerden üstün olan özellikleri şunlardır;

- 32K kelime üzerinde RAM (16 bitlik kelimeler halinde),
- Kod çözümü devresi gerektirmeyen harici RAM ve G/Ç arabirimi,
- Tümüleştirilmiş 8 ve 16 bitlik DMA desteği.

Bu kısım ADSP2181'in dahili RAM, harici RAM, G/Ç arabirimi ve tümleştirilmiş DMA desteğinin nasıl performansı artırarak ve sistem fiyatını düşürerek sağladığını, Texas Instruments, Motorola firmalarının fixed-point DSP'leri ile karşılaştırarak açıklar.

| DSP İşlemci                              | ADSP2181 | DSP56002 | TMS320C50 | TMS320C53 |
|------------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Dahili RAM                               | 32 Kword | 1 Kword  | 9.5 Kword | 3.5 Kword |
| "Glue-Less" Harici RAM ve G/Ç Arabirimi? | Yes      | No       | No        | No        |
| DSP komut hızı                           | 33 MIPS  | 20 MIPS  | 40 MIPS   | 40 MIPS   |

Tablo 3.2.3. Fixed-Point DSP'lerin fiyat ve özelliklerinin karşılaştırılması

### 3.2.4.1. ADSP2181, TMS320c5x ve DSP56000'in karşılaştırılması

Bunu yapmaktaki amaç, hangi DSP'nin size en uygun olduğunu bulmaktır. Bu kısım önce tipik sistem ve algoritmayı anlatır, daha sonra hangi DSP'nin, hangi özellikleri olduğunu açıklar.

DSP uygulamaları yüksek hızlı RAM isterler. Veri ve komutlar işlemcinin RAM'inde saklanır ve programın çalışması esnasında erişilirler. Bunu gerçekleştirmek için ya entegre üzerinde yeterli RAM olmalıdır, yada harici RAM'i hızlıca sürmek için gerekli arabirim sağlanmalıdır.

| Algoritma                              | Yaklaşık MIPS gereksinimi | Yaklaşık RAM gereksinimi |
|----------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| V.32bis veya V.32 terbo FAX/Modem      | 16                        | 16Kword PM, 16Kword DM   |
| 20 Voice Music Synthesis               | 20                        | 6Kword PM, 4Kword DM     |
| Full Dublex Speaker Phone              | 13                        | 2Kword PM, 2Kword DM     |
| Sayısal Cevap Makinası                 | 8                         | 5Kword PM, 1Kword DM     |
| GSM, 13kbps Sıkıştırma/Açma            | 4                         | 2Kword PM, 1Kword DM     |
| CELP, 4.3 veya 7.5kbps Sıkıştırma/Açma | 12.5                      | 1.5Kword PM, 1.5Kword DM |
| MPEG Layer2, 64kbps Sıkıştırma         | 16                        | 5Kword PM, 4Kword DM     |
| MPEG Layer2, 64kbps Açma               | 10                        | 1Kword PM, 8.5Kword DM   |
| Dolby AC-2, 117kbps Sıkıştırma/Açma    | 13                        | 4Kword PM, 8.5Kword DM   |

Tablo 3.2.4. Yaklaşık MIPS ve hafıza gereksinimleriyle tipik DSP algoritmaları.

DSP'de gereken RAM erişim hızını etkileyen iki faktör vardır. İşlemcinin komut hızı (MIPS) ve kod çözme devresi. 25 MIPS üzerindeki DSP işlemlerinde bekleme durumu olmadan RAM'a erişmek için 15ns veya daha hızlı RAM'lara ihtiyaç vardır. Adres çözümü gerektiren sistemler bunu gerçekleştirmek için SRAM'a ihtiyaç duyarlar. Ayrıca bu SRAM'lar adres

çözümünden kaynaklanan gecikmeleri kompanze etmek için daha hızlı erişim süresine sahip olmalıdır.

Diğer bir faktör ise, harici RAM ve sürücü devreyi hazırlamakla, test etmekle kaybedilen zaman ve emektir.

Harici RAM kullanan DSP'ler büyük bir performans sınırlaması ile karşılaşılır. Birçok DSP işlemi, veri hafızasından 2, program hafızasından 1 okuma işlemi gerçekleştirir. ADSP2181'in geniş dahili RAM ve üçlü-yol mimarisi sayesinde bu erişimleri bir çevrim içinde tamamlar.

DSP performansını (DSP çevrim/erişim) yükseltmek için kullanılan diğer bir teknik ise direk hafıza erişimi (DMA)'dır. DMA kullanılarak dış bir aygıt, DSP'nin dahili RAM'ına DSP'nin çalışmasını engellemeden erişebilir.

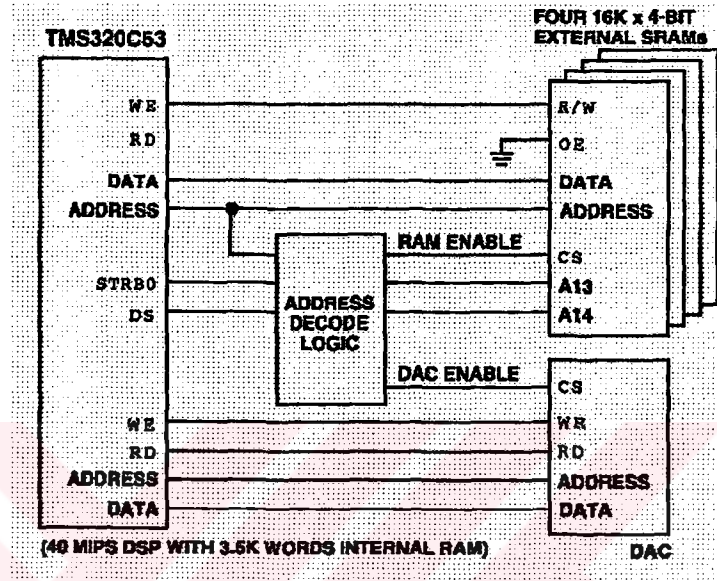
Tüm DSP sistemlerinin, bir takım yan sistemleri vardır (D/A, A/D, Codec, vb.). Ayrıca çoğu DSP özel arabirim portları kullanırlar (seri, paralel veya her ikisi). Paralel bir G/Ç'ı DSP'ye bağlamak için, ayrı bir G/Ç aralığı, ayrı G/Ç kontrol hatları ve özel DSP komutları bazı avantajlar sağlarlar. DSP'de ayrı G/Ç aralıklarının olması, harici G/Ç aygıtları için hafıza haritalı adresleme kullanmak zorunluluğu olmadığı manasına gelir. Harici G/Ç çevrebirimleri için kontrol sinyallerinin sağlanmasıyla, DSP sistemindeki, kod çözme ve kontrol devresi gereksinimi azalır. Özel G/Ç komutları, G/Ç arabirimi, kolay G/Ç programlama kontrolü içindir.

Aşağıdaki bölümler her işlemcinin özelliklerini tanımlar, ayrıca bu kısımda karşılaştırma tabloları gösterilmiştir. Her karşılaştırma özelliğinde DSP sistem ve yazılım geliştirmesinin kolaylığı göz önüne alınmıştır. Karşılaştırma şu kriterlere göre yapılmıştır.

- Dahili RAM hacmi
- Harici Hafıza ve G/Ç arabirimi
- Sistem tasarım pratikliği

### 3.2.4.2. TMS320c5x

Bunlar, genel amaçlı, fixed point DSP'lerdir. Versiyondan versiyona değişerek 9.5K word dahili RAM, 16K word ROM, standart seri port, TDM seri port, ve 16 bitlik bir zamanlayıcıya sahiptir.



Şekil 3.2.4.1. Hafıza, kod çözme lojiği ve DAC eklenmiş TMS320C53.

TMS320c5x ile herhangi bir DSP uygulaması yapmak için şekildeki gibi bir sistem kurulması gerekir (Şekil 3.2.4.1).

DSP'li sistemde ek ram ve bunun içinde kod çözme devreleri gerekecektir. Bu ek elemanlar, zaman ve emekten kaybettirir.

TMS320c5x ayrı G/Ç boşluğu ve DMA yetisine sahip olsa da, harici hafızaya erişmek DSP'yi beklemesiz çalıştırmayı engeller.

### 3.2.4.3. Motorola DSP56000

DSP56000/100'ler 24 ve 16 bitlik genel amaçlı fixed point DSP'lerdir. Versiyonuna göre 1K word dahili program/data hafızası, paralel arabirimi, 2 Seri portu, 1 codec, 1 zamanlayıcı, ve bazı ROM kodlarına sahiptir.

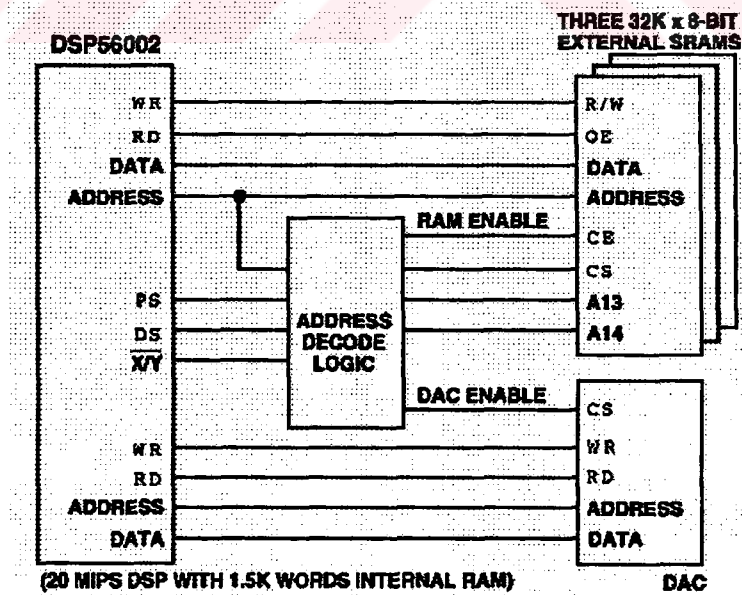
Eğer bu DSP ile herhangi bir algoritma geliştirmek isterseniz sisteminiz şekildeki gibi gözükcektir (Şekil 3.2.4.2).

Gerekli olan harici RAM'i kontrol etmek için kod çözme devresi gerekir, bu da daha önce anlatıldığı gibi zahmetli bir iştir. Ayrı bir DMA ve G/Ç adreslerine sahip olmaması harici hafızaya, ve çevre birimlere erişimi yavaşlatır.

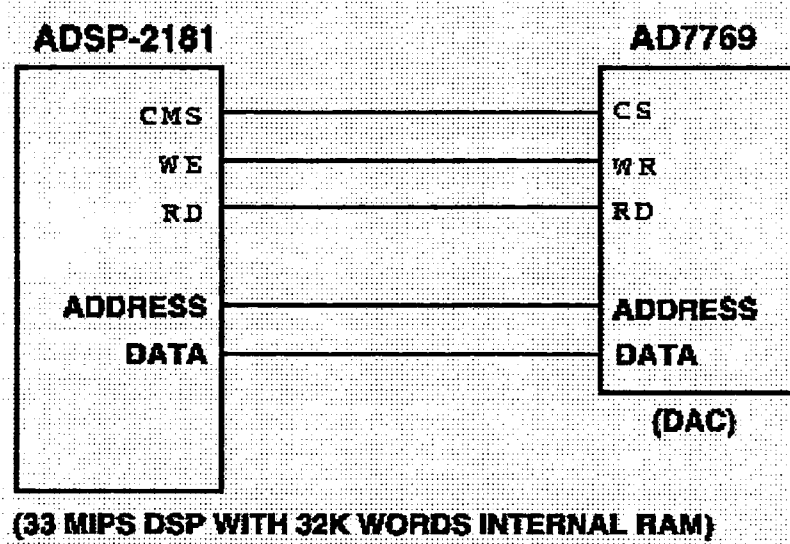
#### 3.2.4.4. Analog Devices, ADPS2181

ADPS2181 genel amaçlı, 16bit, fixed point DSP'dir. Entegre üzerindeki dahili RAM 16K\*24bit Program hafızası, 16K\*16bit data hafızasına sahiptir. ADPS2181, ADSP2100 ile kod uyumludur. İşlemci, PM ve DM'ye her DSP dönüşümünde iki kere ulaşabilir.

ADPS2181 üzerindeki 4 port ile DMA yapabilir, harici aygıtları kontrol edebilir ve bunları işlemciyi rahatsız etmeden yapar. 16 bitli paralel dahili DMA portu harici bir işlemcinin yükleme yapmasını sağlar. Dahili DMA'lı 2 seri portu entegre üzerindeki RAM'a codec ve diğer G/Ç aygıtlarından erişimi sağlar. DSP kodu koştururken, DMA geri plandan yapılır.



Şekil 3.2.4.2. Hafıza, kod çözme lojiği ve DAC eklenmiş DSP56002



Şekil 3.2.4.3. DAC eklenmiş ADSP2181.

ADSP2181 ihtiyacınız olan işleri yapmak için gerekli RAM'a sahiptir. Şekil 3.2.4.3'te görüldüğü gibi ADSP ile tasarım yapmak daha kolaydır.

| Karşılaştırma Özellikleri | ADSP2181                                                            | DSP56002                                                                                       | TMS320C53                                                                             |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Dahili RAM                | 32Kword                                                             | 1.5Kword                                                                                       | 3.5Kword                                                                              |
| Harici RAM Erişimi        | Her DSP komut çevriminde 2'dir, harici kod çözme donanımı gerekmez. | Her DSP komut çevriminde mümkünse 1'dir, harici hafıza ve G/Ç için kod çözücü donanımı gerekir | İki DSP komut çevriminde 1'dir, harici hafıza ve G/Ç için kod çözücü donanımı gerekir |
| G/Ç Çevreirim Arabirimi   | Tümleşik G/Ç aralığı desteği var, kod çözme donanımı gerekmez.      | G/Ç aralığının desteği yok.                                                                    | Tümleşik G/Ç aralığı desteği, harici hafıza ve G/Ç için kod çözücü donanımı gerekir   |
| Direk Hafıza Erişimi      | Tümleşik DMA desteği var("bağımsız çevrim" DMA).                    | DMA desteği yok.                                                                               | Harici DMA kontrolör desteği var(DMA transferi sırasında DSP işlemleri askıya alır).  |

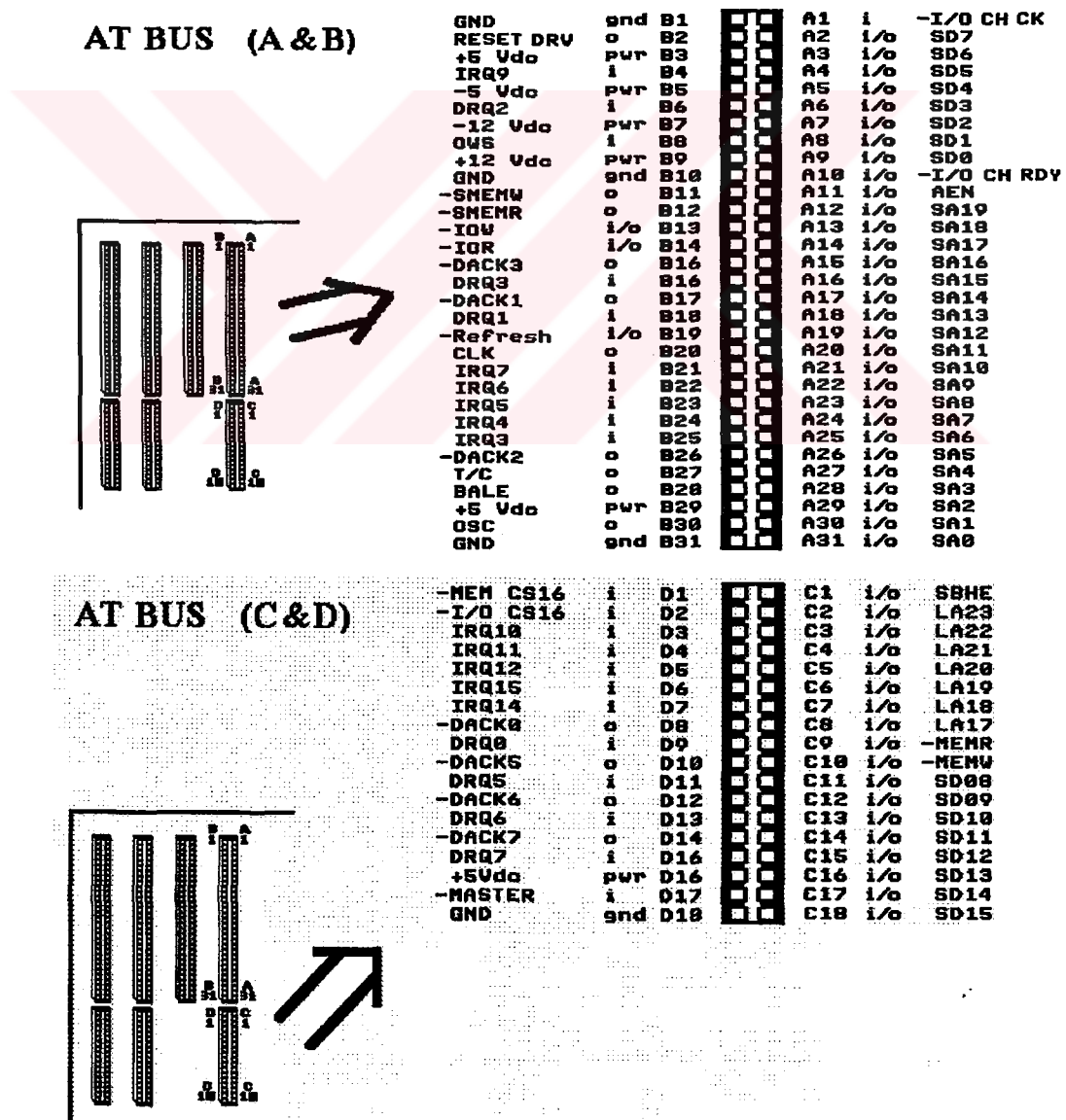
Tablo 3.2.5.

ADPS2181 harici RAM ve aygıtlara erişim yapmak için kod çözücü gerektirmez, ayrı G/Ç boşluğu ve DMA özellikleri host arabirim tasarımını kolaylaştırır.

ADPS2181 oldukça iyidir. Büyük dahili RAM'ı ile DMA ve G/Ç'ı ile diğer tüm 16 bit DSP'lerden üstündür. Tablo 3.2.5 tüm karşılaştırma bilgilerini içermektedir.

### 3.3. PC-AT Yoluna Arabağlaşımı

Bu kısımda; PC yol tamponlarının tasarımı, paralel G/Ç portları için kod çözme devresi ve programlanabilir kesme, sayıcı/zamanlayıcı kontrolörlerinin



Şekil 3.3.1. PC-AT veri yolu işaretleri.

devreleri incelenmektedir. Yol tampon tasarımı, PC'nin farklı algılayıcılara arabirimi için devreleri kapsar. Bu devreler, PC sistem yol konnektörüne takılan prototip kartları açıklamaktadır.

### 3.3.1. PC/AT G/Ç Kanalı İşaret Tanımlamaları

PC'nin giriş/çıkış kanallarını en iyi şekilde kullanabilmek için, yönlerini ve özelliklerini iyi bilmek gerekir. Bu da kullanıcıya PC'nin tüm imkanlarından faydalanma rahatlığı getirir. PC G/Ç kanalı işaret dizilimi Şekil 3.3.1'de görülmektedir.

**SA0-SA19 (G/Ç):** Sistemdeki bellek ve G/Ç birimlerini adreslemekte kullanılırlar. Bu 20 adres hattı LA17 - LA23 adres hatları ile birlikte 16 MB'a kadar bellek adreslenebilmesine imkan tanır. BALE işareti lojik 1 olduğunda, SA0 - SA19 adres yoluna bağlanır ve BALE işaretinin düşen kenarında tutulurlar. Bu işaretler  $\mu$ P yada DMA düzenleyicileri tarafından oluşturulurlar. G/Ç kanalına bağlı başka  $\mu$ P yada DMA düzenleyicileri tarafından da sürülebilirler.

**LA17-LA23 (G/Ç):** Sistemdeki bellek ve G/Ç birimlerini adreslemekte kullanılırlar. Sisteme 16 MB'a kadar adreslenebilme özelliği kazandırır. Bu işaretler BALE işareti lojik 1 olduğunda geçerlidir.  $\mu$ P çevrimleri sırasında tutulmadıkları için tüm çevrim boyunca geçerli kalmazlar. Bu işaretlerin amacı bir bekleme durumlu bellek çevrimleri için adres kod çözümleri üretmektir. Bu kod çözümleri BALE'nin düşen kenarında tutulmalıdır. G/Ç kanalına bağlı diğer  $\mu$ P'ler ve DMA düzenleyicileri tarafından da sürülebilirler.

**CLK (Ç):** Sistemine göre değişen sistem saati. % 50 darbe boşluk genişliği vardır. Sadece eş zamanlama amacıyla kullanılmalıdır. Sabit frekans gerektiren uygulamalarda kullanılması uygun değildir.

**RESET DRV (Ç):** Sisteme güç verildiğinde sistem lojiğini sıfırlamak yada başlama durumuna getirmek için kullanılır. Lojik 1 seviyesinde aktiftir.

**SD0 - SD15 (G/Ç):**  $\mu$ P, bellek ve G/Ç birimleri için veri yolu işaretleri. D0 LSB ve D15'de MSB'dir. G/Ç kanalı üzerindeki tüm 8 bitlik birimler  $\mu$ P ile

iletişim için D0 - D7'yi kullanmalıdır. 16 bitlik birimler D0 - D15'i kullanırlar. 8 bitlik birimleri desteklemek için st sekizli 8'lik veri gönderimi sırasında D0 - D7'den gönderilir. Böylece 16 bitlik  $\mu P$ , 8 bitlik birimlere veriyi iki 8'li halinde gönderir.

**BALE () (Tamponlanmış):** "Adress Latch Enable". Veri hattı düzenleme işlemcisi 82288 tarafından sağlanır ve sistem kartında,  $\mu P$ 'den geçerli adres ve bellek kod çözümlerini tutmak için kullanılır. G/ kanalında  $\mu P$  ve DMA düzenleyicisinin geçerli adreslemelerini işaret eder (AEN ile kullanıldığında). BALE, DMA evrimleri sırasında lojik 1'de kalmaya zorlanır.

**-I/O CH CHK (G):** Sistem boardına, G/ kanalına bağlı birimlerin eşlik (parity) bilgisini sağlar. Aktif olması düzeltilemeyen sistem hatası anlamına gelir.

**-I/O CH RDY (G):** Bellek yada G/ birimleri tarafından G/ bellek çevrimlerini uzatmak için kullanılır.  $\mu P$ 'ye göre yavaş kalan herhangi bir birim kendi geçerli adresini adres yolunda görüp bir oku yada yaz komutu alındığında bu hattı hemen lojik 0'a çekmelidir. Makine evrimleri tamsayıda saat çevrimleri kadar uzatılır. Bu işaretin 25  $\mu s$ 'den daha uzun süreyle lojik 0'da tutulması sakıncalıdır.

**IRQ3, 7, 12, 14, 15:** Tüm bu işaretler ilintili oldukları G/ biriminin  $\mu P$  ile halledilmesi gereken işlemleri olduğunu işaret ederler. Bu işaretlerin birbirlerinden farklı öncelikleri vardır. Bu ncelikler IRQ 9 - 12, 14 - 15, 3 - 7, sırasındadırlar ve IRQ9'un önceliği en yüksektir. Bir IRQ, herhangi bir interrupt hattının Lojik 0'dan lojik 1'e geçmesiyle oluşturulmuş olur. Hattın  $\mu P$ 'den ACK alınana kadar lojik 1 seviyede kalması gerekir. INT 13 sistem boardında kullanıldığı için, INT 8 de RTC için kullanıldığından G/ kanalında bulunmazlar.

**-IOR (G/):** G/ Read, lojik 0 seviyede geçerlidir. G/ birimine içerdiği veriyi veri yoluna koyması için emir verir. Sistem  $\mu P$ ' veya DMA düzenleyicisi tarafından sürülür. G/ kanalına bağlı  $\mu P$  yada DMA düzenleyicileri tarafından da sürülebilir.

**-IOW (G/Ç):** G/Ç Write, lojik 1 seviyede geçerlidir. G/Ç birimine DMA düzenleyicisi tarafından sürülür. G/Ç kanalına bağlı  $\mu P$  yada DMA düzenleyicileri tarafından da sürülebilir.

**-SMEMR (Ç) -MEMR (G/Ç):** Bu işaret bellek birimlerine, veri yoluna veri koyması için emir verir. -SMEMR sadece bellek kod çözümü alt 1 Mb bellek içinse aktif olur. -MEMR tüm bellek okuma çevrimlerinde aktiftir. -MEMR sistemdeki herhangi bir  $\mu P$  yada DMA düzenleyicileri tarafından da sürülebilir. -SMEMR bellek kod çözümü ve alt 1 Mb belleğin kod çözümünden elde edilir. G/Ç kanalındaki bir  $\mu P$ , -MEMR'yi sürmek istediğinde sürme işleminden 1 saat çevrimi önce geçerli adresi, adres yoluna koymak zorundadır. İki işaret de lojik 0 seviyede aktiftirler.

**-SMEMW (Ç)-MEMW (G/Ç):** Bu işaret bellek birimlerine veri yolundan veri okumaları için emir verir. -SMEMW sadece bellek kod çözümü alt 1 Mb bellek içinse aktif olur. -MEMW tüm bellek okuma çevrimlerinde aktiftir. -MEMW sistemdeki herhangi bir  $\mu P$  yada DMA düzenleyicileri tarafından da sürülebilir. -SMEMW bellek kod çözümü ve alt 1 Mb belleğin kod çözümünden elde edilir. G/Ç kanalındaki bir  $\mu P$ , -MEMW'ı sürmek istediğinde sürme işleminden 1 saat çevrimi önce geçerli adresi, adres yoluna koymak zorundadır. İki işaret de lojik 0 seviyede aktiftirler.

**DRQ0, 3, 5, 7 (G):** Yan birimler ve G/Ç kanalı  $\mu P$ 'leri tarafından DMA yapmak için kullanılırlar. DRQ0 en yüksek DRQ7 ise en düşük önceliğe sahiptir. DRQ hatlarından birisi aktif seviyeye geldiğinde, bir DRQ oluşur. DRQ karşılık olan DACK aktif olana dek lojik 1 seviyede tutulmalıdır. DRQ 0-3, 8 bitlik, 5-7 ise 16 bitlik DMA transferi yaptırırlar, DRQ4 sistem kartında kullanıldığından G/Ç kanalında mevcut değildir.

**-DACK0, 3, 5, 7 (Ç):** Bu işaretler DMA onaylama işaretleridir. Aktif lojik 0 seviyededirler.

**AEN (Ç):** 'Adress Enable'  $\mu P$ 'yi ve diğer birimleri G/Ç kanalından ayırmak ve DMA transferinin yapılabilmesine imkan tanır. Bu hat aktif olduğunda DMA düzenleyicisi adres ve veri yolunun kontrolüne sahip olur.

**-REFRESH (G/Ç):** Bu işaret bellek tazeleme çevrimini belirlemek için kullanılır. G/Ç kanalı üzerindeki herhangi bir  $\mu P$  tarafından sürülebilir.

**T/C (Ç):** 'Terminal Count' bir DMA kanalı için sayım bitine ulaşıldığında bir pulse yollanmasını sağlar.

**SBHE (G/Ç):** Veri yolunun üst sekizliğinden (SD8 - SD15) veri yollanmakta olduğunu işaret eder. 16 bitlik birimler SBHE'yi SD8 - SD15'e bağlı veri yolu tamponlarını şartlandırmak için kullanılır.

**-MASTER (G):** Bu işaret bir DRQ hattıyla birlikte sistem kontrolünü ele almak için kullanılır. G/Ç kanalına bağlı bir  $\mu P$  yada bir DMA düzenleyicisi, bir DMA kanalına DRQ yollar ve - DACK işareti alır. - DACK'ı aldıktan sonra G/Ç  $\mu P$ 'yi, -MASTER'ı lojik 0 seviyeye çekip sistemin adres, veri ve kontrol yollarının (tri - state) kontrolünü ele geçirir. -MASTER lojik 0'a çekildikten sonra, G/Ç  $\mu P$ 'yi adres ve veri yollarını sürmeden önce bir, yaz yada oku komutu göndermeden iki saat çevrimi beklemek zorundadır. Bu işaret 15 $\mu s$ 'den daha fazla düşük seviyede tutulursa, sistem belleği tazeleme eksikliği yüzünden veri kaybedilebilir.

**-MEM CS16 (G):** Bu işaret sistem kartına o anki veri transferinin bir bekleme durumlu 16 bitlik bellek çevrimi olduğunu işaret eder. LA17-23 için yapılan kod çözümünden elde edilmelidir. -MEM CS16 20 mA akıtabilme kapasitesi olan bir açık kollektör yada tri-state sürücü tarafından sürülmelidir.

**-I/O CS16 (G):** Bu işaret sistem kartına o anki veri transferinin bir bekleme durumlu 16 bitlik G/Ç çevrimi olduğunu işaret eder. Adres kod çözümünden elde edilir. -G/Ç CS16 aktif lojik 0 seviyelidir. 20 mA akıtabilme kapasitesi olan bir açık kollektör yada tri-state sürücü tarafından sürülmelidir.

**OSC (Ç):** Sisteme bağlı yüksek hızlı saat işaretidir. Sistem saati ile eş zamanlı değildir. %50 darbe boşluk genişliğine sahiptir.

**OWS (G):** 'Zero Wait State', sıfır bekleme durumu işaret  $\mu P$ 'ye o anki çevrimi fazladan bekleme çevrimi eklemeye gerek kalmadan tamamlayabileceğini işaret eder. 16 bitlik bekleme, çevrimsiz bir birimin bellek çevrimini yapabilmek için OWS adres kod çözümünün oku yada yaz komutlarıyla birlikte, kapılar yardımıyla gerekli işlemlere tabi tutulmasıyla elde edilir. 8 bitlik bir birime minimum iki bekleme çevrimlik bir bellek çevrimini yapabilmek için OWS, birim için adres kod çözümüyle işlenen yaz yada oku komutunun aktif olmasından bir saat çevrimi sonra sürülmelidir. OWS aktif lojik 0 seviyedir ve 20 mA akıtabilme kapasitesi olan bir açık kollektör yada tri-state sürücü tarafından sürülmelidir .

### 3.3.2. PC için Geliştirilen Kartlarda Güç

#### 3.3.2.1. Güç Sınırlamaları

Tablo 3.3.1'de PC'deki güç kaynağının özellikleri verilmiştir. Beş tane genişleme yuvasına sahip bir kart için 5 V'luk bir güç kaynağı yaklaşık olarak 4A akım verebilir. Dört yuva da yardımcı kartlar tarafından kullanılıyorsa, prototip kartı için 1 A'den daha az akım sağlanacaktır.

| Orjinal IBM AT Güç Oranları |               |      |
|-----------------------------|---------------|------|
| Çıkış                       | Yük Akımı (A) |      |
|                             | Min.          | Max. |
| +5V <sub>DC</sub>           | 7.0           | 19.8 |
| -5V <sub>DC</sub>           | 0.0           | 0.3  |
| +12V <sub>DC</sub>          | 2.5           | 7.3  |
| -12V <sub>DC</sub>          | 0.0           | 0.3  |

Tablo 3.3.1.

#### 3.3.2.2. Güç Bağlaşımını Kesme (power decoupling)

Sayısal sistemler anlık yürütülen işlemlere bağlı olarak oldukça değişken güç gereksinimine sahip olduklarından, anlık gücün doğrudan sistem güç kaynağından gelmemesi için kısa süreli güç gereksinimlerini sağlayacak bağlaşım kesmeye ihtiyaç duyarlar. Ayrıca bağlantı elemanları ve kablolar da güç kaynağına endüktans eklerler. Bunun anlamı, güç kaynağının anlık geçişli güç gereksinimlerine çabucak cevap verememesidir. Bu problemi

çözmek için, devredeki anahtar noktalara bağlaşım çözme kapasiteleri eklenir. Böylece geçiş anındaki güç, doğrudan güç kaynağından sağlanmak yerine bu kapasitelerden sağlanır.

Geniş ve ağır güç dalgalanmaları için, 10 ila 50  $\mu$ F'lık tantal kapasiteler kullanılır. +5 V'luk güç kaynağında bağlaşım çözme oldukça önemlidir. Çünkü tipik bir tasarımda akımın büyük bir çoğunluğu bu kaynaktan sağlanacaktır. Yüksek frekanslı ve daha küçük geçiş güç gereksinimleri için, 10 ile 100 nF'lık seramik kapasiteler kullanılır. Bu kapasiteler , TTL yongaları, yol sürücüler (bus driver), alıcı-verici'ler, LSI yongaları ve yüksek hızlı bağlaşım aygıtları gibi yüksek geçiş akımına sahip elemanların toprak ve güç bacakları arasına yerleştirilir.

### 3.3.2.3. Sistem Yolunun Yüklenmesi ve Sürme Kapasitesi

Sistem yoluna bağlantı yapılacağı zaman yol yükleme ve sürme kapasitesi önemli bir konudur. Yol çıkış işaretleri için, yol sürücüler kullanıcı tasarımını destekleyecek kadar yeterli kapasiteye sahip olmalıdır. Giriş işaretleri için ise, kullanıcının tasarımı sistem yolunu sürecebilecek kapasitede olmalıdır.

Genellikle tasarımcı, özgün bir tasarımda doğru değerleri elde etmek için yüklenmeleri hesaplamak zorundadır. Bununla birlikte pratikte, basit olarak kullanılabilecek çeşitli kurallar vardır. Öncelikle, NMOS LSI yongaları doğrudan doğruya sistem yoluna bağlanmamalıdır. Tipik olarak, bu aygıtlar düşük sürme kapasitesine sahiptir ve sistem yolunda oluşabilecek ani negatif gerilim değişimlerini karşılayamazlar. İkinci olarak , herhangi bir yol işaretini yükleyen ikiden fazla LSI TTL yongası olmamalıdır. Üçüncü kural; yol işaretlerini prototip kartının uzaklarına götürmemektir. Aksi halde yol üzerine ek kapasite gelir. Bu yol işaretinin gecikmesine ve bozulmasına yol açar. Bu nedenle, yol bağlantılarının yanına işaret tampon devreleri yerleştirilmelidir. Bütün bu kurallar arabirim tasarımında da kullanılır.

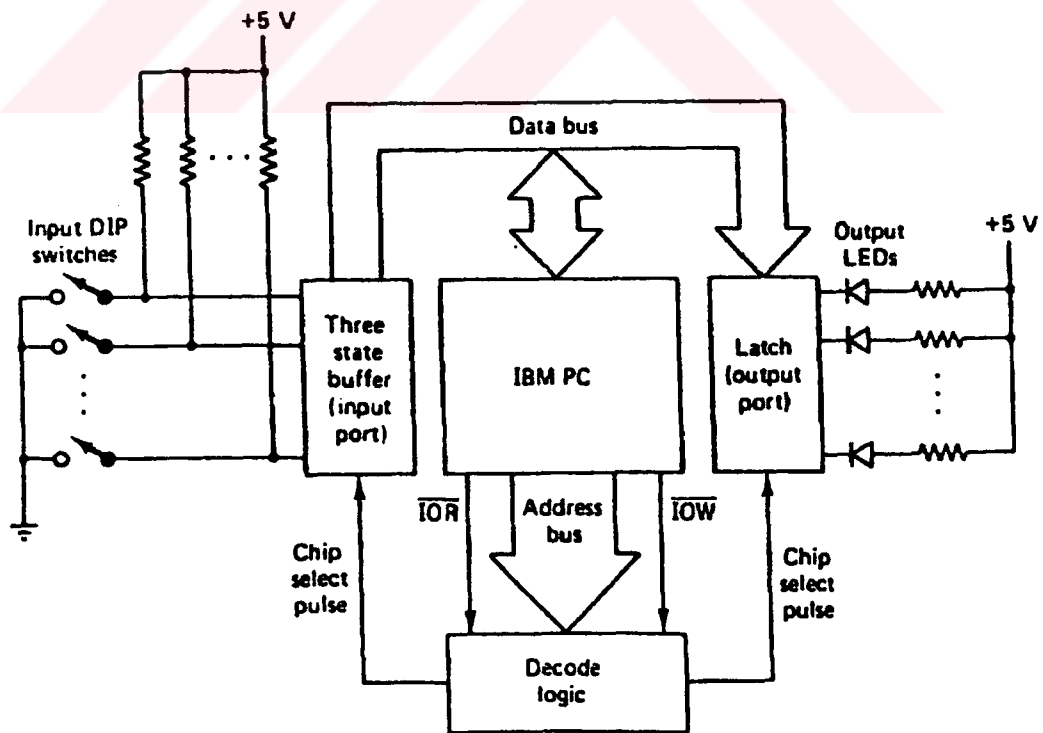
### 3.3.3. Paralel G/Ç Portu Tasarımı

IBM PC, veri işlemede çok güçlü olmasının yanısıra, dış dünya ile de iletişim kuracak bir yola ihtiyaç duyar. G/Ç (Giriş/Çıkış) donanımı ve bununla ilgili yazılım bilgisayar ile çevrebirim arasında veri iletişimine bir arabirim sağlar.

**Temel G/Ç Düşünceleri:** Bir veri aktarımını başlatmanın ve denetlemenin çeşitli yolları vardır:

1. Program denetimli G/Ç,
2. Kesme hizmet altprogramlı G/Ç,
3. Donanım denetimli G/Ç (Direk Hafıza Erişimi).

Bu kısımda, program denetimli G/Ç üzerinde durulmuştur. İskeleler, işlemciye sanki bellek adresiymiş gibi erişilebilecek şekilde bağlanabilir. Bu duruma, bellek-eşlemeli (memory-mapped) G/Ç adı verilir. İskeleler özel işlemci komutları ile erişilebilecek şekilde de bağlanabilirler. Bu tarz kullanım



Şekil 3.3.2.1. Temel G/Ç işleminin blok şeması.

daha yaygındır. Intel 8088 işlemcisi giriş/çıkış eşlemeli (input/output-mapped) G/Ç için IN ve OUT komutunu kullanır.

Şekil 3.3.2.1 temel G/Ç işleminin blok diyagramını göstermektedir. Kod Çözme devresi (decode logic) adres yolundan entegre-seçme darbe işaretini ve /IOR ve /IOW G/Ç denetim işaretlerini üretir. Giriş iskelesi için yonga-seçme darbe işareti veriyi giriş aygıtından iskeleye doğru atarlar. Giriş iskelesi, giriş işaretini yol okuma çevrimi hariç yoldan yalıtılan üç durumlu sürücüler (three-state buffer) içerir. Çıkış iskelesi, bağıl olarak yavaş bir çıkış aygıtının bitleri alıncaya kadar veriyi tutmak için tutucular kullanır. Şekil 3.3.2.1'de DIP anahtarlar ve Led göstergeler giriş ve çıkış aygıtı olarak kullanılmaktadır.

### **3.3.4. PC AT Kesmeler, DMA, Zamanlayıcı ve Sayıcılar, G/Ç ve Bellek Aralıkları**

Kesmeler, DMA, zamanlayıcı sayıcılar, bellek ve G/Ç haritası tanımları konularında PC-AT tasarımcıları bu fonksiyonların kapasitelerinin arttırımının yanında PC-XT uyumluluğuna da dikkat etmektedirler. Bu kısım sadece PC-XT çalıştırmaları ile ilgili AT tasarımının farklılıkları ve genişletilmiş fonksiyonlarını işlemektedir.

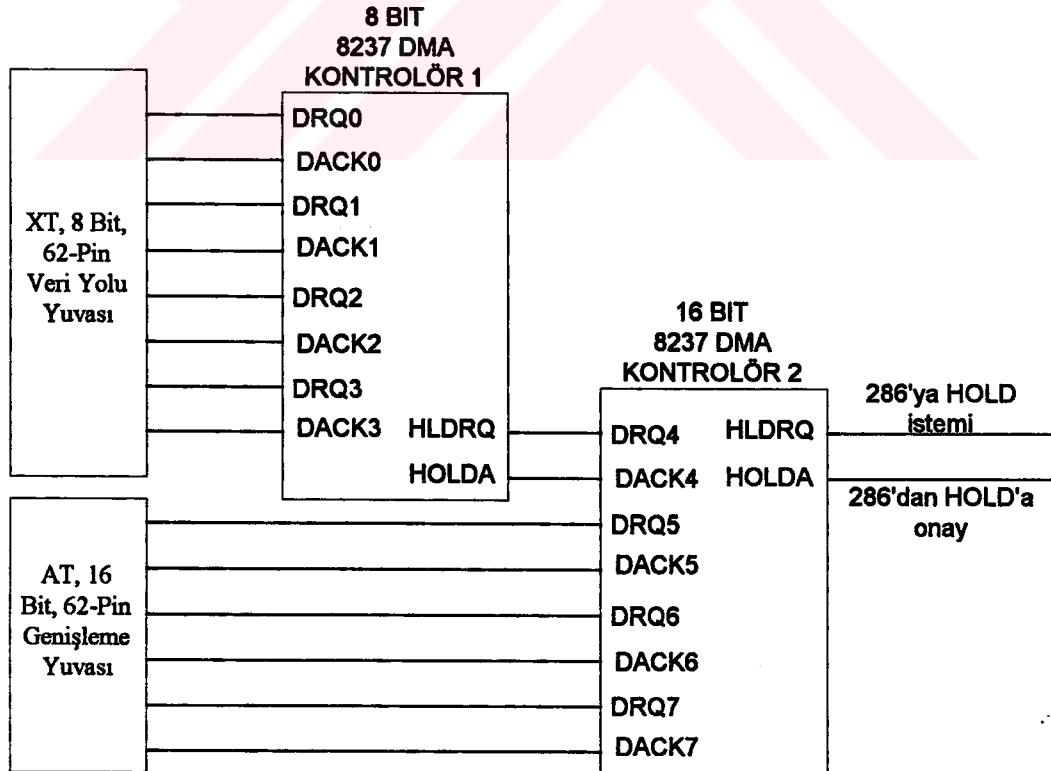
#### **3.3.4.1. Doğrudan Bellek Erişimi**

PC AT'ler, DMA oluşumlarını gerçekleştirmek için PC-XT sistemleri ile aynı yonga tipini kullanmaktadırlar (8237 veya karşılığı). Buna rağmen AT tasarımında birçok geliştirmeler ve değişiklikler gerçekleştirilmiştir. İkinci bir dört-kanal DMA kontrolcü AT sistem tasarımına eklenmiştir. Bu kontrolcü ardarda modda çalışmakta ve üç adet 16-bit transfer kanalını desteklemektedir. Dördüncü kanal birinci kontrolden gelen ardarda girdilerinin kabul edilmesinde kullanılmaktadır. Şekil 3.3.2.2, PC-AT üzerinde yer alan DMA kanallarının konfigürasyonunu göstermektedir. Tablo 3.3.2 AT sisteminde kullanılan DMA kanallarının kullanımını tanımlamaktadır.

İkinci olarak, birinci kontrolcüdeki 0. kanal, bu kanaldaki "bellek yenileme fonksiyonu" (memory refresh function) iptal edilerek genel kullanıma hazır hale getirilmiştir. Bu, PC AT'deki bağımsız bir donanım tarafından gerçekleştirilir. Üçüncü olarak, DMA sayfa yazmacı (page register) 286 mikroişlemcisinin 24-bit, 16 Megabyte adres alanını destekleyecek şekilde genişletilmiştir. Şekil 3.3.2.3'de genişletilmiş DMA

| 8 bit DMA Kanalları için Kontrolör 1 (G/Ç adresleri 00H to 1FH)  |                           |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Kanal 0                                                          | Boş                       |
| Kanal 1                                                          | SDLC Haberleşme Adaptörü  |
| Kanal 2                                                          | Disket Kontrolör          |
| Kanal 3                                                          | Boş                       |
| 16 bit DMA Kanalları için Kontrolör 2 (G/Ç adresleri C0H to DFH) |                           |
| Kanal 4                                                          | Kontrolör 1 ardışıl giriş |
| Kanal 5                                                          | Boş                       |
| Kanal 6                                                          | Boş                       |
| Kanal 7                                                          | Boş                       |

Tablo 3.3.2. PC-AT DMA ve sayfa yazmacı G/Ç adresleri



Şekil 3.3.2.2. PC AT DMA kanallarının konfigürasyonu

Kanal kullanımları da değişikliğe uğramıştır. Belirtildiği gibi, 0. kanal bellek yenileme fonksiyonundan bağımsız hale getirilmiş ve kullanıma açılmıştır. DMA Kanal 3 artık harddisk veri transferini desteklemede kullanılmamaktadır. Tablo 3.3.2 AT DMA kontrolcüsü ve sayfa yazmacı tarafından kullanılan G/Ç portu adreslerini tanımlamaktadır.

Diğer önemli bir farklılık PC AT veriyolu uyumlu sistemlerindeki DMA

| KAYNAK | DMA SAYFA KAYDEDİCİLERİ | 8237A-5    |
|--------|-------------------------|------------|
| ADRES  | A23 ← → A16             | A15 ← → A0 |

#### DMA 0, 3 ARASI KANALLAR İÇİN ADRES ÜRETİMİ

| KAYNAK | DMA SAYFA KAYDEDİCİLERİ | 8237A-5    |
|--------|-------------------------|------------|
| ADRES  | A23 ← → A17             | A16 ← → A1 |

#### DMA 5, 7 ARASI KANALLAR İÇİN ADRES ÜRETİMİ

##### Şekil 3.3.2.3. Sayfa yazmaçları ile PC AT DMA adres üretimi

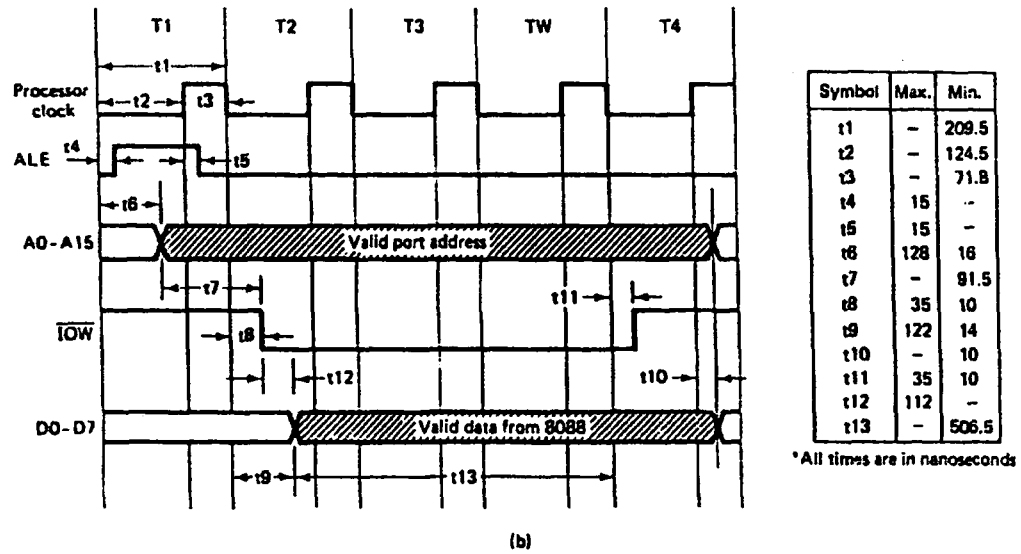
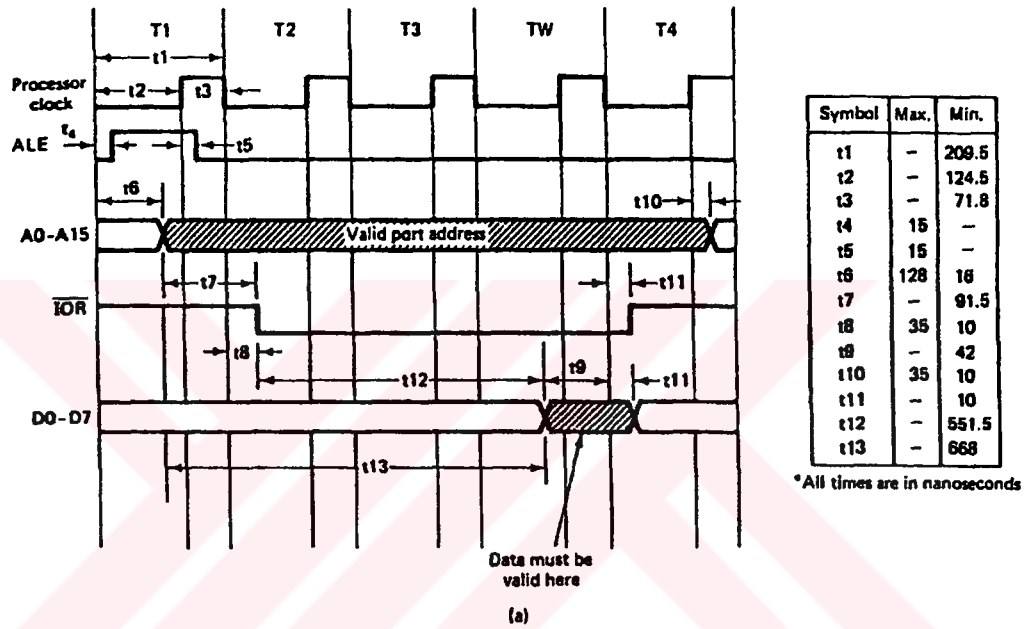
kanalları işletimlerinde ortaya çıkmıştır. DMA kanalları normalde sistem mikroişlemcisi ile aynı saat hızında çalışmayıp, bu hızın yarısı, üçte biri veya dörtte biri hızda çalışırlar. Buna ilaveten, 286 ve 386 mikroişlemcileri DMA kanallarından/kanallarına veri yolu transferi için daha fazla saat darbesi gerektirirler. PC XT tasarımında DMA kanalları genellikle daha fazla veri yükü ile, ve 8-bit modlu AT tasarımından daha düşük saat vurumunda çalışırlar.

#### 3.3.4.2. Kesmeler (interrupts)

Kesmeler AT'de DMA kanalları genişletimi ile benzer bir şekilde genişletilmişlerdir. İkinci bir 8259A kontrolcü (veya karşılığı araç) PC AT tasarımına yedi adet donanım kesmesi katmıştır. Bu fazladan kesmelerin beşi PC veriyolu 16-bit genişletme yuva konektöründe yer alır. Birinci kontrolcü üzerindeki kullanılmayan 2.seviye kesme ise artık ikinci kontrolden

gelen istemlerin girdisi olarak hizmet görür. 2. seviye kesme, ikinci kontrolcüdeki 9. kesme ile yer değiştirmiştir. 2. seviye'yi kullanan eski adaptörle uyumluluğun devamı için ise bir yazılım 9. seviye kesmeleri 2. seviye servisine yönlendirmektedir.

Birinci kesme kontrolcüsüne ait kesmeler halen F üzerinden INT9 vektörüne veya 20H-3FH arası düşük bellek vektörü yerleşimine



Şekil 3.3.2.4. G/Ç portu zamanlaması. (a) Giriş portu okuma yolu çevrimi zamanlaması. (b) Çıkış portu yazma yolu çevrimi zamanlaması.

başlatılmaktadır. İkinci kesme kontrolcüsü, INT70'ten 77'ye kadar veya 1COH-1DFH arası bellek bloğundaki düşük bellek vektörü yerleşimlerine başlatılmaktadır.

Birinci kesme kontrolcüsüne PC XT'de olduğu gibi 20H-3FH'ye kadar G/Ç adreslerinden ulaşılabilir. İkinci kesme kontrolcüsüne ise A0H-BFH'ye kadar G/Ç adreslerinden ulaşılabilir. Şekil 3.3.2.5'te PC AT dual kesme kontrolcüsü konfigürasyonu ve PC AT tasarımı kesmeleri kullanımları gösterilmektedir.

**Not:** IRQ8'den IRQ15'e kadarki kısım IRQ2 üzerinden ardarda bağlanmıştır.

### 3.3.4.3. Zamanlayıcı Sayıcı

Sisteme herhangi bir arabirim tasarılmanın en önemli yönü sistem veriyolu ile uyumlu zamanlama yapmaktır. Sistemdeki giriş/çıkış portlarına yazma ve okuma yol çevrimlerini Şekil 3.3.2.4'teki zamanlama diyagramları ve tablolar ayrıntılı şekilde göstermektedir.

Bu yol çevrimleri normal olarak 4 T durum saat çevriminden oluşmaktadır. Fakat PC bunlara otomatik olarak 1 ilave T bekleme saat çevrimi eklemektedir. Böylece PC'deki tüm giriş/çıkış yol çevrimleri en az 5 saat çevriminden yada yaklaşık olarak 1.05 mikrosaniye uzunluğunda olmaktadır. Bu yol çevrimleri ayrıca sistem yolundaki hazır sinyalinin (IO CH RDY) kontrol edilmesi ile de uzayabilmektedir. G/Ç yol çevrimleri sırasında A16'dan A19'a kadar olan adres yolları etkin hale getirilmezler.

8088 İşlemcisi her IN komutunu işletirken giriş/çıkış okuma yol çevrimi başlatır. T1 sırasında, ALE sinyali etkin hale getirilir ki, bu sinyalin (ALE) inen kenarında A0'dan A15'e kadar olan bitlerde geçerli bir G/Ç port adresi yer alır. T2 sırasında, yol kontrol sinyali olan /IOR sinyali etkin hale getirilir ve giriş portu bu zamanda cevap vermek durumundadır. T4'ün başlangıcında işlemci veri yolundaki veriyi örnekler ve ondan sonra /IOR sinyali etkin halden çıkarılır.

8088 İşlemcisi her OUT komutunu işletirken G/Ç yazma yol çevrimi başlatır. T1 sırasında, ALE sinyali etkin hale getirilir ki bunun anlamı; ALE'nin inen kenarında geçerli bir giriş/çıkış port adresinin adres hatlarında bulunmasıdır. Daha sonra T2 sırasında, yol kontrol sinyali /IOW etkin hale getirilir ki, bu da seçilmiş portun veri yolundan veri almasını belirtir. T2 sırasında daha sonra, 8088 işlemci çıkış portu için veri yolunu ilgili veri için sürer. T4'ün başlangıcında işlemci /IOW sinyali etkin halden çıkarılır ve 8088 işlemci veriyi yoldan kaldırır.

Burada en çok ve en azdaki en kötü durum için zamanlama bilgisi verilmiştir. Böylece bu zamanlama, belirtilmiş limitler içindeki güç seviyeleri ve yol yükleme durumlarının şartlarının tamamında geçerlidir.

PC AT zamanlayıcı sayıcı hemen hemen PC XT zamanlayıcı sayıcılarla aynıdır. Zamanlayıcı sayıcının üç kanalının her biri donanım bakımından PC XT tasarımları ile aynı şekilde konfigüre edilmişlerdir. 0. kanal halihazırda, kendi kesme 1. kontrolcüsünün kesme istemi bağlı olan 1.190 MHz giriş sinyali tarafından sürülmektedir. 1. kanal girişi aynı 1.190 MHz saati tarafından sürülmekte ve çıktısı ise bellek yenileme istemi üretiminde kullanılmaktadır. Buna rağmen, 1. kanalın girişi artık DMA 0. kanal istemi üretmemektedir. 2.kanal halen 1.190 MHz saat tarafından ve PPI port 61H'ın 1 biti tarafından kontrol edilen kendi kapı girişi tarafından sürülmekte olup hoparlör tonu üretmeye yaramaktadır.

PC XT 8253 Intel zamanlayıcı sayıcı yongaları kullanmaktadır. PC AT ise daha yeni olan 8254 aracını kullanmaktadır. Bu araç 8254'ün performansı ve fonksiyonlarının geliştirilmiş halidir. En büyük fark 8254'ün daha yüksek saat giriş oranı ve yeni geri okuma modu yeteneğidir. Geri okuma modu yeni kontrol sözcük (word) kumandalarını tanımlayarak durumlarını ve üç sayıcıdan herhangi birisini tutar. 8254 zamanlayıcı sayıcı araca halen ,PC XT sistemlerinde tanımlandığı gibi, aynı G/Ç adresi (40H-5FH arası) kullanılarak erişilebilir.

#### 3.3.4.4. Gerçek-Zaman Saati ve CMOS Belleği

PC AT, CMOS batarya-geri besleme gerçek-zaman saat yongası - Motorola MC146818 kullanarak sistemin zamanlama yeteneğini genişletmiş ve devreleri desteklemiştir. Bu araç, 64 byte'lık sürekli CMOS RAM kullanımı sağlamaktadır. İlk 14 byte, aracın gerçek-zaman saat oluşumlarını kontrol etmektedir. Geriye kalan 50 byte ise kullanıcı tanımlı RAM'dır. PC AT tasarımında bu 50 byte'lık RAM sistem konfigürasyon verisini içermektedir. PC AT'nin orjinal tasarımından dolayı, konfigürasyon verisi içeriği değişik adaptör, harddisk ve desteklenen bellek konfigürasyonları ile değişikliğe uğramıştır. RAM'daki değişen bilgiler sistemi kolayca çökertirler. Sisteme tavsiye edilmiş olan erişim, sağlanmış olan sistem CMOS kurum programlarında belirtildiği gibidir.

Gerçek-zaman saati ve CMOS RAM'a erişim dolaylı olarak 70H ve 71H G/Ç adresleri ile gerçekleşir. Araçta herhangi 64 byte'tan birine yazıp okumadan önce adres, 70H G/Ç port adresine olan OUT komutu ile beraber set edilmelidir. G/Ç port 71H 'a olan IN veya OUT talimatı, daha önce 70H G/Ç portunun çıkışında tanımlanan yazmacına yazar ve okur. Tablo 3.3.3 orjinal PC AT tasarımındaki 64 byte'ın herbirinin fonksiyonlarını tanımlamaktadır.

#### 3.3.4.5. Bellek Haritası

Gerçek zaman modunda, PC AT bellek haritası, PC XT bellek haritası ile benzerdir. Çünkü bellek 1 Megabyte ile sınırlıdır. PC AT aynı zamanda 1 Megabyte sınırını aşan belleği destekleyen korumalı modda çalışır. Gerçek zaman modu limiti üzerindeki adreslenebilen bellek miktarı, sistem tasarımına ve mikroişlemciye bağlıdır. 286 ve 386SX fiziksel belleğin en fazla 16 Megabyte'ını desteklemektedir. Bu PC AT genişletme veri yolu yuvası ile desteklenen en fazla miktarı ile aynıdır. 386 ve 486 mikroişlemcileri 32-bit adresleri ve 4 Gigabyte'a kadar fiziksel belleği desteklemektedir. PC AT genişletme veriyolu yuvası 32-bit özel yuva kullanılmadıkça 16 Megabyte'tan daha yüksekini desteklemezler.

| Adres | Açıklama                                   |
|-------|--------------------------------------------|
| 00-0D | Gerçek zaman saati bilgisi                 |
| 0E    | Hata kontrol durumu byte'ı                 |
| 0F    | Kapanma durumu byte'ı                      |
| 10    | Disket sürücü tipi byte'ı - sürücü A ve B  |
| 11    | Ayrıldı                                    |
| 12    | Sabit disk tipi byte'ı - sürücü C ve D     |
| 13    | Ayrıldı                                    |
| 14    | Cihaz byte'ı                               |
| 15    | Alt taban hafıza byte'ı                    |
| 16    | Üst taban hafıza byte'ı                    |
| 17    | Alt genişleme hafızası byte'ı              |
| 18    | Üst genişleme hafızası byte'ı              |
| 19-2D | Ayrıldı                                    |
| 2E-2F | 2 byte CMOS checksum                       |
| 30    | Alt genişleme hafızası byte'ı              |
| 31    | Üst genişleme hafızası byte'ı              |
| 32    | Tarih, yüzyıl byte'ı                       |
| 33    | Bilgi bayrakları (açılıştaki set edilidir) |
| 34-3F | Ayrıldı                                    |

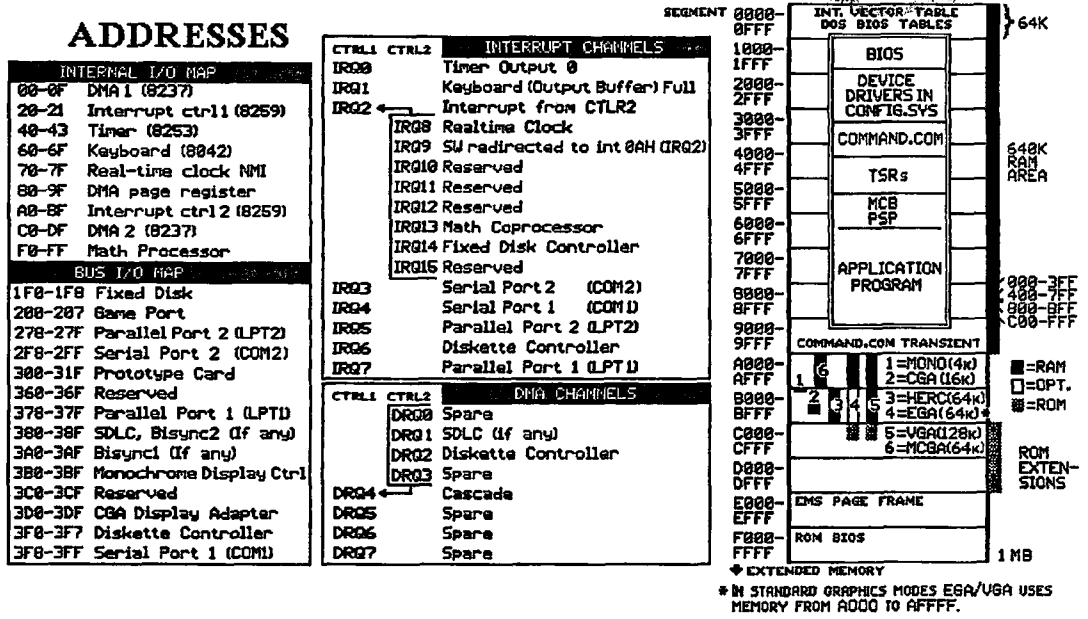
Tablo 3.3.3. Gerçek zaman saati ve CMOS RAM adres tanımlamaları.

PC AT genişleme yol yuvaları, özel 32bit slotlardan önce 16Mbyte'tan fazlasını desteklemezdi. 32bit slotlar 16mbyte'ın ötesinde hafıza genişlemesini destekler. Şekil 3.3.5'te tipik bir PC AT sisteminin hafıza kullanımı görülmektedir.

#### 3.3.4.6. G/Ç Haritası

Doğru entegre seçme sinyallerini üretebilmek için, giriş/çıkış adreslerini ve port tahsislerini bilmemiz gerekir. PC tasarımı, port adreslemesinde A0'dan A9'a kadar giden 10 biti kullanmaktadır. Giriş/çıkış port adres haritası iki kısma ayrılmaktadır. 0000H adresinden 01FFH adresine kadar olan 512 byte adres sistemin ana kartına ayrılmıştır. 0200H'den 03FFH adres alanındaki 512 port adresi 5 kartlık slotlardaki kartlara ayrılmıştır. Bu 512 port adresinden büyük bölümünün IBM yardımcı kartlara ayrılmış olduğunu Şekil 3.3.5 göstermektedir. Prototip kartlar için tasarlanmış portlar 0300H'den 031FH adresine kadar olan 32 adet port adresidir.

## ADDRESSES



### Reserved addresses and interrupts:

UGA: 38X IN MONO, 30X IN COLOR, 30X IN GRAPHICS GENERAL  
 COM1: 3F8-3FF IRQ4 COM2: 2F8-2FF IRQ3 LPT1: 378-37F IRQ7 LPT2: 278-27F IRQ5  
 Defaults:  
 ARCNET: 2E0 IRQ2 D000 ETHERNET: 300 IRQ3 C000 DMA1

Şekil 3.3.2.5.

Orjinal PC-XT haritası ile karşılaştırıldığında AT G/Ç haritasında önemli değişiklikler yapılmış bulunmaktadır. İlk olarak sistem kart adresi ve genişleme yuvası adresi arasındaki sınır 200H adresinden 100H adresine kaydırılmıştır. Bu işlem ile ilave olarak PC-AT genişleme yuvalarında fazladan 256 G/Ç adresi sağlanmıştır. PC-AT sabit disk adaptörü bu blok içerisinde 8 G/Ç adresini kullanmaktadır. Çoğu PC adaptörleri PC-XT sistemlerinde kurulmuş taban ile uyumluluğu kaybettiğinden bu adresi kullanmayı seçmemektedirler. İkinci olarak ilave olarak gelen DMA kanalları ve kesme vektörleri (nümerik işlemci kontrolü ve gerçek zaman saat gibi) karttaki G/Ç adresine eklenmiştir. Tablo 3.3.4'te tipik bir PC-AT sistemin G/Ç adresini göstermektedir.

### 3.3.5. Prototip Kart için Yol Tamponlama ve Kod Çözme

Tamponlama ve kod çözme için birçok yollar bulunmaktadır. Tamponlama devresi, BD0'dan BD7'ye kadar veri yolunu, BA0'dan BD9'a kadar adres yolunu ve /BIOR, /BIOW, BRESET DRV, BCLOCK kontrol

| HEX aralık | Açıklama                     |                                  |
|------------|------------------------------|----------------------------------|
| 000-00F    | DMA entegresi 8237A-5        | Sistem Kartlarına Ayrıldı        |
| 020-021    | Kesme 8259A                  |                                  |
| 040-043    | Zamanlayıcı 8253-5           |                                  |
| 060-063    | Paralel Port 8255A-5         |                                  |
| 080-083    | DMA sayfa yazıcısı           |                                  |
| 0Ax        | NMI Maske yazıcısı           |                                  |
| 0Cx        | Ayrıldı                      |                                  |
| 0Ex        | Ayrıldı                      |                                  |
| 100-1FF    | Kullanılamaz                 |                                  |
| 200-20F    | Oyun Kontrol                 | Yardımcı Kart Portlarına Ayrıldı |
| 210-217    | Genişleme Birimi             |                                  |
| 220-24F    | Ayrıldı                      |                                  |
| 278-27F    | Ayrıldı                      |                                  |
| 2F0-2F7    | Ayrıldı                      |                                  |
| 2F8-2FF    | Asenkron Haberleşme (2)      |                                  |
| 300-31F    | Prototip Kart                |                                  |
| 320-32F    | Fixed Disk                   |                                  |
| 378-37F    | Yazıcı                       |                                  |
| 380-38C    | SDLC Haberleşmeleri          |                                  |
| 380-389    | İkili Senkron Haberleşme (2) |                                  |
| 3A0-3A9    | İkili Senkron Haberleşme (1) |                                  |
| 3B0-3BF    | IBM Renksiz Ekran/Yazıcı     |                                  |
| 3C0-3CF    | Ayrıldı                      |                                  |
| 3D0-3DF    | Renkli Grafikler             |                                  |
| 3E0-3F7    | Ayrıldı                      |                                  |
| 3F0-3F7    | Disket                       |                                  |
| 3F8-3FF    | Asenkron Haberleşme (1)      |                                  |

Tablo 3.3.4. IBM PC'deki G/Ç Haritası.

sinyallerini tamponlar. Etiketdeki ilk harf olan "B", o sinyalin tamponlandığını göstermektedir. Çözme devresi ise, /E0'dan /E31'e kadar (0300H'den 031FH'e) 32 tane port seçme sinyalini üretir. Gerekli kontrol sinyalleri ve A0'dan A9'a kadar olan adres hatları için iki tane üç durumlu tampon (74LS244) kullanılmaktadır. 32 port adresinin 0300H'den 031FH'ye kadar olan adres boşluğunda yerleştirilmesi için bir karşılaştırıcı (74LS688)

kullanılmaktadır. Böylece etkin bir giriş/çıkış kart seçme sinyalinin (/IOA) üretilmesi ve yoldaki adres bitlerinin (A5'den A9'a kadar) set edilmiş 03XXH değeri ile karşılaştırılması gerçekleştirilir. Kart seçme sinyali yol alıcı-verici'sine (74LS245) ve A0'dan A4'e kadar olan adres bitlerinde ileri bir çözme işlemine izin vermektedir. İleri çözme işlemi, iki tane 4'den 16'ya hat çözücü (74LS154) kullanılarak gerçekleştirilmektedir. /BIOR sinyali yol alıcı-verici'sinde veri yönünü kontrol etmektedir. Adres izin sinyali, entegre izin sinyali olarak, DMA yol çevrim işlemi sırasında herhangi bir giriş/çıkış işleminin yapılamaması için karşılaştırmacıyı susturmakta kullanılmaktadır.

### **3.4. Telekomünikasyon Tanımları**

Bu kısımda Telefonlu Cevap Sisteminin, temel Telekomünikasyon işlevlerine ait tanımlar ve açıklamalar yer almaktadır. Bunlar, ses sıkıştırma ve saklamada kullanılan PCM ve ADPCM yapıları, telefon numaralarının kodlanması ve üretilmesinde kullanılan DTMF standardı ve bilgisayarlara telefon özelliği kazandırılmasında kullanılan cihaz tanımlamalarıdır.

#### **3.4.1. Darbe Kodu Modülasyonu**

Darbe kodu modülasyonu (PCM-Pulse Code Modulation) ilkel olarak konuşma sinyalleri transferinde kullanılan analog dalga formunu sayısallaştırma ve quantize etme metodudur. Telefon komünikasyonu buna bir örnektir. Herhangi bir analogtan sayısala dönüştürme (A/D), quantalama işlemi sinyal örneğini oluşturur. Yanısıra sayısal bir tanımlamada hata ile karşılaşmanın nedeni kullanılan bitlerin sınırlı sayısıdır. Teoride bu hata değeri çok miktarda bit ile tanımlandığında önemsizdir. Uygulama sırasında her nasılsa hata miktarı ile veri büyüklüğü arasında bir orantı vardır. Hedef, verinin en az bit sayısı ile quantize edilerek tahammül sınırları içerisinde bir hata oranını yakalamaktır. Konuşma sinyalleri durumunda 13 veya 14 bit doğrusal quantizasyon kullanarak tam bir konuşma üretmek için gerekli minimumdur.

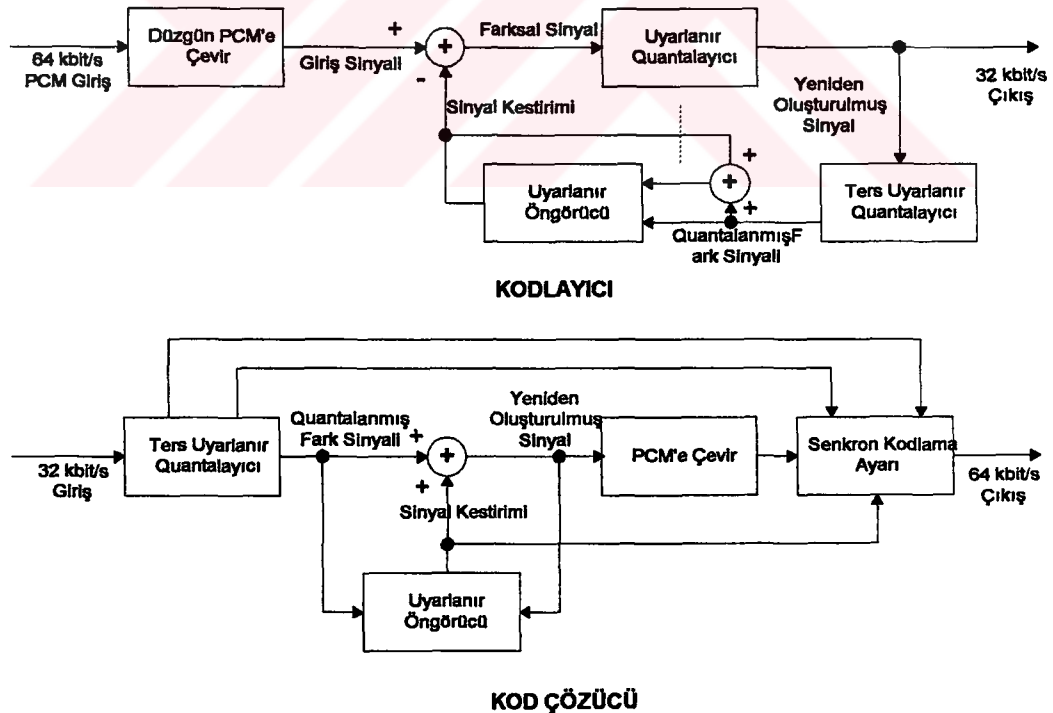
İnsan duyumunun doğrusal karakteristikleri kullanılarak CCITT'da G711 yerleşimi ile gerekli bitlerin sayısı 8'e kadar düşürülmüştür. İnsan kulağı küçük sinyallere sahip quantize seslere karşı büyük sinyalli olanlardan daha hassastır. G711, logaritmik quanta fonksiyonuyla giriş sinyalinin doğrusal olarak veri büyüklüğünü ayarlamalıdır.

İki quantize fonksiyon veya tekrar kodları G711 tarafından tanımlanmış  $\mu$ -law ve A-law dır.

PCM e ait ADSP 2100 uygulamalarında her iki law'da tekrar kodlama için çeşitli algoritma versiyonları bulunur. Teoride, kod çözme işlemi tablolanmış hafıza ile hızlandırılıp geliştirilebilir ancak bu durum ilave hafıza maliyetini doğurur.

### 3.4.2. Uyarlanır Farksal Darbe Kodu Modülasyonu

Darbe kodu modülasyonu, sayısal tanımlamalar üreten uyarlanmış



Şekil 3.4.2.1. ADPCM kodlama ve çözme algoritmaları.

quantizasyonu kullanarak giriş sinyali örnekler. Bu teknik buna rağmen uygulama için basittir, konuşma sinyallerindeki fazlalıkları bir avantaj olarak kabul etmez. Mevcut giriş örneğine ait değer ileride kodlanacak örnek üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Adaptif differansiyel PCM, adaptif algılayıcı kullanır, her giren örneğe ait değere göre ayarlama yapar ve veri örneğini tanımlayan bit sayısını, 8'den 4'e düşürür.

ADPCM konuşma değerini göndermez fakat yanında algılama ile aktif örnek değerinin arasındaki farkı da sağlar.

Tipik olarak bir ADPCM transcoderi PCM sistemine ses bandı kapasitesini artırmak amacı ile ilave edilir. Buna göre ADPCM kodlayıcı PCM değerlerini giriş olarak kabul eder ve ADPCM kod çözücü PCM değerlerini çıkış olarak verir.

**ADPCM Algoritması:** ADPCM'nin bu konuda sunulan ADSP-2100 gelişimi CCITT üzerinde G721 kurulumu ve tanımlanan ANSI T1301-1987 yerleşimidir. Rutin olarak sayısal test yapılarak standartlara uygunluk ve yerleşim ile tam uyum devamlı olarak kontrol edilir. Tanımlar ve işlemler bu kısımda açıklanamayacak kadar sayısaldır.

Şekil 3.4.2.1'de ADPCM algoritmasına ait blok diyagram görülmektedir. Bir 8 bit PCM değeri giriş olur ve 14 bit doğrusal formatta dönüştürülür. Algılama değeri bu lineer değerden çıkartılarak fark sinyali üretilir. Uyarlanabilir quantizasyon bu fark değeri üzerinde icra edilir.

Encoder ve decoderin üretilen ADPCM değerine kurulu dahili olasılıkları yenilerler. Bu encoder ve decoderin senkronize olarak çalıştığını ve herhangi ilave veri gönderilmesi ihtiyacı duyulmayacağını gösterir. Tam bir decoder encoder ile birlikte bütün farkları aynı veriye göre yenileyerek kesinleştirir.

Alıcı decoder, encoder içine yerleştirilmiş decoder gibi fark sinyallerini quantize versiyonunu üreten, tersi adapte edilebilen quantizasyonu update etmek için ADPCM değerlerini kullanılır. Bu quantize değeri adaptif algılayıcı tarafından üretilen değere eklenerek oluşturulmuş konuşma örneği üretilir. Bu değeri decodere ait çıkıştır. Adaptif algılayıcı en son quantize fark değerleri ve

2 algılama değerinin ağırlıklı ortalamasını hesaplar. Süzgece ait sabit katsayı yenilenerek ileriiki değerler, mevcut fark değeri ve diğer tanımlanan değerlere taban oluşturur.

### 3.4.3. Çift-Ton Çoklu-Frekans Kodlaması

DTMF, BELL'e ait touch-tone sistemine denk push button telefon sinyal uygulamalarına ait genel isimdir.

DTMF sinyal uygulamaları dünya çapındaki telefon ağlarındaki dial pulse sinyal uygulamaları ile hızla değiştirilebilir. Telefon çağrı sinyal uygulamaları yerine interaktif kontrol uygulaması olan DTMF daha popüler hale gelmiştir. Bunlara örnek olarak telefon ile banka uygulamaları ve elektronik posta gösterilebilir.

Bir DTMF sinyali üretmek için ADSP 2100 yazılım ile ortaya çıkarılan iki sinüzoidi ekler. DTMF kod çözme işlemi için ADSP 2100 değiştirilmiş Goertzel algoritmaları kullanan frekans alanında iki sinüzoidin varlığına bakar.

DTMF sinyalleri coder/decoder (codec) çipleri veya doğrusal analogtan sayısala dönüştürücüler ve sayısalan anloga dönüştürücüler tarafından analog ortama geçirilir. Codec entegreleri mümkün olan tüm A/D ve D/A örnekleme ve süzme devrelerinde her iki yön doğru analog / sayısal interface yaratır. Bu codecler entegre üstü filtreler ile birlikte zaman zaman codec /filtre combo entegreleri veya kısaca combo entegreleri olarak adlandırılır. Fakat bu yazıda codec çipleri olarak kullanılacaktır.

Bu örnekte kullanılan codec kanalı band sınırları 200 Hz. ile 3400 Hz. arasındadır. Bu codec sıkıştırma ve açma devreleri ile birlikte çalışır ve iki standardtan herhangi birini kullanabilir.(A-law ve  $\mu$ -255 law ) Sıkıştırma ve açma (companding) işlemi, bir sinyali kaynakta logaritmik olarak sıkıştırarak ve komünikasyon kanalının dinamik menzili ihtiyacını azaltarak yüksek sonda sonra dinamik aralık sağlayarak belli hedef yönünde ilerlemesi sağlar.

ADSP 2100 veri hafızasında saklı DTMF ondalıklarını yeniden yerine yerleştirebilecek şekilde okur. Alternative olarak bir DTMF tuş takımı ondalık girişi için kullanılabilir. Her durumda sonuç DTMF tonları matematiksel olarak üretilir ve toplanır. Değerler logaritmik olarak sıkıştırılır ve codec çipinden analog sinyallere dönüştürmek için geçirilir. Çok kanallı DTMF sinyal üretimi basit zaman çoklayıcısı tarafından kanallar arasında yapılır. Alış noktasında ADSP 2100 logaritmik olarak sıkıştırılmış sayısal veriyi codec'in 8 bit paralel veri yolundan okur, 16 bit doğrusal biçimde açar, bir Goertzel algoritması icra eder, hızlı bir DFT (fourier dönüşümü) hesaplaması, her ton için algılama, sonra sonuçları birçok testten geçirerek değerli bir DTMF ondalığı alınıp alınmadığını kontrol etmektir. Sonuçlar kodlanır ve hafıza içerikli G/Ç portuna yazılır. Çok kanallı DTMF kodlama işlemi zaman çoklayıcı kanallar tarafından da uygulanabilir.

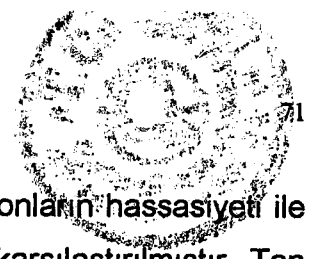
| ÜST GRUP FREKANSLAR       |     |      |      |      |      |
|---------------------------|-----|------|------|------|------|
|                           | Hz  | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
| ALT<br>GRUP<br>FREKANSLAR | 697 | 1    | 2    | 3    | A    |
|                           | 770 | 4    | 5    | 6    | B    |
|                           | 852 | 7    | 8    | 9    | C    |
|                           | 941 | *    | 0    | #    | D    |
| ANA TONLAR                |     |      |      |      |      |

Tablo 3.4.1.

Telefon makinasında frekanslar ve tuş dizilimi Tablo 3.4.1'deki gibi olacaktır. Frekansların yukarıda belirtilen nominal değerlerden sapmaları en fazla %1.5 olacaktır.

#### 3.4.3.1. Sayısal Uygulamanın Avantajları

Bir çok çip bir tek kanal için DTMF sinyalleri üreten ve kodlayan analog bir devre üzerinde çalışması mümkündür. Sayısal sistemin avantajları arasında hassasiyet, tamlik, kararlılık, çok yönlülük ve yeniden programlanabilirlikle birlikte daha az entegre sayısı ve azalan kart boşluğu ihtiyacı sayılabilir.



Tablo 3.4.3.2'de ADSP 2100 tarafından üretilen tonların hassasiyeti ile DTMF tone dialer çipinden beklenen ton hassasiyeti karşılaştırılmıştır. Ton dialer entegresi özel maksatlı olup tek bir kanalda programlandığı şekilde kullanılır. ADSP2100 ise her türlü kanalda kullanılabilir. Frekanslar değiştikçe ADSP 2100 diğerinden farklı olarak kendini yeniden programlamakta ve hassasiyetini sürdürmektedir.

| DTMF Standart Frekans | 3.579545 Mhz kristali kullanan Hibrid ton çalıcı entegreye ait tipik frekans |        | ADSP 2100 programının Frekansı |         |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------|---------|
|                       | % sapma                                                                      |        | % sapma                        |         |
| 697.0 Hz              | 699.1 HZ                                                                     | +0.31% | 697.0 Hz                       | ±0.003% |
| 770.0 Hz              | 766.2 HZ                                                                     | -0.49% | 770.0 Hz                       | ±0.003% |
| 852.0 Hz              | 847.4 HZ                                                                     | -0.54% | 852.0 Hz                       | ±0.003% |
| 941.0 Hz              | 948.0 HZ                                                                     | +0.74% | 941.0 Hz                       | ±0.003% |
| 1209.0 Hz             | 1215.9 HZ                                                                    | +0.57% | 1209.0 Hz                      | ±0.003% |
| 1336.0 Hz             | 1331.7 HZ                                                                    | -0.32% | 1336.0 Hz                      | ±0.003% |
| 1477.0 Hz             | 1471.9 HZ                                                                    | -0.35% | 1477.0 Hz                      | ±0.003% |
| 1633.0 Hz             | 1645.0 HZ                                                                    | +0.73% | 1633.0 Hz                      | ±0.003% |

Tablo 3.4.2. Analog ve sayısal ton üretiminin hassasiyeti.

### 3.4.3.2. DTMF Standartları

DTMF tone sinyal işlem standartları touch tone yahut MFPB olarak da bilinir. Touch tone BELL laboratuvarları tarafından AT&T tarafından Amerikan telefon ağında dial darbe standartı yerine geçirilmesi için band içi sinyal sistemi olarak geliştirilmiştir. Her iki işletmede kendi DTMF özelliklerini belirlemiştir. Bunlar CCITT standartlarına çok yakın olup frekans toleranslarında, güç ve birkaç noktada farklılıklar arz ederler.

### 3.4.4. Kişisel Bilgisayarlara Telefon gibi Özellik Kazandırılması için Kullanılan Cihazların Tanımları

Bu donanım tanımları güncel olarak kullanılan Bilgisayar-Telefon Sistemleri yazılımları için gerekli dış çerçeveyi çizmek için hazırlanmıştır. Bu tanımlamalar gerekli olanların tümünü içermemektedir. Günümüzde kullanılan Modem/Ses kartlarında benzer olarak bulunan olanaklar hedeflenmiştir. Aşağıda sadece günümüz kurallarında benzer olarak bulunan ilave gerekli parçalara ait liste bulunmaktadır.

1. **Çoklu Hat İsterleri (requirements):** Çoklu hatların 2'den 6'ya kadar olanı geçerlidir. Veri ve faks olanaklarının kullanımı için bu hatlardan sadece biri geçerlidir. Modem kabiliyeti Sanal (Virtual) Port tarafından faks ve veri desteklemek için tanımlanmış bir hatta bağlıdır. **Mevcut Destek:** Bütün masa üstü ve diz üstü telefon kartları tek hatlıdır. Tek hatlı kartlar modem kabiliyetleri açısından ses yönetimi uygulamalarında başarısızdır.

2. **Caller I.D. İsterleri:** Çağrı tanımlama uygulaması tesbit ve ihbar olarak desteklenmelidir. **Mevcut Destek:** Birçok ses yönetim uygulama kartı çağrı tanımlamayı destekler.

3. **Caller I.D./Caller Waiting İsterleri:** Çağrı tanımlaması yapıldıktan sonra meşgul hatta gelen çağrıyı beklemeye almalıdır. **Mevcut Destek:** Hiçbir ses kartı bu özelliği desteklememektedir.

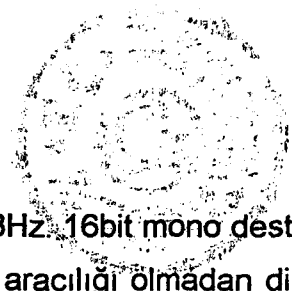
4. **Caller I.D. İsterleri:** Eski çağrıyı tesbit ve ihbar uygulamalarını desteklemeli. **Sonuç:** Server tabanlı ses postası sistemleri içe doğru aramaları olanaklı kılar, Server hangi numaranın hangi numaraya gönderdiği, çağrının meşgul hatla karşılaştığını yahut cevap alamadığını bilmelidir. **Mevcut Destek:** Bu özellik kartın ve ağ servisi sağlayıcı fonksiyonu olarak gözükür. Bir çok telefon şirketi ve kart bu özelliği desteklemez.

5. **DTMF İsterleri:** DTMF sinyallerini tesbit ve ihbar edebilmelidir. DTMF, dalga aleti devrede iken tesbit edilebilmelidir. **Mevcut Destek:** Birçok ses yönetim uygulamaları kartları DTMF tespitini destekler.

**6. El Seti Yönetimi İsterleri:** Telefon ve kart ile Entegrasyon (2 ses hattı ve 1 faks/modem hattı). Donanım telefonun hat açık ve hat kapalı olduğu durumlarda yazılımı uyarmalı. Ayrıca kullanıcı nümerik tuşlara bastığında da yazılımı uyarmalıdır. Gelişmiş entegrasyon ilave tuş destek sistemleri yaratmaktadır: ses şiddeti bekletme, yeniden arama, konferans. **Sonuç:** El seti entegrasyonunu, doğru bilgisayar telefon entegrasyonu sağlar. El seti entegrasyonu, kullanıcının masa üstü telefonlarını kullanmasına devam etmesini, bunun yanında aktarma, konferans, hızlı arama ve ses postası gibi Bilgisayar-Telefon yazılımlarının avantajlarından yararlanmasını sağlar. **Mevcut Destek:** Pazardaki çok az miktarda kartlar el seti desteklemektedir.

**7. Komple Çağrı Süreç Tesbiti İsterleri:** Çağrı Yönetim uygulamaları tesbiti ve ihbarlandırılması çağrı mevcudiyetinin dışındadır. **Gereken çağrı süreç durumları:** Idle (Aktif Çağrı yokken), Ringing (Çağrı gelişi), Dial ton (Arama ses tonu), özel arama ses tonu gibi özel arama tonu sinyalleri. Arama: Hat aramayı tesbit ettiğinde yazılımı uyarmasıdır. Yeniden çalma: Meşgul, Bağlanma, bağlantıyı koparma, çağrı süreçleri tesbit edilmesi çağrı boyunca her an devam etmelidir. Örneğin bir çağrı işlem içerisinde ise ve iletişim ağına hat sinyali gönderildiğinde arama tonu tesbit edilir. Eğer bir numara çevrilirse arama ve çağrı süreçleri meşgul, yeniden çalma veya bağlantı olduğu tesbit edilir. **Sonuç:** Bilgisayar-Telefon uygulamaları eş arama, aktarma ve konferans fonksiyonlarını otomatik hale getirebilir, yazılım çağrı sürecine ait durumlarını ihbar etmeli ki çağrı yakalama doğru fazda meydana gelsin. Çağrı süreci tesbiti çağrı mevcudiyeti dışında ise Centrex Servisleri ile PBX cihazlarına gereksinim vardır. **Mevcut Destek:** Birçok ses yönetim uygulama kartı sınırlı çağrı süresi tesbit yeteneği sağlamalıdır (Temel bekleme, çalma, bağlanma fonksiyonları). Bir kısım kartlar ise yukarıda listeli tüm süreçleri tesbit eder buna rağmen sadece çağrı hat hareketi sonra tanımlamaz.

**8. Simultane dalga giriş/çıkışı desteği İsterleri:** Ses yönetim kartı 8 Hz.16bit mono eşzamanlı dalga giriş/çıkışını yankı sönümlleme özelliği ile desteklemelidir. Eşzamanlı dalga giriş/çıkışı hem bir dalga dosyasının



çalınmasını ve aynı zamanda kaydedilmesini sağlar. 8Hz.16bit mono desteği donanım tarafından yazılım tabanlı, pahalı sürücüler aracılığıyla olmadan direk olarak sağlanmalıdır. **Sonuç:** Gelişmiş Bilgisayar-Telefon uygulama ürünleri ses tanımlama ve konuşma metni kabiliyeti kullanmaktadır. Bu uygulamalar kullanıcı sesini tanımlamalıdır. **Mevcut Destek:** Bir çok kart dalga giriş/çıkışı uygulamalarını desteklemekte, fakat pek azı bunu eşzamanlı olarak yapmaktadır. Birçoğu 8Hz.16bit desteklemekte fakat pek azı bunu direk donanım üzerinden yapmaktadır.

**9. Mesaj Bekleme Lambaları İsterleri:** Ağ tarafından gönderilen mesaj bekliyor ihbarlarını tesbit edebilecektir. Donanım, yazılımı uyararak bekleyen mesaj olduğunu bildirmelidir. Bu durum her ikisi CO ve PBX tabanlı mesaj servislerini de destekleyerek kapsamalıdır. **Mevcut Destek:** Sadece birkaç kart şu anda bu uygulamaları desteklemektedir.

**10. Kekeme (Stutter) Ton Tespiti İsterleri:** Ağ kekeme tonunun özel arama tonu olarak tespiti gerekmektedir. Kekeme ton CO tabanlı ağ servislerinde genellikle kullanılmakta bu sayede bekleyen mesajları görmektedir. **Sonuç:** Pazardaki birçok kartta, hat üzerinde bir kekeme ton bulunduğunda hata durumlarının ortaya çıktığı yada aramanın tesbit edilemediği görülmüştür.

**11. DSP Yapısı Önerisi:** DSP'ler programlanabilir yonga takımı olup alan yükseltme kabiliyetine sahiptirler. **Sonuç:** Günümüzde pazar teknolojisi ve donanım gereklilikleri kesinlikle değişmektedir. Tüketiciler DSP teknolojisi hakkında daha bilgili olmaya başladıkça, bütün işlemleri donanımdan beklemeye başlayacaklardır. Bu durum ellerindeki mevcut kartların yerine yenilerini almaktansa daha ucuza ellerindeki modelini yükseltmek daha mantıklıdır. **Mevcut Destek:** Az bir kısım üretici DSP tabanlı çözümle üretmek için başlama vuruşu yapmışlardır. Fakat bu sayı gün geçtikçe artmaktadır.

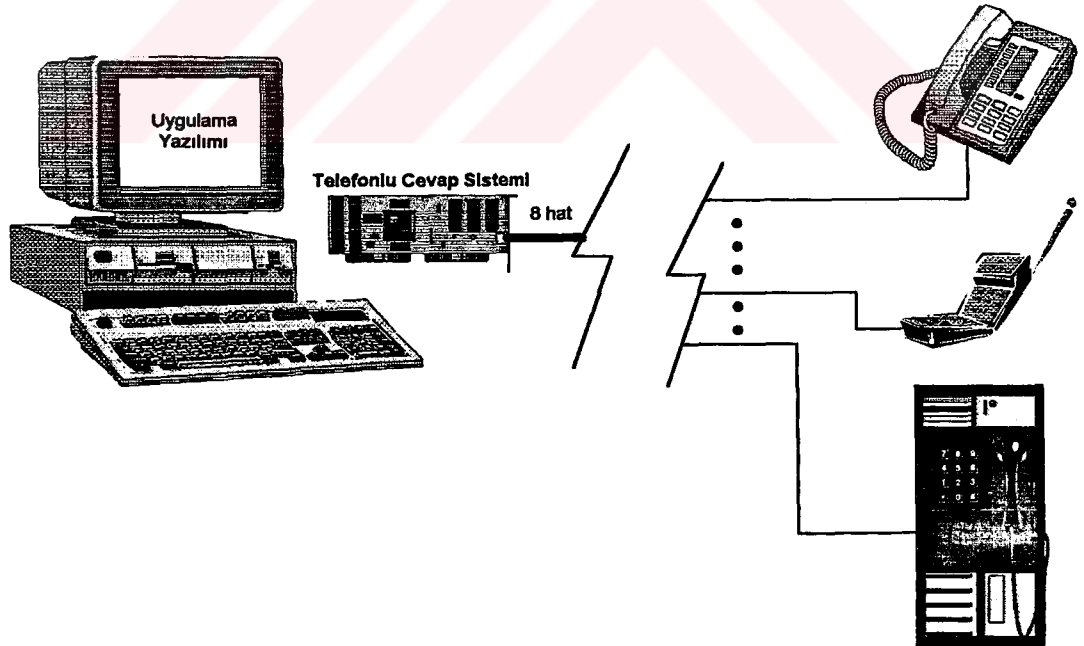
**12. Veri Yolu Mimarisi/Form Faktör İsterleri:** ISA/PCI yarı boyutta kartlar, PCMCIA kartı, USB (Universal Seri Bus ) harici ünite. **Sonuç:** Bu değişik mimariler mevcut donanım düzlemlerini desteklemekte donanım platformu ortaya çıkarmaktadır (USB). **Mevcut Destek:** Birçok üretici sadece ISA ve PCMCIA'yı destekler.



## 4. TELEFONLU CEVAP SİSTEMİ

### 4.1. Giriş

Bölüm 2'de genel konu başlığı olan Bilgisayar Telefon Uygulamalarının, her yönü, sistemde bulunan üç ana bloğun (PC, DSP, Telefon) teorik altyapısı Bölüm 2'de açıklanmıştır. Bu bölümde, başlangıç olarak sistemin ayrıntılı tanımı verilecek, daha sonra sistemin çalışması anlatılacak ve sistemin alt bloklarının tüm ayrıntılarına yer verilmiştir. Sistemin tanımı verilirken, sistemin özelliklerine de değinilmiştir. Sistemin çalışması, PC üzerinde çalışan yazılımın yanında, tüm alt blokların işlevleri belirtilerek açıklanmıştır. Sistemin yapısına gelince; DSP tabanlı sistemin PC haberleşme bloğu donanımının yanında kullanılan yazılım algoritmaları verilerek açıklanmıştır. Hafıza bloğu, diğer bloklarda olduğu gibi önce gerekli teknik bilgiler, bloğun genel işlevi ve sonunda sistemdeki işlevi detaylı açıklanmıştır. Telefon arabağlaşım devreleride, DSP'den telefon hattına



Şekil 4.1. Telefonlu Cevap sisteminin elemanları.

kadar blok blok anlatılmıştır. Bu bölümdeki alt başlıklar, sistemin genel ve ayrıntılı şemaları, tablolar, grafikler verilerek açıklanmıştır.

## 4.2. SİSTEMİN TANIMI

Sistem, PC AT bilgisayar yuvasına takılan, ADSP2181 Fixed Point DSP tabanlı, 512KB hızlı SRAM'li, sekiz hatlı Telefonlu Cevap Sistemidir. Sistemin kullanıcı tarafı PC üzerinde çalışan bir uygulama yazılımıdır. Bu yazılım sayesinde, hizmet vereceği amaca göre, cevap mesajları PC ortamına kaydedilir. En fazla sekiz olmak üzere çalışacak hat sayısı program üzerinden girilir. Böylelikle başlangıç koşulları sağlanan sistem, tanımlanmış fonksiyonlarını yerine getirerek çalışır. Sistemin hemen tüm yükünü DSP üstlenmektedir, bu nedenle sistem fonksiyonları DSP tarafında tanımlanmıştır. PC, uygulama yazılımıyla beraber, yönetici durumdadır, aynı zamanda yüksek boyutlu ses verilerini sabit diskinde saklar. Sistemin çalışması daha ileride açıklanmıştır.

### ***Gerekli Donanım ve Yazılım Konfigürasyonu;***

- MS-DOS 5.0, MS-DOS 6.22, MS-Windows 3.1, MS-Windows 95 İşletim Sistemi,
- Kullanılan işletim sistemi için uygulama yazılımı,
- Pentium 100MHz İşlemci,
- 8MB Ram,
- 540MB Sabit Disk Sürücü,
- 1.44MB Floppy Sürücü,
- Standart VGA Kart,
- Renkli VGA Monitör,
- 16 bit Ses Kartı (Sound Blaster 16 veya üstü),
- Dinamik mikrofon,
- Ayarlı Hoparlör.

### **Sistemin Özellikleri;**

Sistem PC ve DSP olmak üzere iki işlemci içerir, programlanabilen bu işlemciler sistemin esnekliğini iki kat arttırmaktadır. Sistemin temel fonksiyonlarını yerine getiren DSP ve bilgisayar sistemi sayesinde, uygulama yazılımında olmayan özellikler eklemek mümkündür. Mevcut temel özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- Hattaki çağrıyı algılamak,
- Hattı açıp, kapatmak,
- DTMF tonları algılamak,
- DTMF ton üretmek,
- Hatta sesli mesaj göndermek ve mesajları kaydetmek,
- Sekiz hattı bağımsız olarak çalıştırmak,
- Her hat için arama sayısı, aktif kalma süresi gibi istatistiki bilgileri tutmak,
- Arama zamanını ve süresini tesbit etmek, vb.

### **4.3. SİSTEMİN ÇALIŞMASI**

Sistem ilk açıldığında PC, sistemin işlevlerini yerine getirecek olan DSP'ye gerekli yazılımı, IDMA portu üzerinden yükler. Bu yüklemeden sonra PC ana programı başlatır. Bu ana program DTMF numara belirleme, mesaj okuma ve mesaj kaydetme (ADPCM formatta), hattın çağrısını belirleme, hattı açma ve kapatma, PC'ye veri gönderme ve alma gibi işlemleri altprogramlar yerine getirmektedir. Bu altprogramlar ana bir program döngüsünde sürekli olarak işletilerek DSP'nin hızı sayesinde sistem işlemektedir.

Telefon hattı bağlantısı DAA devresi üzerinden sağlanmıştır. Telefon zili sinyali ve hat rölesi DAA üzerindedir, ayrıca hattın izoleli sinyal giriş çıkış uçları sayesinde veri transferi gerçekleşmektedir. Bunun yanında diğer blokların görevleri tabloda açıklanmıştır. Şimdi sistemin çalışmasına bir göz atalım.

Telefon hattına çağrı gelir, sistem RING (DAA) çıkışını sürekli kontrol etmektedir. Set edilen zilin çalma adedi sağlandığında hat rölesi on-hook (DAA) yapılır. Telefon hattı ile sistem arası veri kanalı daa üzerinden açılmıştır.

Sistem, hatta kullanıcıyı yönlendirmek için mesaj gönderir. Bu mesajı uzunsu, PC'den alınarak ADCPM formatta, DSP tarafından ADCPM işlemci üzerinden doğru kanala gönderilir. ADCPM işlemci, DSP tarafından (seri port) ADCPM formatta aldığı bilgiyi PCM'e dönüştürerek seçili kanalın PCM codec'e gelen bilgi, codec analog çıkışından, DAA veri girişine gelir, DAA üzerinde sesli mesaj hatta iletilir.

Hatta iletilen mesaj neticesinde yapılacak işleme göre, kullanıcı gerekli telefon tuşlarına basar. Bu tuşlar sırayla DSP kontrolünde DTMF transcoder üzerinde sayısala dönüştürülür. Telefon tonları DTMF transcoder sayesinde dört dijital sayısal veriye çevrilir. Gerekliğinde hata bu tonlar DTMF transcoder entegresi sayesinde gönderilir (DTMF=>DAA üzerinden). Ayrıca DTMF donanımı sayesinde DSP istenilen anda hat sinyallerine kontrol ederek, hattın durumunu izleyebilir (meşgul, çevir sinyali, hat aktif, hat kapalı, vs.).

DTMF kod çevirici (transcoder) üzerinden alınan sayısal ton bilgileri, önceden tanımlanmış ise fonksiyonunu yerine getirir. Bu yeni bir mesaj okuma, yeni bir ton girişi bekleme veya hattaki seslerin kaydedilmesi şeklinde olabilir. İlk iki fonksiyon için süreç yukarıda anlatıldığı gibi gelişecektir.

Hattaki mesajın kaydedilmesi; DAA veri çıkışından gelen analog ses verisi PCM coder'dan önce AGC devresinden geçer. AGC'ye giren analog işaretin kazancı otomatik olarak ayarlanır. Eğer genlik düşükse yükseltilir, yüksekse düşürülür. Bu şekilde kazancı ayarlayan sinyal, filtrelenerek PCM coder'a gönderilir, PCM coder veriyi, PCM formatta sayısala dönüştürür, ilgili kanalda PCM formatta bilgi ADPCM işlemi üzerinden ADPCM formatta, DSP'ye seri porttan alınarak saklanır. Kaydedilen mesaj PC'nin HDD'sine saklanmak üzere gönderilir.

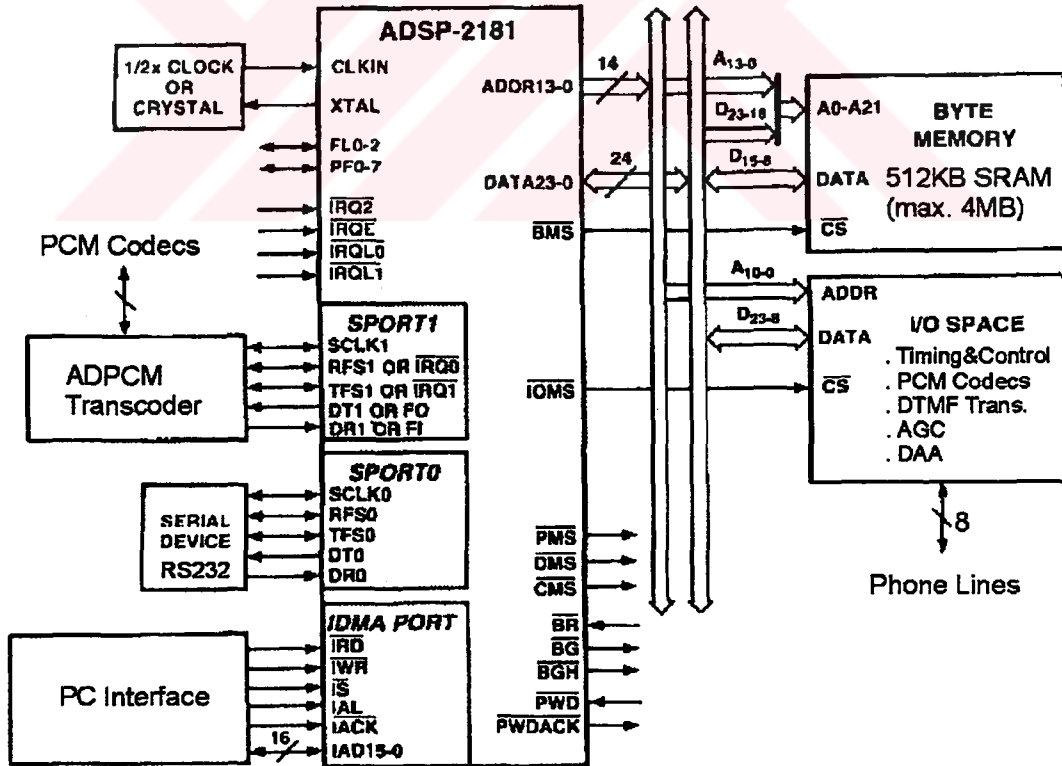
Yukarıda anlatıldığı şekilde, telefonla cevap sistemi tek kanal işlemi gerçekleştirmektedir. Bu işlem sekiz telefon hattı için aynı anda yerine getirilmektedir.

Burada DSP çok hızlı bir işlemci görevi yapmaktadır. Yoğun işaret işleme algoritmalar yerine, çok hatlı sistem fonksiyonlarını yerine getirmek için, işlem blokları donanım olarak gerçekleştirilmiştir.

#### 4.4. TELEFONLU CEVAP SİSTEMİNİN YAPISI

Bu bölümde, gerçekleştirilen sistemin tasarımı bloklar halinde, sistem yazılımı ise algoritmalarla açıklanmaktadır.

Sistem, bilgisayar ortamında çalışan, PC-AT hattı üzerinden 16 bit veri kapasitesinde bağlı, DSP tabanlı olarak tasarlanmıştır. Telefonlu cevap



Şekil 4.2. Telefonlu Cevap Sistemi Yapısı



sisteminin sekiz hat için abonelere hizmetlerini ve bilgisayar tarafında tüm işlerin düzenlenmesini DSP sağlamaktadır. PC kayıtlı temel olarak seslerin depolanması ve işlemlerin görüntülenmesini sağlamakta, sistemin işlem yükünü DSP üstlenmiş olmaktadır.

Önceki bölümde, PC tabanlı tasarım, Sayısal İşaret İşlemciler ve sistemde kullanılan bazı haberleşme standartlarından bahsedildi. Burada sistemin hemen tüm fonksiyonlarını üstlenen merkezi, Sayısal İşaret İşlemci (ADSP2181)'dir. Bu nedenle sistemi, ADSP2181'in çevrebirimleri şeklinde açıklamak uygun olacaktır. ADSP2181, dahili çevrebirimleriyle (iki seri port, veri ve program hafızaları, Programlanabilir G/Ç, bayraklar, kesmeler, zamanlayıcı, BDMA kontrol ünitesi, dahili DMA portu) bir mikrokontrolör'dür, bu dahili çevrebirimler sayesinde ve bunlara ek olarak, harici şu bağlantıları gerçekleştirmek mümkündür;

- IDMA portu üzerinden sistem arabağlaşımı ve mikrokontrolör bağlantısı,
- Seri portlar üzerinden iki seri çevrebirim (ADC, DAC, ADPCM kodçevirici, hat sürücü, PCM kodlayıcı-kodçözücü),
- BDMA alanında, 4MB'a kadar RAM veya ROM bağlantısı,
- İki adet 8K program hafızası,
- İki adet 8K veri hafızası,
- G/Ç boşluğuna (2048 byte genişliğinde) hertürlü çevrebirim bağlantısı.

Sistemin, gerçekleştirdikleri fonksiyonlara göre genel blokları Şekil 1'de görülmektedir. Bu bloklar aşağıda verilmektedir.

1. PC-DSP arabağlaşımı
2. Sistemin hafıza bloğu
3. Sistemin Telefon (8 hat) arabimleri (DSP Giriş/Çıkış bölgesi)
  - 3.1. Ses devreleri (Seri ADPCM İşlemci ve PCM codec'ler)
  - 3.2. DTMF Transcoder
  - 3.3. Otomatik Kazanç Kontrol (AGC) bloğu
  - 3.4. DAA bloğu



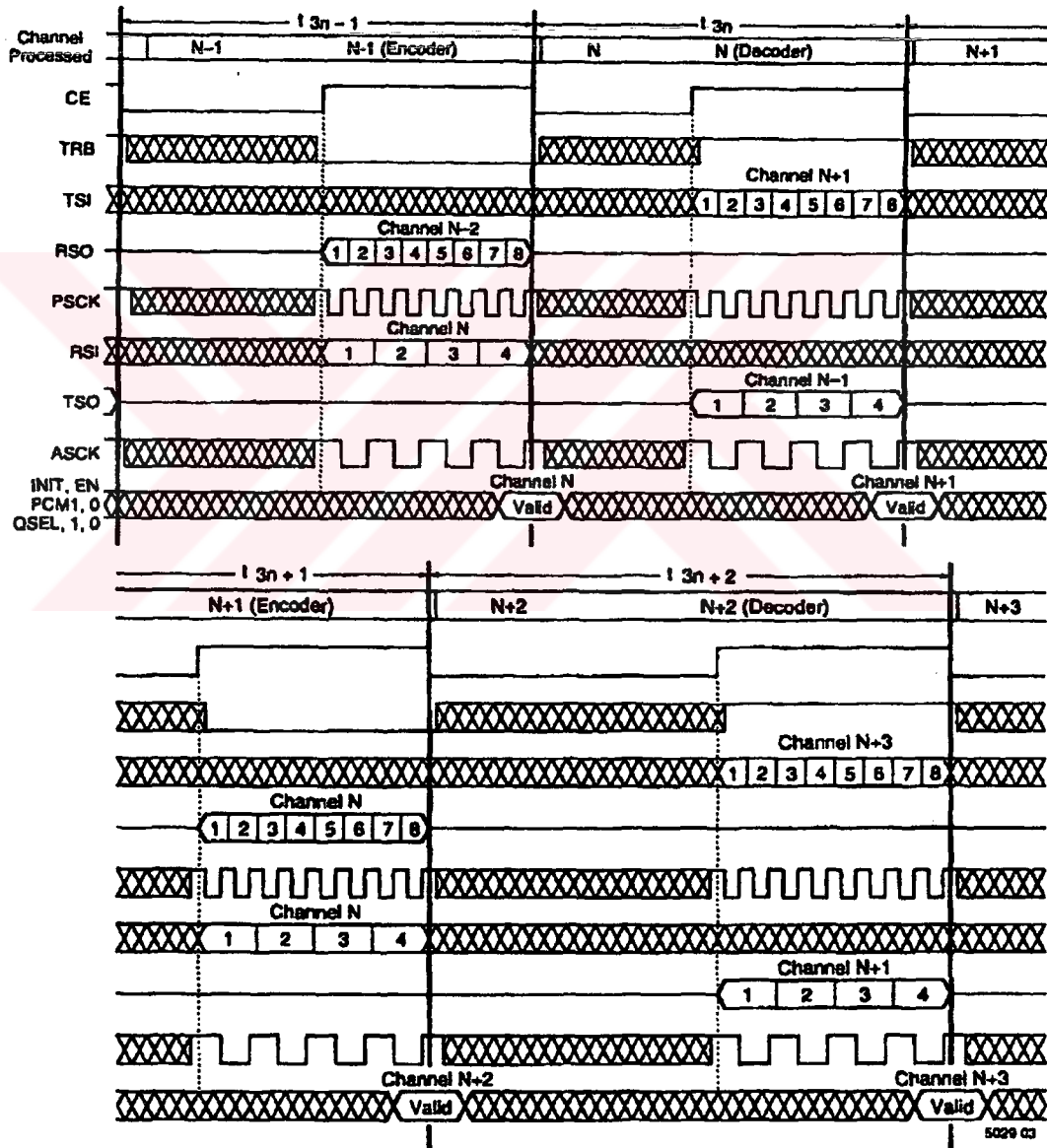
Bu blokların telefonlu cevap sistemindeki görevleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

| Sistemdeki Devre Bloğu          |                                       | Görevi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ADSP2181 Sayısal İşaret İşlemci |                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Seri port üzerinden ADPCM ve PCM ses formatlarında sesleri almak, göndermek, kaydetmek ve işlemek.</li><li>• Tüm telefon sinyallerini algılayarak, G/Ç hafıza bölgesindeki devreleri kontrol etmek.</li><li>• PC ile haberleşmek.</li><li>• Tüm sistem kontrollerini, PC'nin direktifleri doğrultusunda yerine getirmek.</li></ul> |
| PC-DSP Arabağlaşım Bloğu        |                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• PC ile DSP arasında haberleşmeyi sağlamak.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sistem Hafıza Bloğu             |                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Geniş ölçekli veri depolamak.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sistemin Telefon Arabirimleri   | ADPCM İşlemci                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• 8 farklı kanallı PCM'den ADPCM'e/ADPCM'den PCM'e dönüştürme.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                 | PCM codec                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• (Mu-law/A-law) PCM kodlama/kod çözme.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                 | DTMF bloğu                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• DTMF sinyalleri algılama/üretme,</li><li>• Call progress ton algılama.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | AGC Bloğu                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• DAA'dan gelen sinyalin kazancını otomatik olarak ayarlama.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                 | DAA Bloğu                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Telefon Hattıyla çift yönlü bağlantı,</li><li>• Hat izolasyonu,</li><li>• Yüksek voltaj izolasyonu,</li><li>• Ring çıkışı,</li><li>• On-hook/Off-hook kontrolü.</li></ul>                                                                                                                                                          |
|                                 | Kontrol & Zamanlama & Kod Çözme Bloğu | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemin telefon devrelerinin zamanlama ve kontrol sinyallerini üretmek.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                 |

Tablo 4.1. Sistemdeki blokların işlevleri.

#### 4.4.1. Kontrol ve Kod Çözme Bloğu

Telefonlu Cevap Sisteminin özerk ve en önemli bloğu kod çözme ve kontrol devresidir. Bu devre tüm çevrebirimlerin kontrol ve zamanlama işaretlerini üretir. En önemli işlevi ise sistemin telefon arabirimlerinin zamanlamalarını otomatik olarak üretmesidir. Bu sayede DSP uygun adresleri kullanarak, karmaşık bir işlem gerekmeden sistemi kontrol eder. Telefon



Şekil 4.3. Sistemin ADPCM zamanlaması.



arabirimlerinde ADPCM ve PCM bloklarının eşzamanlı olarak çalışması gerekmektedir, bu işlevi kontrol ve kod çözme devreleri gerçekleştirir. Burada Kaydırmalı Alan Mantığı (SAR: Shifting Array Logic) kullanılarak sekiz PCM kodlayıcı-kodçözücü birbirini etkileden çalıştırılabilir, Bu çalışmada standart SAR yapısına bir kontrol mekanizması eklenerek seri ADPCM işlemciyle eşzamanlı çalışmaları sağlanmıştır. Söz konusu zamanlama, Şekil 4.3'teki diyagramda görülmektedir. Bu zamanlama diyagramı ADPCM işlemcinin çalışma şartlarını da göstermektedir.

Telefon arabağlaşımında, Şekil 4.9'da görülen devrelerin, erişimi için gerekli adresler, sinyal isimleri ve blokları sistemin çevre birim haritasında gösterilmiştir. Bu devre bloğu, tüm bloklar için kontrol, zamanlama, kod çözme ve kontrol sinyallerini göndermek ve geri besleme olmak için tutucular ve tamponları içermektedir. Her bloğa ait kontrol işlemlerinin kontrol ve kod çözme bloğu tarafından nasıl yapıldığı bu kısımda açıklanmıştır.

Sistemin ADPCM ve PCM devrelerinin zamanlamalarını sağlamak için iki adet zamanlayıcı devre kontrol lojisi içindedir. Bu zamanlayıcılar 2.048 MHz ve 8.5 MHz frekanslarındadır. 8.5 MHz ADPCM işlemcinin zamanla girişine (CLK) bağlanır. Üretilen 2.048 MHz frekans bu bölücüyle aşamalı olarak ikinin katlarına bölünür ( $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, \dots, 2^{12}$ ). Bu bölme işlemi, 2.048 MHz ana frekansın, ADSP2181'in seri portundaki TFS0'in (yazılımla ayarlanan) RFS0'ın U41'e uygulanmasıyla sistemle senkron bölme gerçekleştirilir. Bölünen bu frekanslar U49, U52 PAL'lerin 8 adet PCM coder'ları için senkron alma ve gönderme izinleri oluşturulur. U49, U52'de bölünmüş zamanlama sinyallerini(C0, C1, C2, C3, C4, C5, C6, ..., C1024) yanında, 200H-20FH arası EN0-7, 400H-40FH arası TRB0-7 sinyalleri giriş olarak kullanılır. Çıkışta 8 RCE0-7 ve 8 TCE0-7 olmak üzere 16 PCM kontrol sinyali üretilir. 8 PCM coder için, tutuculama (CON1, CON2) gönderilen TRB0-7 sinyalleri, 2.048 MHz'den üretilen C8, C16, C32, ile senkronlaştırılarak ADPCM işlemcinin TRB sinyali (alıcı-verici seçme) oluşturulur. Aynı şekilde CON2 kontrolündeki 200H-20FH adresindeki EN0-7 sinyalleri de CE (U49'da üretilen) ve Xsync(ADSP2181 seri port 0'da yazılımla

Üretilen) sinyalleri ile senkronlaştırılarak EN (ADPCM işlemcinin kanal işleme izni) sinyalini oluşturur. Kanal işleme ini ile senkron olmakta CON3, 100H-10FH adresinde INT(ADPCM işlemcinin her kanalı için sıfırlama girişi "aktif 1") sinyalini üretir. ADPCM ve PCM bloklarının zamanlama ve kontrol sinyalleri üretimi bu kadardır.

DTMF bloğunda her bir kanalın geçerli ton çıkışını veren göndermenin tamamlandığını CCP sinyali ile 080H adresindeki 8 bit veri tutucusundan okunması gerekmektedir. CCP sinyali U47 PAL'i tarafından üretilmektedir. Aktif "0" olarak (CP1-8) algılanan DTMF kesmesi algılandığında entegre seçme sinyali ilgili kanala CMF sinyali ile (040H-04FH) gönderilir. Aynı anda G/4 okuma-yazma sinyalleri programa göre üretilerek işlem gerçekleştirilir ve 4 byte'lık veri iletilir.

DAA kontrolünde ise; 010H adresinden (CRNG sinyali U47'de üretilen) hatta ait RING tutucu üzerinden okunur ve hat açma, işlem sonra hattı, kapama rölesi RL0-7 020H-02FH adresinden kontrol edilir.

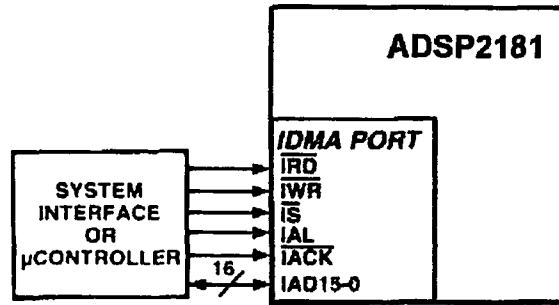
Hafıza bloğunda 512KB bellek 128Kx8 dört adet entegre mevcuttur. Her bir entegrenin izin girişi U6 tarafından üretilir.

PC ile haberleşme DMA portu üzerinden sağlanır. Sistemin PC üzerindeki adres aralığı U10 tarafından belirlenir ve U11'de kontrol sinyalleri çift yönlü oluşturulur.

Yazılımla adres haritasındaki bloklarda işlem yapıldığında yukarıda anlatılan karmaşık zamanlama, kontrol sinyalleri otomatik üretilmekte ve sistemin tüm birimleri eş zamanlı olarak çalışmaktadır.

#### **4.4.2. PC-DSP Arabirimi**

DSP İşlemcilerine ait hız ve matematiksel özellikleri, düşük fiyat ve yüksek uyuları ile birleşince doğal olarak müşterek işlemci uygulamalarında tek tercih



Şekil 4.4. DSP ile PC bağlantısı

kalmasını sağlamaktadır. Host mikroişlemciyle birleştirilen bir DSP işlemcisi çok güçlü ve esnek bir sistemi uygun bir fiyatla sağlar.

ADSP2181 müşterek işletim sistemi için ideal bir adaydır. 32Kword dahili RAM ve geniş DMA ve çevrebirimleri ADSP2181'in asgari harici devreler kullanmasını sağlar. Müşterek işlemci sisteminde mümkün en yüksek performansını sağlaması için verimli host DSP iletişimi hayati değerdedir.

Bu kısımda ADSP2181'e ait IDMA portu ile PC arasındaki donanım ve yazılım arabağlaşımı açıklanacaktır. Her bir özel sistem tasarımının kendine ait ihtiyaçları ve zorlukları vardır.

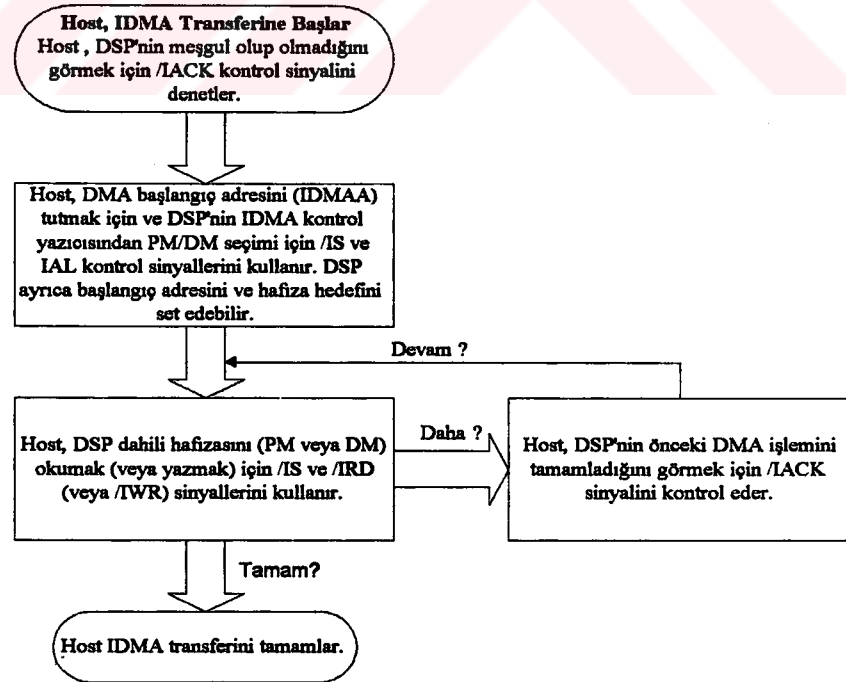
ADSP2181, 16 bit sistem arabirimine sahiptir. IDMA olarak adlandırılan bu port sayesinde ADSP2181 harici bir kontrol ünitesi veya işlemciye direk bağlanabilmektedir. IDMA potu 16 bit adres, veri ve beş kontrol sinyali içermektedir. ADSP2181'in sistem arabağlaşım şeması Şekil 4.2'de görülmektedir.

#### 4.4.2.1. IDMA Çalışma Tarzı

Harici Birimlerinin DSP'nin IDMA portu yolu ile ADSP-2181'in dahili hafızasında giriş elde etmesi mümkündür. Host işlemci IDMA üzerinden ADSP-2181 girmesi DSP hafıza haritalandırma uydu çevresi olarak davranır ve DSP'nin tüm dahili veri hafızasına ( PM ) girişi mümkün olur.

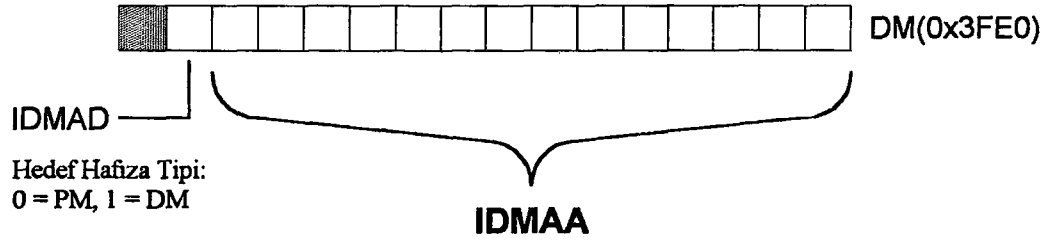
ADSP-2181'in IDMA portu: 16 bit ayrılmış adres/veri yolu ( IAD 16:0 ), seçilmiş hattı (TS) mandallama yetkisi (ALE), okuma (IRD), yazma (IWR) ve onaylama (IACK) sinyallerini içerir. Host işlemci bütün veri transferlerini gerçekleştirmekten sorumludur. Tipik bir transfer serisi Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

DSP hafıza adresleri IDMA adres kaydedicisine yüklenir (Şekil 4.6). Kaydedici, 14 bit dahili hafıza adresleri ve transfer tipi tanımlaması için ise ilave bir bit ihtiva eder 24 bit program hafıza işlem kodları (OP CODES) veya 16 bit veri hafızası verisi. IDMAA kaydedicisi DSP veya Host İşlemci tarafından oluşturulur. Host, kaydediciyi oluşturmak için adres mandallama döngüsünü kullanır. Bir adres mandallama döngüsü Host tarafından teyid edilen ALE sinyali



Şekil 4.5. IDMA Transfer Algoritması.

tarafından tanımlanır ve IAD pinleri üzerinden 15bit değerli (14 adres biti artı 1 hedef hafıza tipini belirtmek için kullanılan bit) transfer oluşur. Büyük miktarda



Şekil 4.6. IDMA Kontrol Yazıcısı.

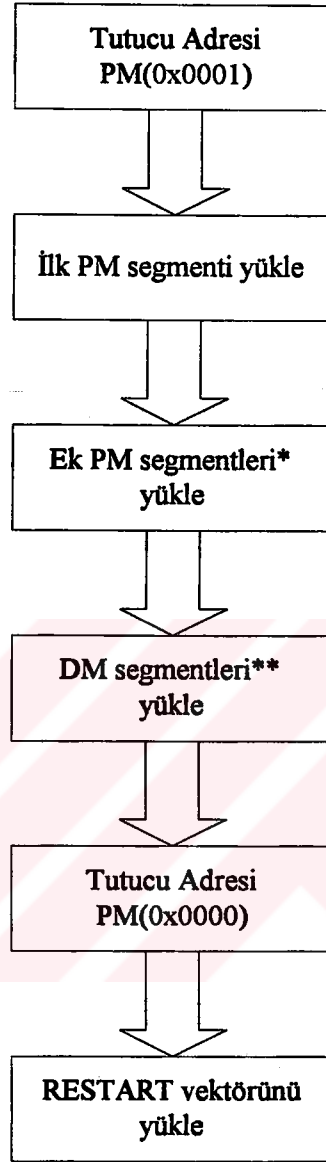
işlem kodu ve veri transferinin geçişi için adres tutma döngüsü devamlı IDMA girişini kullanma ihtiyacı doğmuş, bunun yerine birinci tutucudan sonra her bir IDMA kelimesi geçişinde adres otomatik olarak artar.

IDMA portunun, 16bit veri yolu olmasından dolayı 24bit transfer için 2 host giriş gerekir. İlk giriş transferleri en önemli 16bit olup, ikinci olarak daha mühim 8 bitler, sağa dayalı ve sıfırla dolu üstel byte'la birlikte transfer edilir. IDMA adres artımı her bir 24bit kelime transferinden sonra meydana gelir.

#### 4.4.2.2. Arabağlaşım Donanımı Tasarımı

ADSP2181'e ait IDMA portu mikrokontrolörün harici hafıza boşluğunu 2 ayrı yerleşim olarak planlar. Birinci yerleşim mikrokontrolör tarafından DSP'nin hafıza adresini tanımlamak üzere kullanılır ve diğer yerleşim veri ve içerik bilgisi transferi yapılırken kullanılır.

Mikrokontrolörün adres pini A1 doğrudan IDMA portunda A1 pinine bağlanır. Bir transfere başlamak için, mikro kontrolörün öncelikle DSP'nin IDMAA yazıcısını bir adres mandallama döngüsü üzerine oluşturur. Bu DSP hafıza adreslerinin yazılmasıyla gerçekleşir. Mikroişlemci, hafızasındaki boşluğun 0xbbb2 adresine giriş yapılarak dolmasını ister. Taban adreslerinin set edilmesi bir sonraki paragrafta anlatılacaktır. A1 adres pini, mikroişlemci kontrolör



\*Her segment yükleme, kendi adres tutucu çevrimine ihtiyaç duyar.

\*\*DM segmentleri, ilk download edilmiş veya PM segmentleriyle birleştirilmiş olabilir.

Şekil 4.7. IDMA Boot süreci.

tarafından 16 bit word transferi süresince düşük öncelikli adres pini olduğu için kullanılmıştır.

PC tarafından sürülen son IDMA kontrol hatları IRD (IDMA read ) ve IWR (IDMA write)'den mikrokontrolörlerin tek parçalara ayrılmış R/W hattına sahip olmasından itibaren R/W hattı dönüşmüştür ve IDMA read sinyalini oluşturmak için IRD'ye yönlendirilmiştir.

IDMA yazma sinyali IWR, R/W hattına ve A2 adres hattı OR'lanmış kombinasyonudur.

#### 4.4.2.3. Arabağlaşım Sistemi Tasarımı

DSP ile Mikrokontrolör arasındaki fiziksel tasarım arabağlaşımı, DSP tabanlı müşterek işleme sisteminin sadece müsaade adımıdır. Sistem başlangıç ve Host DSP haberleşme yayınları zamana bağlı planlanmalı ve bu yayınlar için bakış açısı mikrokontrolör ve DSP'nin firmware'ini içerecek şekilde olmalıdır.

**DSP'nin Boot Edilmesi:** DSP üzerindeki IDMA posta, DSP'nin açılışından boot'un yüklenmesi için kullanılabilir. Bu DSP için eprom'un ayrılması ihtiyacını ortadan kaldırır. ADSP2181 üzerinde boot işlemi MMAP ve BMODE pinleri kullanılarak kontrol edilir. IDMA posta üzerinden boot işlemine, MMAP=0'da ve BMODE=1'de tutularak müsaade edilir. Bu sinyal kombinasyonu ile birlikte reset esnasında DSP harici adres yolunu, eprom'a erişim için aktif hale getirmez. Bunun yerine DSP, Host'un dahili veri ve program hafızalarının doldurulması için transfere başlamasını bekler. Bu süreç standart IDMA komut ve veri transferinin tamamlanmasını içerir. Boot işlemi DSP'nin PM (0x00009) adresindeki restart vektörüne yazılmasıyla tamamlanır. Verimli bir boot yükleme sırası, Host'un, DSP'nin dahili programı hafızası PM (0x0001) noktasından başlayarak ve otomatik adres artımı özelliğini IDMA portu üzerinde yükselen adres sıralaması esnasında kod bloğunun hızlı transferini kullanarak doldurmasını içerir. Daha sonra Host veri hafızasını sıfırlayabilir. Tüm sıfırlamalar tamamlandığında, Host, DSP'nin restart vektörünü sıfırlar ve DSP programı çalışmaya başlayacaktır. Bu süreç Şekil 4.7'de görülmektedir.

**BOOT Kodu Oluşturulması:** ADSP21XX ailesi 24 bit komut kodunu işletir. IDMA portu sadece 16 bit kodu kabul edebilir. IDMA portu üzerinden komut kodlarını transfer etmek; öncelikle 16 bit transfer edilir, takiben daha az öncelikte sağa yanaşık 8 bitler transfer edilir.

DSP çalıştırılabilir dosyaları, ADSP-21XX ailesi Linker'i tarafından üretilir. Linker, Assembler ve C derleyicileri tarafından oluşturulan obje dosyalarını alır, sistem mimarisi dosyası tarafından tanımlanan hafıza mimarisindeki yerine yerleştirir ve çalışabilir .exe dosyasını oluşturur. ADSP-2100 ailesi .exe formatı, program hafızası ve veri hafızası segmentlerini modül modül böler.

Çalıştırılabilen biçim şu elementleri içerir;

|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| @PA    | pm RAM modülünün başlangıcı |
| 0000   | Başlangıç adresi            |
| 123456 | İlk komut kodu              |
| 789abc | ikinci komut kodu           |
| def012 | üçüncü komut kodu           |

#12345678 Modul tanımlayıcısı sonu

|      |                               |
|------|-------------------------------|
| @DA  | DM RAM segmentinin başlangıcı |
| 0000 | Başlangıç adresi              |
| 1234 | İlk veri kelimesi             |

5678

İkinci veri kelimesi

#12345678

Modül tanımlayıcı sonu

Şekil 4.8. Çalıştırılabilen kod biçimi.

Çalıştırılabilen dosyanın 24 bit DSP opkodu içermesinden dolayı, dosya, IDMA hostunu 16 bit veri ihtiyacına uygun tekrar formatlanması gereklidir. Bu yeniden formatlama PC üzerinde (C programı çalıştırılarak) yerleşim ve adres bilgisi içeren .exe dosyası kullanılarak gerçekleştir.

Veri segmentleri ve program segmentleri bu .exe dosyası içerisinde ana karışıma tabi tutulabilir. Bu dönüşüm programı her bir modülün başlangıcını kontrol etmek ve hafıza hedefleri tahmin etmek zorundadır.

**PM Opkode Konuları:** ADSP-2100 ailesi komut kodları 24 bit genişliğindedir ve ADSP-2181'e ait IDMA portu 16 bit genişliğindedir. Daha önce anlatıldığı üzere 24 bit'in PM'e göndereceğine 16 bit öncelikle transfer edip ardından az öncelikli 8 bit sağa dayalı sıfırlarıyla birlikte transfer eder. Linker program gönderilecek şekilde dönüştürür.

**PM Adresleri Konuları:** 16 Bit veriyi DM'ye yüklemek için veriyi bölmeye gerek yoktur. Buna rağmen, Linker'in oluşturduğu DM segment adresi, IDMA kontrol yazıcısındaki belirlenmiş DM transferi 14 bit olmasına ihtiyaç duyar.

**HOST Kod Üretimi ve Download Konuları:** IDMABOOT.C tarafından üretilen veri dosyasından yararlanmak için, mikrokontrolör verilen formatı anlayabilmek için programlanmalıdır.

IDMABOOT.C programı mikrokontrolörün hafıza alanında herhangi bir yerinde başlatılabilen bir veri dosyası üretir. Veri dosyasından okunan ilk eleman DSP'ye transfer edilecek olan 16bit'lik kelimenin numarasıdır (herbir 24bit PM komut kodu 2, 16 bit'lik kelime olarak sayıldığını hatırlayınız). Bu değer bir veri yazıcısına yüklenir ve download fonksiyonunu kontrol etmek üzere bir çevrim sayacı olarak kullanılabilir. Veri dosyasındaki bir sonraki değer, o kodun veya veri segmentinin DSP başlangıç adresidir. Bu, yukarıda açıklandığı gibi tek 15bitlik değer olarak muamele görür. Daha sonraki değerler, transfer edilmek zorunda olan veri veya komut değerleridir. Mikrokontrolör, uygun sayıda öge transfer ettiğinde (sayaç tarafından saptanıldığı şekliyle) bir sonraki sayaç değerini ve sonraki DSP adresini,.. tampondan temin eder. Download süreci, mikrokontrolör 0xFFFF sayım değeriyle karşılaştığı zaman tamamlanır. Download sürecini, gerçekleyen PC için programın PC assembler kodunda olması gerekmektedir.

**Host DSP-Mesaj Transferi:** DSP'nin boot yükleme yapılmasına ilave olarak, birçok sistem host mikrokontrolör ile, DSP hesaplama ünitesi arasında sürekli bir etkileşim gerektirir. ADSP2181'in IDMA portu öyle tasarlanmalıdır ki, host mikrokontrolör transferleriyle hiç bir DSP temel yapısının ilgisine gerek duymaz. Host işlemciden veri akışını DSP'ye ve DSP'den yürütmesi beklenir.

IDMA erişimleri esnasında hiç bir DSP kesmesi üretilmez ve DSP işlemlerinde IDMA transferi asenkron olarak meydana gelir. Böylece sistem tasarımcısı DSP'nin dahili hafıza kaynaklarını öyle tahsis etmeli ve host erişimleri öyle yönlendirmelidir ki, host erişim ile DSP'nin dahili hafıza kaynaklarıyla DSP arasındaki erişiminde hiç bir çakışma meydana gelmemelidir.

Veri transferleri "mesajlar" için bir dahili hafıza alanı tahsis edilebilir ve host'u sadece bu alana erişmek üzere sınırlandırabilir. Boot işleminden ziyade kod

transferleri için bu “mesaj” alanı içinde bir yazılımla bayrak set edilmesi DSP'nin transfer için hazır olduğunu göstermek üzere, bir sinyalle host haberdar edilir.

#### 4.4.3. DSP Hafıza Bloğu

Şekil 4.2'deki genel bağlantı şemasında da görüldüğü gibi, sisteme harici hafıza olarak, byte (8 bit) genişliğinde EPROM, isteğe bağlı program ve veri bellekleri bağlanabilir.

Byte DMA portu (BDMA portu) vasıtasıyla, düşük fiyata ve byte genişliğinde hafıza bağlantısı sağlanır. BDMA portu çift yönlüdür. Program gereksinimleri ve veri tablolarının DSP dışı saklanması için 4MB'a kadar harici RAM veya ROM direk adreslenebilir. Byte Hafıza bölgesi 16K'lık 256 sayfadan oluşmaktadır.

ADSP2181'in Byte Hafıza Bölgesi, okuma/yazma işlemlerinde dört ayrı veri formatını destekler. BDMA devresi, 8, 16, 24 bit kelime transferini tek DSP çevriminde gerçekleştirebilir. Bu formatlar, BTYPE yazıcı alanı kullanılarak seçilir. 8 bit erişim için ayrılan sayılar, byte hafıza alanında seçilen word genişliğinde oluşturulur.

| BTYPE | Dahili Hafıza Boşluğu | Word boyu | Sıra     |
|-------|-----------------------|-----------|----------|
| 00    | Program Hafızası      | 24        | Tam Word |
| 01    | Veri Hafızası         | 16        | Tam Word |
| 10    | Veri Hafızası         | 8         | MSB'ler  |
| 11    | Veri Hafızası         | 8         | LSB'ler  |

Tablo 4.2. BTYPE yazıcısı değerlerine karşılık gelen Word formatları.

8 bit veri, hafıza formatındaki kullanılmayan bitler, sıfırla doldurulur. BIAD yazıcı alanı, transferle ilgili dahili hafıza için başlangıç adresini belirler. 14 bit BEAD yazıcısı, harici byte hafıza boşluğu için başlangıç adresini açıkça belirtir.

Gerçekleştirilen sistemde, BDMA portu üzerinden 512Kbyte hafıza bağlantısı yapılmıştır. Bu hafıza bloğunun bağlantısının yer aldığı ayrıntılı sistemin şemaları bölüm sonunda verilmiştir.

Sistemin BYTE Hafıza Haritası (max. 4MB) aşağıda görülmektedir, sistemde 128KBx8 dört adet hızlı SRAM bulunmaktadır. ADSP2181 bu hafızayı 16K'lık sayfalar halinde kullanır.

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 00000 | 1FFFF | SRAM1 |
| 20000 | 3FFFF | SRAM2 |
| 40000 | 5FFFF | SRAM3 |
| 60000 | 7FFFF | SRAM4 |

Tablo 4.3. Sistemin hafıza adresleri.

#### 4.4.4. Telefon Arabağlaşımı (8 hat)

Sistemin telefon arabağlaşımına geçmeden önce, bu bağlantıyı gerçekleştirmeyi sağlayan 2048byte ADSP2181'in G/Ç boşluğuna göz atalım.

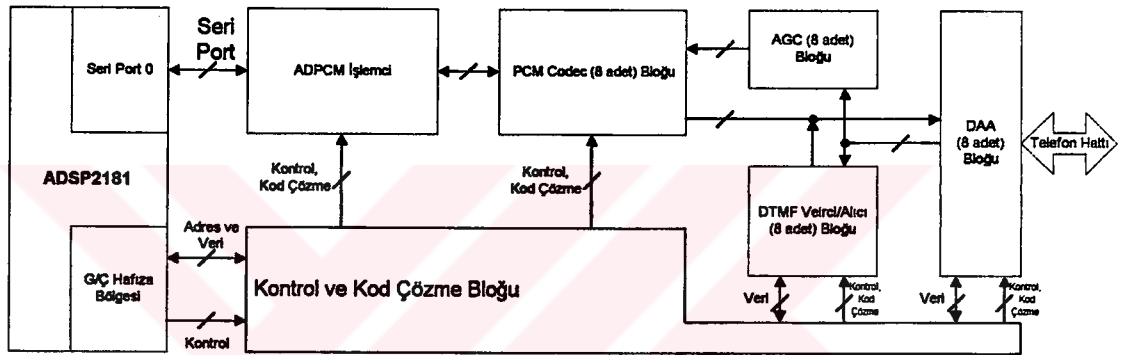
G/Ç boşluğu, 2048byte bölgeye 16bit erişimi ve dönüştürücüler, harici yazıcılar, tutucular gibi çevrebirimlerin paralel bağlantısını sağlar. Harici adres yolunun alt 11 biti kullanılır, üst üç bit tanımlanmamıştır. G/Ç hafıza bölgesine okuma ve yazma işlemleri için ADSP2181'de, ADSP2100 ailesinin komut setine ek olarak üç yeni komut eklenmiştir. G/Ç boşluğu ayrıca üç bit, dört adet wait state yazıcısı içermektedir, IOWAIT0-3, bunlar yedi bekleme durumunu, dört ayrı bölge için otomatik olarak üretirler. Adres aralıklarındaki, bekleme durumları etkileri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

| Adres Aralığı | Bekleme Durum Yazıcısı |
|---------------|------------------------|
| 0x000-0x1FF   | IOWAIT0                |
| 0x200-0x3FF   | IOWAIT1                |
| 0x400-0x5FF   | IOWAIT2                |
| 0x600-0x7FF   | IOWAIT3                |

Tablo 4.4. ADSP2181'in G/Ç aralığı için bekleme durum seçenekleri.

Sistemin telefonla bağlantısını sağlayan devreler, G/Ç hafıza boşluğuna bağlıdır. Telefonlu Cevap Sisteminin; hat bağlantısı, DTMF kod çözme ve kod üretme, seslerin PCM ve ADPCM formatlarda sayısala veya bu sayısal verilerin ses olarak hatta gönderilmesi fonksiyonlarını ADSP2181 kontrol ünitesine bağlı belli blok devreler yerine getirirler. Bu bloklar şekilde görülmektedir.

Şekil 4.2'de genel blok yapısı verilen telefonlu cevap sisteminin, hat tarafındaki devre blokları yukarıdaki şekilde daha ayrıntılı görülmektedir. Bu blokların sistemde üstlendikleri işlevler Tablo 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Telefonlu Cevap Sisteminin hat tarafı genel blok şeması.

G/Ç hafıza bölgesindeki devrelerin kontrol edilmesi için gerekli adres ve veriler aşağıda tablolanmıştır.

#### 4.4.4.1. Ses Devreleri (Seri ADPCM İşlemci ve PCM codec'ler)

Telefonlu Cevap Sistemi, sesli mesaj okuma ve mesaj kaydetme fonksiyonlarını, ADPCM işlemci ve PCM codec'ler sayesinde yerine getirir. Sistem çok hatlı bir uygulama olduğundan her telefon hattı için ses işlemleri farklı PCM codec üzerinden, fakat ADPCM işlemci sayesinde tek entegre ile 8 kanal kullanılabilir. Bu şekilde, her hat için ayrı bir PCM codec kullanılmadan, 8 hat için toplam 8 PCM codec kullanılarak, 8 hat için ses işlemleri yapılabilir.

Sisteme giriş yönünde; PCM olarak kodlanan kanalın verisi, ADPCM işlemci ile ADPCM formatla ikinci bir kodlamadan sonra DSP tarafından işlenir.



ADPCM formattaki sayısal verilerde önce ADPCM işlemci tarafından PCM'e dönüştürülür ve daha sonra da PCM codec ile analog'a dönüştürülerek çıkışa iletilir. Anlaşılacağı gibi ses işleme bloğu ADPCM ve PCM olmak üzere iki bloktan ibarettir. Bu bloktan, DSP üzerinden kod çözme ve kontrol sinyaliyle kontrol edilir. Sistem telefon arabirimlerinin anlatıldığı üst kısımda kontrol ve kod çözme devresi anlatılmıştı, burada ADPCM işlemci ve PCM codec bloğu açıklanacaktır.

| Fonksiyon                                                                                                                            | Devre Bloğu | Yön   | Kontrol Sinyali                                                      | Adres                                                        | NOT                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ring Algılama (RING1-8)                                                                                                              | DAA         | Giriş | CRNG                                                                 | 010H                                                         |                                                                                                                                    |
| Hat rölesi (RL1-8)                                                                                                                   | DAA         | Çıkış | CRL                                                                  | 020H-02FH                                                    |                                                                                                                                    |
| DTMF sıfırlama (CP1-8)                                                                                                               | DTMF        | Giriş | CCP                                                                  | 080H                                                         |                                                                                                                                    |
| DTMF seçme (CSMF1-8)                                                                                                                 | DTMF        | Çıkış | CMF                                                                  | 040H-04FH                                                    |                                                                                                                                    |
| DTMF1 verisi<br>DTMF2 verisi<br>DTMF3 verisi<br>DTMF4 verisi<br>DTMF5 verisi<br>DTMF6 verisi<br>DTMF7 verisi<br>DTMF8 verisi (D8-11) | DTMF        | G/Ç   | CSMF1<br>CSMF2<br>CSMF3<br>CSMF4<br>CSMF5<br>CSMF6<br>CSMF7<br>CSMF8 | 040H<br>042H<br>044H<br>046H<br>048H<br>04AH<br>04CH<br>04EH |                                                                                                                                    |
| PCM İzin (EN0-7)                                                                                                                     | PCM         | Çıkış | CON2 (EN)                                                            | 200H-20FH                                                    | D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub> D <sub>7</sub><br>Aktif 1 |
| PCM alma(0) / gönderme(1) (TRB0-7)                                                                                                   | PCM         | Çıkış | CON1 (TRB)                                                           | 400H-40FH                                                    | Codec R/T Zamanlaması (0-7)                                                                                                        |
| PCM sıfırlama (aktif 1)                                                                                                              | PCM         | Çıkış | CON3 (INIT)                                                          | 100H-10FH                                                    |                                                                                                                                    |

Tablo 4.5. Sistemin adres haritası.

**ADPCM Bloğu:** ADPCM sıkıştırma/açma işlemlerini, çok kanallı ADPCM işlemci olan SC11362 yapmaktadır. ADPCM işlemci, CCITT 32 Kpbs, 24 Kpbs, 16 Kpbs ve ANSI32 Kpbs ADPCM transkodlamalar tam uyumlu olarak tasarlanmıştır. Standart algoritmalara ek olarak, 8 Kpbs sayısal konuşma interpolasyonun algoritması mevcuttur (DSS-Digital Speech Interpolation). Çok kanallı sistemler için tasarlanan işlemci, 8 farklı kanalı 8 kHz pencerelerle işletir. Her kanal bağımsız olarak ayarlanabilir, bu yüzden tam ve yarı duplex işlemleri

destekler. Tüm giriş/çıkış transferleri seri çift tamponlu veri yazıcıları kullanan basit kesmeyle sağlanır.

Sistemin telefon bloğunda genel bağlantı şeması verilen ADPCM işlemcinin zamanlama ve kontrol sinyalleri, kontrol lojisi bahsinde detaylı anlatılmış, sistemin şematik çizimlerinde de bağlantılar tüm ayrıntılarıyla mevcuttur.

ADPCM bloğu, PCM codec'ler üzerinde alma/gönderme işlemlerini DSP kontrolünde kontrol, kod çözme, zamanlama devresi sayesinde eşzamanlı olarak gerçekleştirilir. Gönderme (mesaj okuma) işleminde, DSP'nin seri kanalı üzerinden, veri, G/Ç bölgesinden kontrol sinyaliyle birlikte ADPCM formatta gönderilir. ADPCM işlemci, bu veriyi PCM formatla, ilgili kanaldaki PCM codec'e gönderilir.

Mesaj kaydı işleminde, PCM formatta gelen bilgi, ADPCM işlemci tarafından ilgili kanal üzerinde ADPCM formatta seri kanal üzerinden DSP'ye gönderilir.

Gönderme/alma işlemleri arasında belli çevrim gecikmeleri yazılımla dengelenmektedir. Daha detaylı bilgi bu yazının eklerinde, katalog bilgisi olarak verilmiştir.

**PCM Codec Bloğu:** Kontrol ve kod çözme lojisi ile sürülen, ADPCM işlemci ve analog giriş yönünde AGC'ye bağlı PCM codec bloğu her kanal için bir adet MC145505 içermektedir. Bu entegre mono PCM codec filtre devresidir. PCM sistemler için yumuşatma gerektiren ve band sınırlı sinyal sayısallaştırma ve tekrar üretme işlemi yapar. PCM formatıyla ilgili bilgi bölüm 2'nin üçüncü kısmında verilmiştir. MC145505 hem senkron hemde asenkron uygulamalar için tasarlanmış olup, dahili voltaj referansı içermektedir.

ADPCM formattan PCM'e dönüştürülmüş bilgi, PCM codec'ten hatta CDAA üzerinden iletilir. Hattan gelen sinyal ile AGC devresinde kazancı ayarlandıktan

sonra PCM formatta, ADPCM işlemiyle iletilir. Tek kanal için anlatılan bu işlemler, 8 kanal için eşzamanlı olarak gerçekleştirilmektedir.

Genel bağlantısı şekilde görülen PCM bloğu, ayrıntılı şemaları ek'te mevcuttur. Bu blokta kullanılan entegrelerle ilgili katalog bilgisi de ek'tedir.

#### **4.4.4.2. DTMF Kodlayıcı-Kod Çözücü**

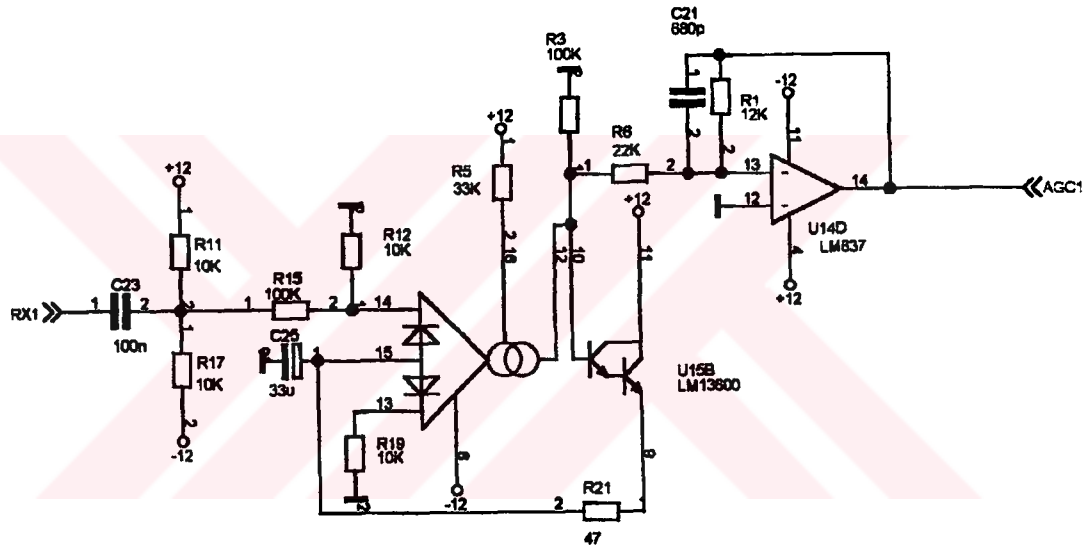
Telefonlu Cevap Sisteminde, DTMF tonların algılanmasında MT8888C DTMF transkodlayıcı kullanılmaktadır. MT8888C, Mitel-firmasının ürünü olup, DTMF sinyalleri algılama ve üretmenin yanında, hat sinyallerinin algılanmasında da kullanılmaktadır. CMOS teknolojisinde üretilen MT8888C'nin alıcı tarafı, endüstri standardında MT8870 DTMF alıcı tabanlıdır. Verici tarafı, yüksek duyarlıklı DTMF sinyalizasyon ve düşük distorsiyon için anahtarlama kapasiteli D/A dönüştürücü kullanmaktadır. Kesin zamanlamayla göndermeyi sağlayabilecek olan dahili burst mod sayıcı içerir. Call progress filtre, seçilen işlemcinin call progress tonları analiz etmesini sağlar.

Sistemde, her kanal için birer adet olmak üzere toplam sekiz adet MT8888C entegresi bulunmaktadır. Paralel 4 bit çıkışlı DTMF transkodlayıcı, geçerli sinyal algılandığında veya gönderme tamamlandığında kesme üretir. Periyodik program döngüsünde kontrol edilen ve belirlenen kesmeden sonra geçerli veri okunur/veri gönderilir. Analog tarafı DAA'ya bağlı DTMF bloğun, sayısal tarafı kontrol devreleri üzerinden DSP tarafından işletilir. Telefonlu Cevap Sisteminde, DTMF kodların üretilmesine gerek yoktur, ayrıca hattın durumuyla ilgili kontrolde gerekmemektedir, fakat sisteme esneklik kazandırmaktadır. Bu esneklik entegrenin özellikleriyle de sınırlı değildir, hattaki sinyal DSP tarafından yazılımla da belirlenebilir. DTMF bloğun ayrıntılı şeması ekte verilmiştir.

#### **4.4.4.3. AGC Bloğu**

AGC (Automated Gain Control), Otomatik Kazanç Kontrolü demektir. Bu devre DAA'dan gelen verinin kazancını otomatik olarak ayarlar ve PCM codec'e gönderir. AGC'ye gelen bazı sinyallerin genlikleri düşüktür, bu sinyallerin

genlikleri sabit bir çarpan oranında artırılır, genlikleri yüksek olan sinyaller ise, bastırılarak genlikleri düşürülür. Harici bir kontrolü olmayan bu devre girişini (RX1-8) sürekli olarak ayarlayarak çıkışına (AGC1-8) aktarır. Bu işlemde, otomatik ayarlarda bir kazanç faktörü vardır, bu faktör sistemde ilk koşullamada sistem çalıştırılmadan ayarlanır ve sistem çalıştığı sürece sabittir. AGC devresinde, diyot lineerizasyonlu ve tamponlu transkondüktans işlemsel yükseltici LM13600 ve LM837 işlemsel yükseltici kullanılmıştır. Tek kanal için AGC devresi aşağıda verilmiştir.

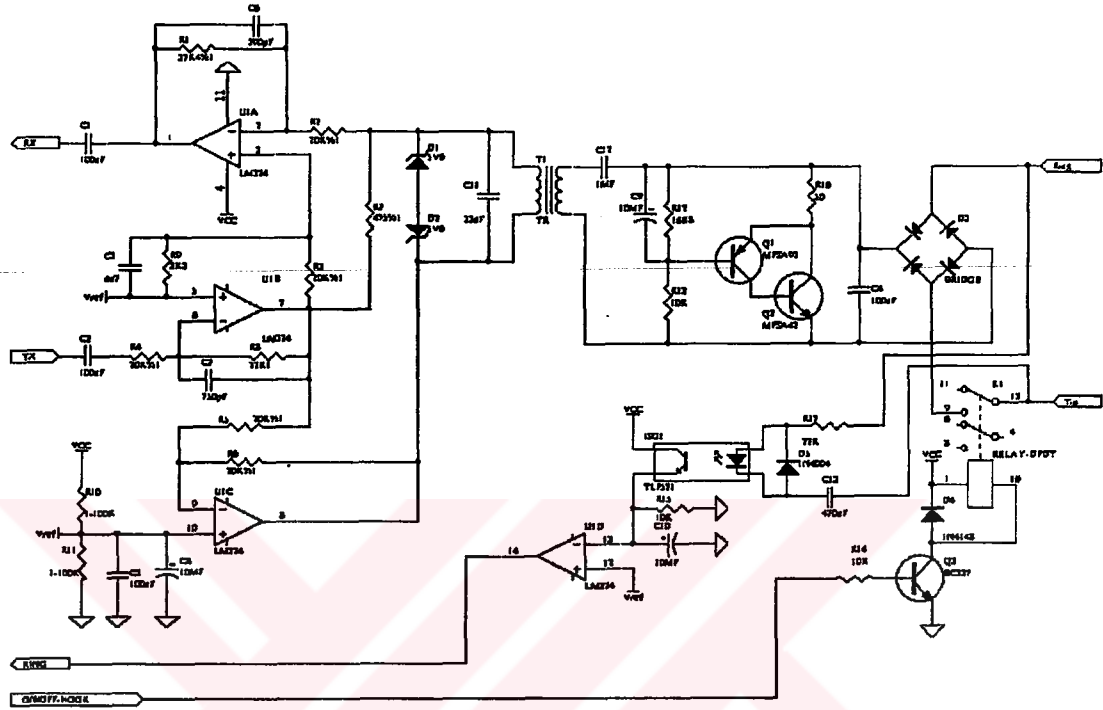


Şekil 4.10. Otomatik Kazanç Ayar devresi.

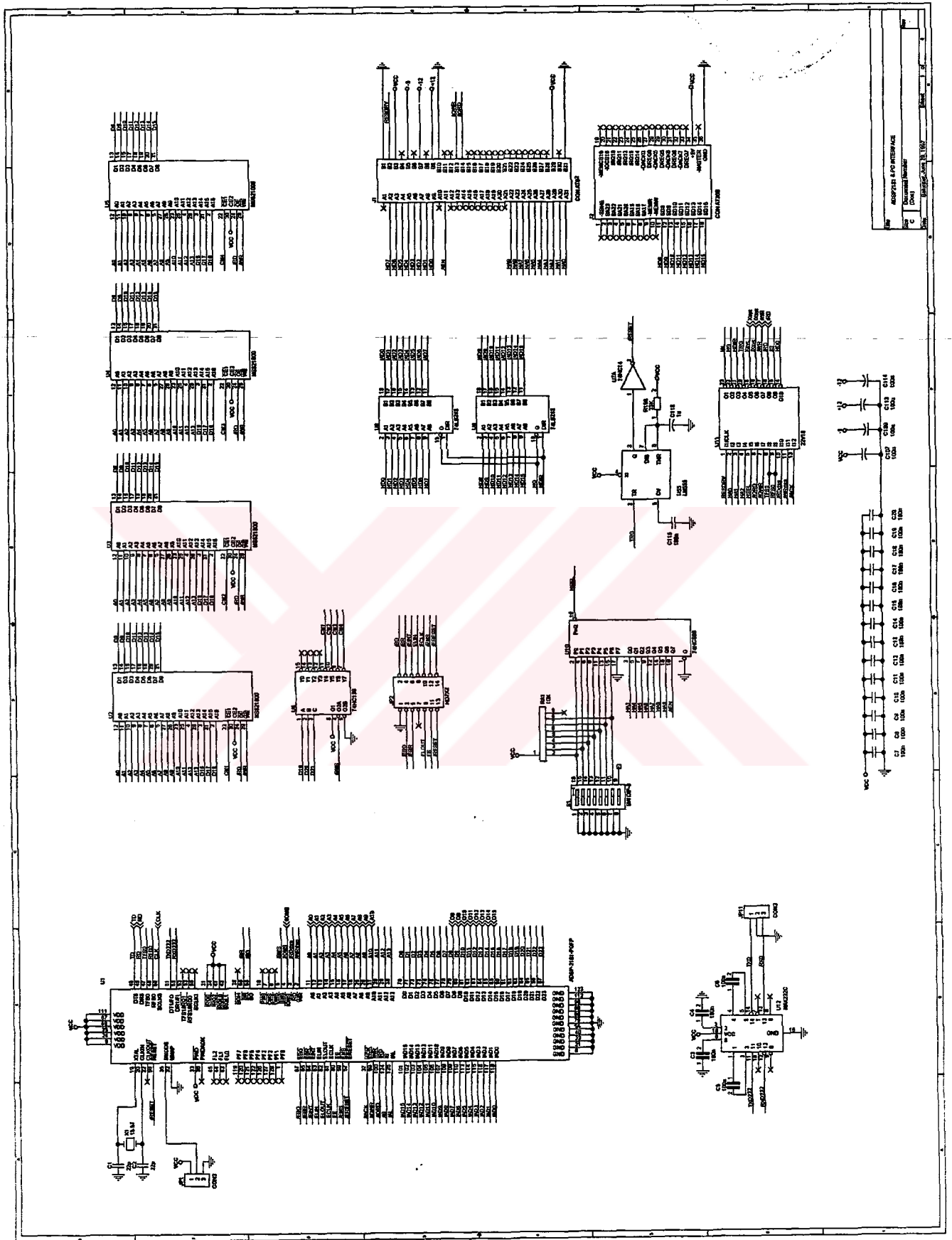
#### 4.4.4.4. DAA Bloğu

Veri erişim düzeni diye adlandırılan DAA'lar, telefon hattı arabağlaşım modülleri olarak kullanılırlar. DAA, tüm yarıiletken FAX, modem ve voice entegre setlerinde gereklidir ve bunların PSTN hatlarına bağlanmalarında kullanılırlar. Çoğu durumda DAA'lar, entegrelere direk veya AC olarak monte edilir, diğer tarafta telefon hattının Tip ve Ring uçlarına direk bağlanırlar.

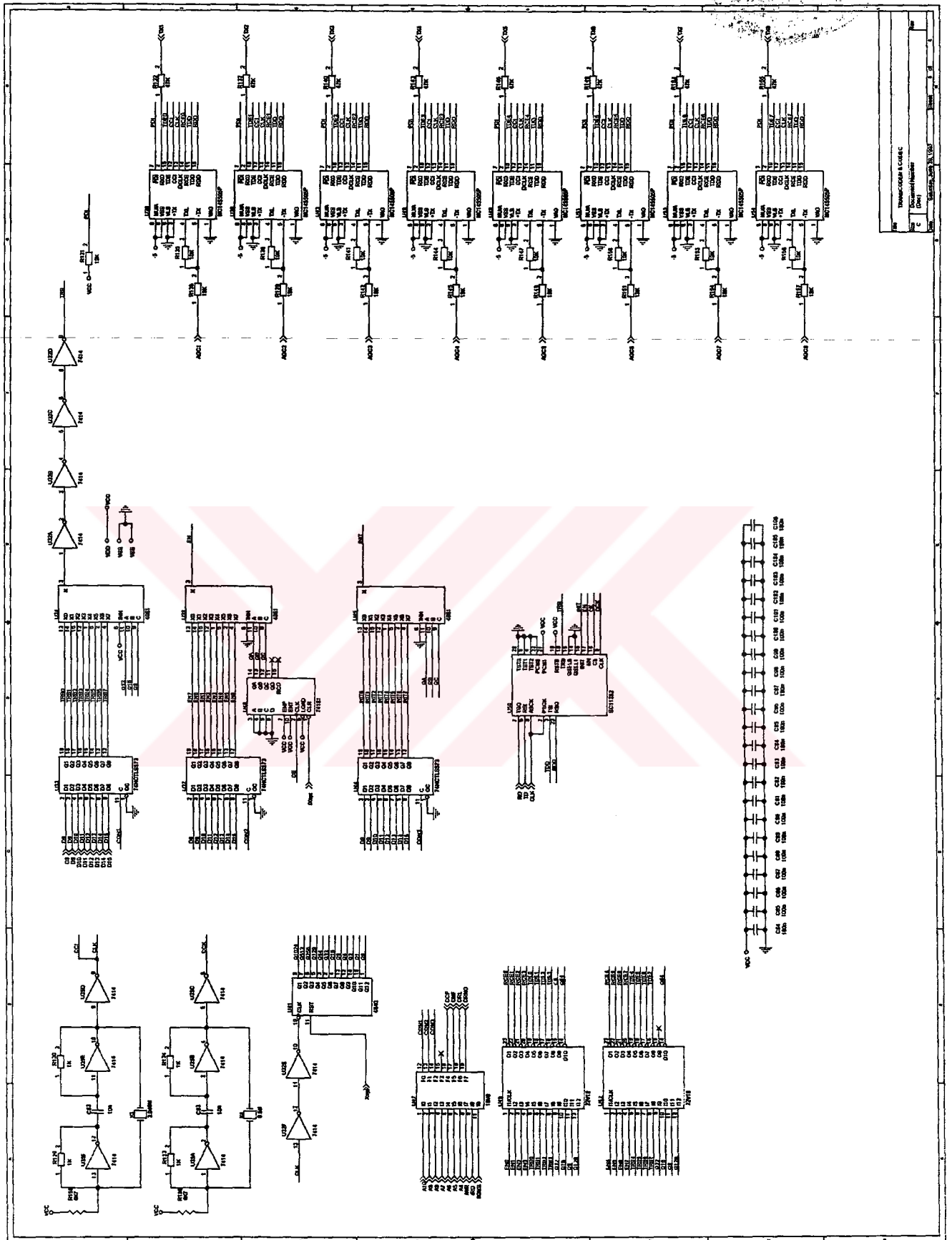
DAA devresinde, zil sinyali çıkışı (0-5V DC), hat rölesi ve çift yönlü veri bağlantısı için işlemsel yükselteçli devrelerin yanında izolasyon için hat trafosu mevcuttur. DAA devresinin şeması şekil'de verilmektedir.



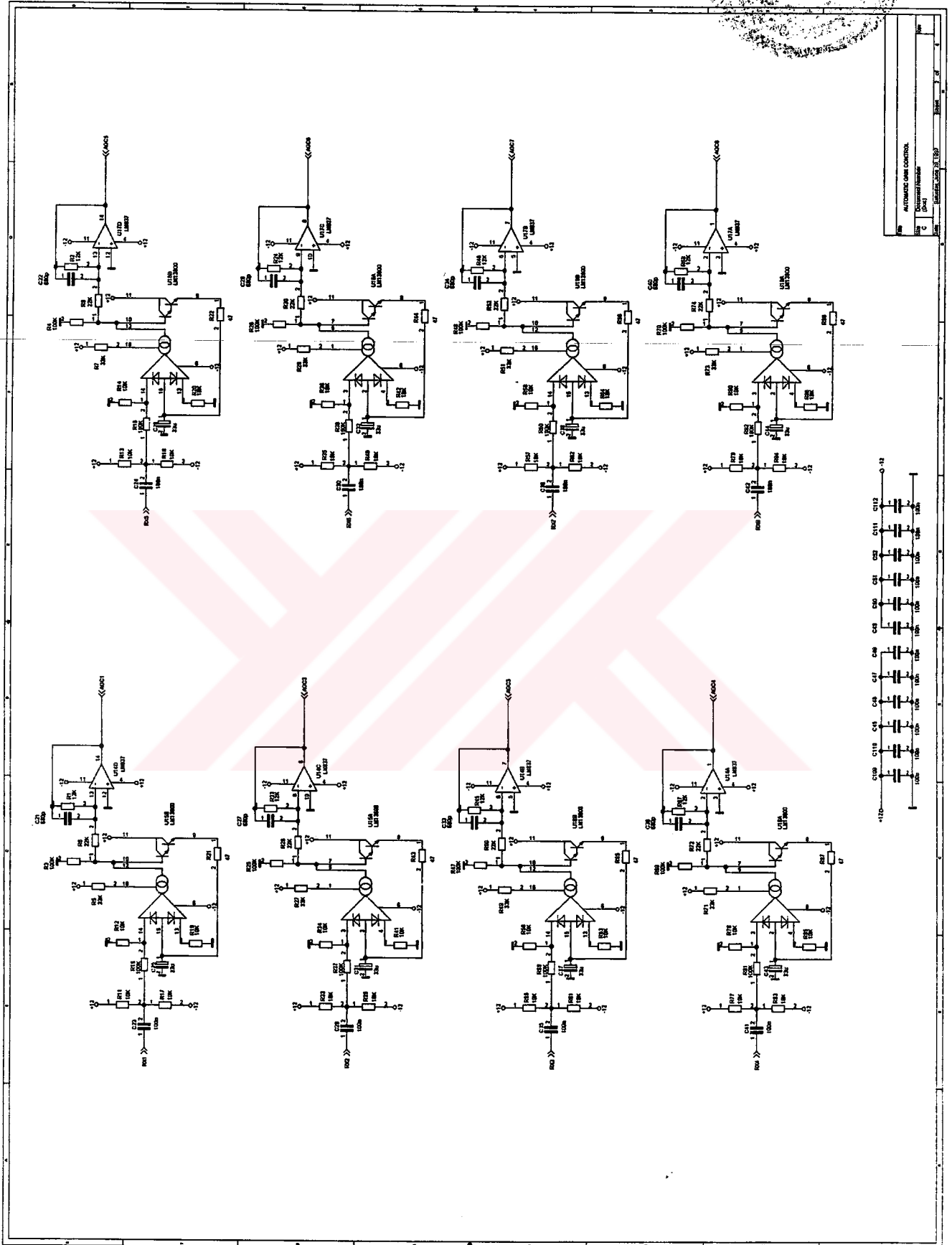
Şekil 4.11. DAA devresinin şeması.

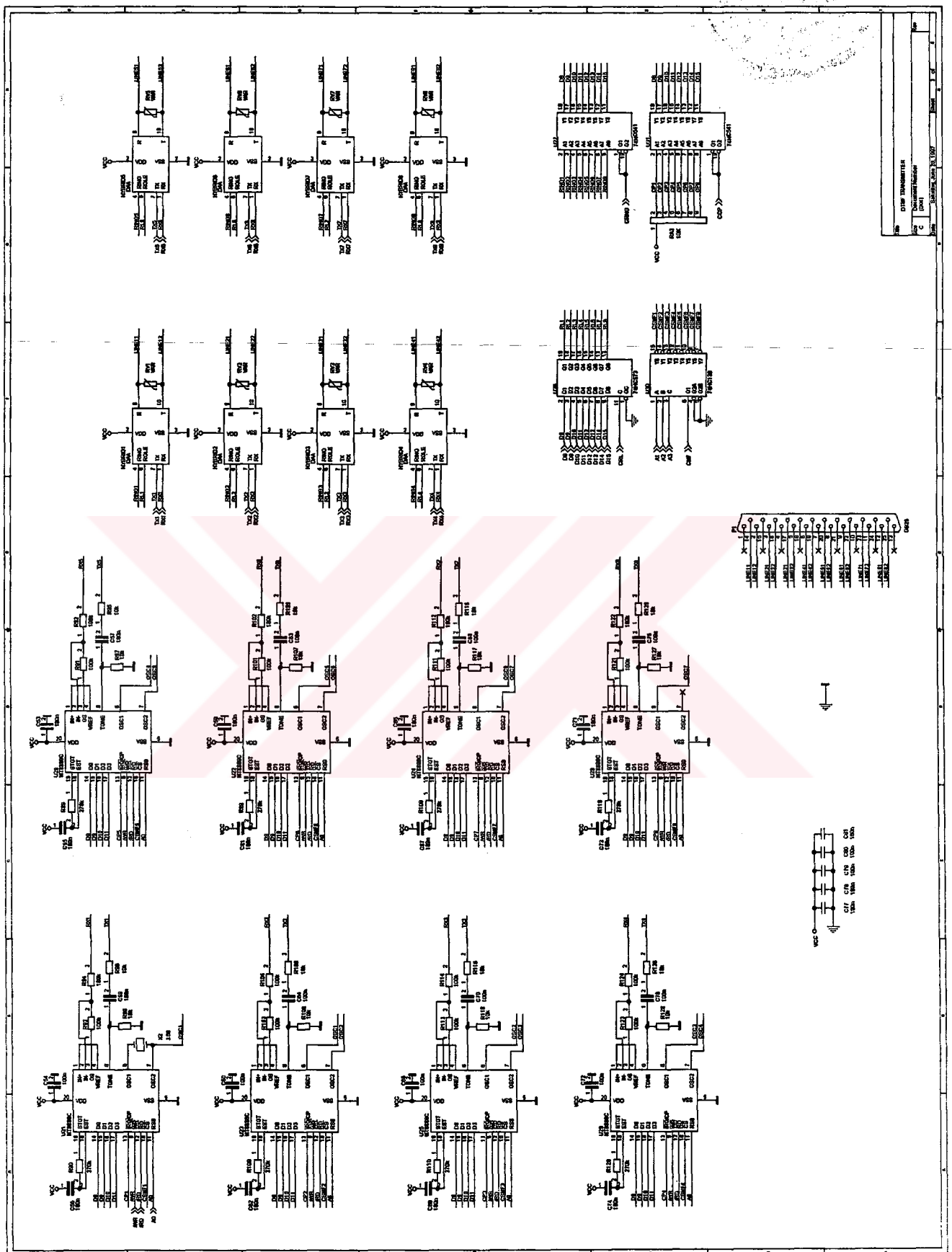


Şekil 4.12.A) Sistem şeması A.

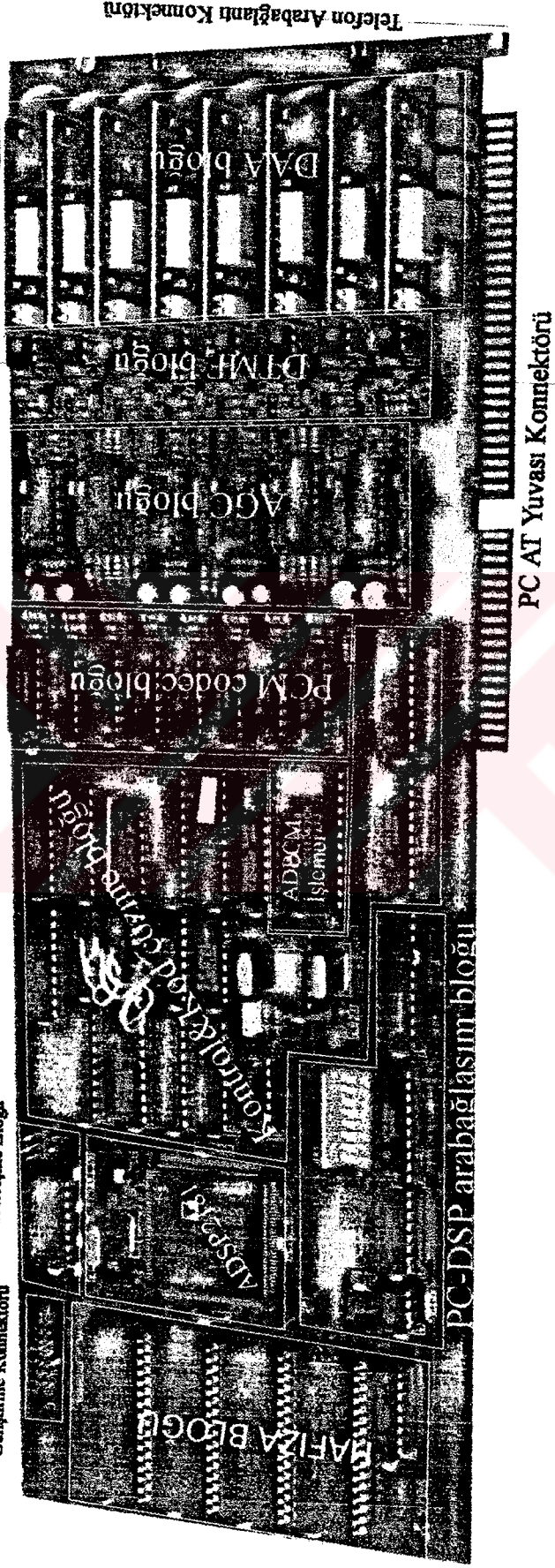


Şekil 4.12.B) Sistem şeması B.

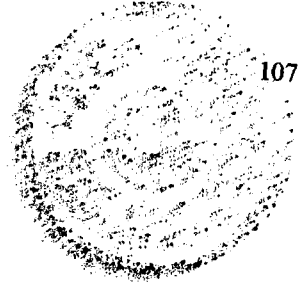
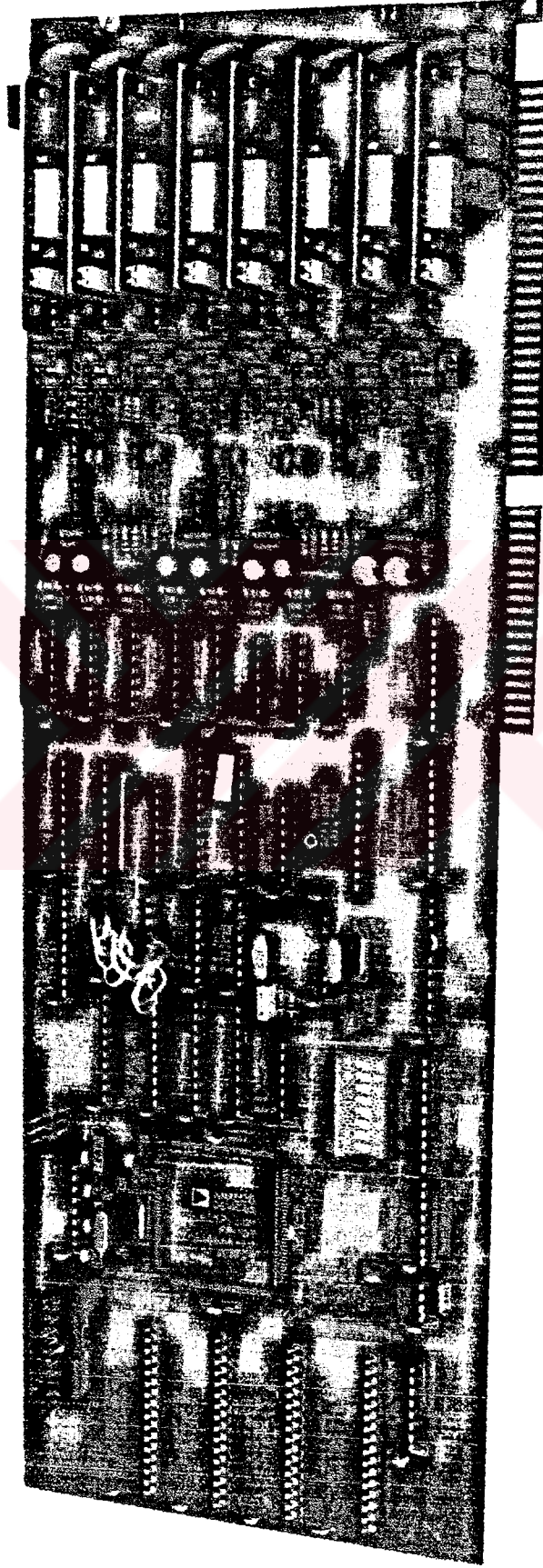




Şekil 4.12.D) Sistem şeması D.



Şekil 4.13.A) Sistem Kartının fotoğrafı (bloklar işaretlenmiştir).



Şekil 4.13.B) Sistem fotoğrafı.

## 5. TELEFONLU CEVAP SİSTEMİ PROTOTİP GELİŞTİRMESİ

### 5.1 Giriş

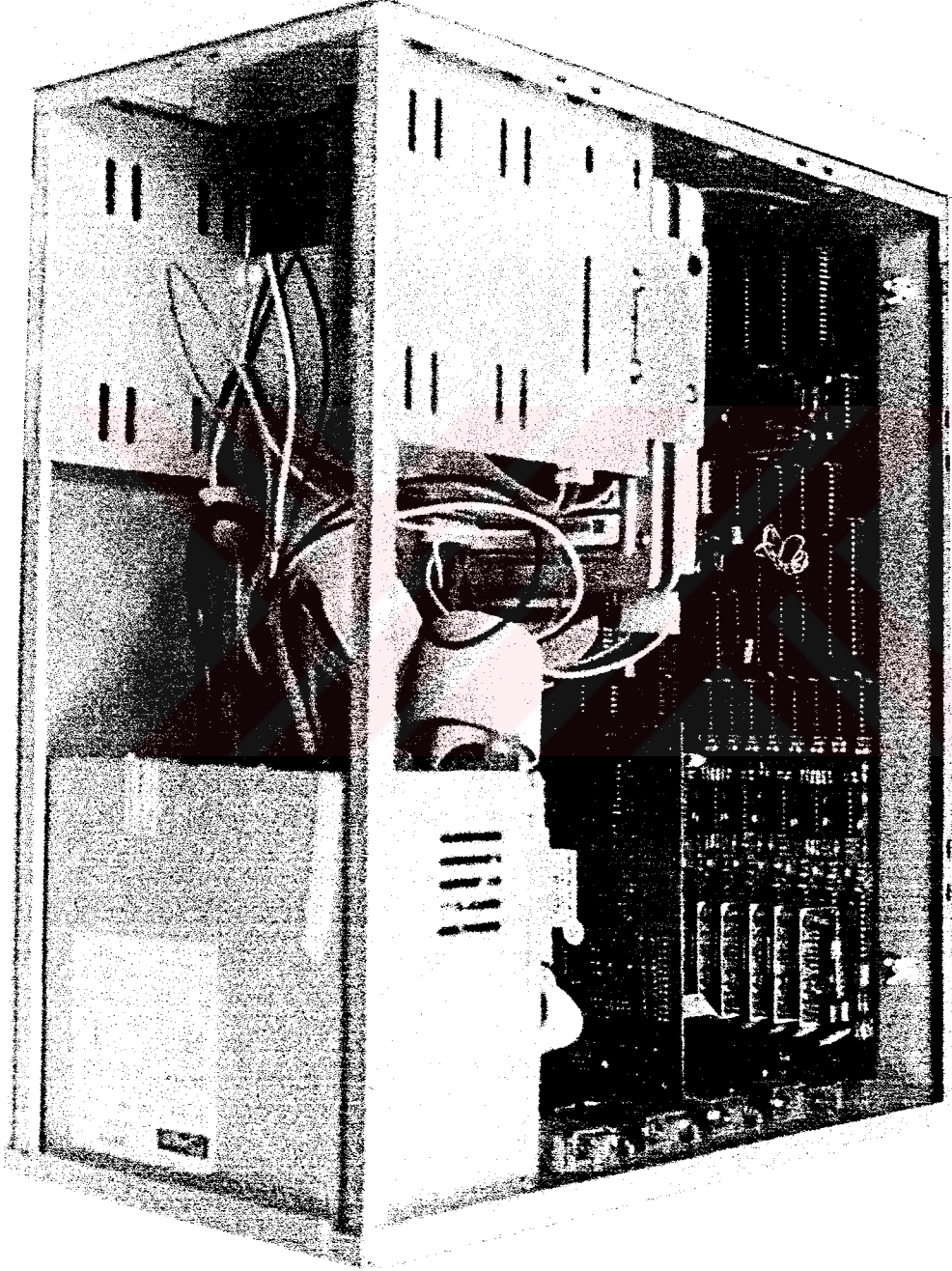
Bu bölümde, telefonlu cevap sistemi prototipinin geliştirilmesi üç kısımda anlatılmıştır. Birinci kısımda prototipin geliştirilmesi için gerekli teçhizat açıklanmıştır. Bu teçhizat, kart PCB tasarımı için yazılımı ve güçlü bir PC kart tasarımından sonra sistemin adım adım testi ve geliştirilmesi için ise ADSP2181 geliştirme setidir.

Prototip kartın baskı devre tasarımı ORCAD 6.10 for Win'de yapılmıştır. İkinci kısımda bu program yerine PCB tasarımındaki sınırlayıcı koşullar, problemler ve bunların nasıl aşıldığı açıklanmıştır.

Son kısımda, ADSP2181 geliştirme sisteminin genel özelliklerinden bahsedilerek sistem devre bloklarının çalıştırılması ve testi anlatılmıştır.

### 5.2 Sistem Prototipinin Geliştirilmesi için Gerekli Donanım

Prototipin geliştirilmesi, başlangıcında düşünülen sistemin önce genel özellikleri açıklanmıştır. Bu genel özelliklerden sonra. Tanımlanan işlemleri yapacak bloklar belirlenmiştir. Telefonlu cevap sisteminde telefon bağlantısında tek hat için DTMF numara belirleme, hat bağlantı (DAA) bloğu, ses gönderme alma için PCM codec'ler ve sinyal seviyelerinin otomatik ayarlanması için AGC devresi ve en son da hattan alınan sinyallerin ADPCM kodlanması için ADPCM işlemci blokları oluşturulmuştur. Kaba olarak belirlenen bu blokların aynı anda aktif 8 kanal işlem yapması için hızlı bir işlemci seçilmesi gerekmiştir. Bu işlemci için, başlangıçta donanım ağırlıklı fonksiyon bloklarını, ileriki sistem geliştirmesinde yazılım ağırlıklı hale getirebilmek için DSP kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 5.1. Bilgisayara takılmış Telefonlu Cevap Sistemi.

Yukarıdan da anlaşılaçağı üzere, telefon devrelerinin geliştirilmesi için bir aktif telefon hattı ve ölçü aletleriyle (woltmetre ve osiloskop) protoboord üzerinde geliştirilmiştir.

Sistem kontrolünü sağlayan DSP donanım yazılım geliştirilmesi için ADSP2181 geliştirme seti kullanılmıştır.

ADSP2181 geliştirme seti ve PCB tasarımı için güçlü bir PC (P133) kullanılmıştır. Ayrıca ADSP2181'in geliştirme yazılımının yanında PCB tasarımı için ORCAD 6.10 şematik, PCB ve ileri oto çizici yazılımları kullanılmıştır. Tüm bu setlerin yanında hızlı olarak bilgiye ulaşmak için (katalog bilgileri, donanım bilgileri, sistemin güncel kullanımı, kaynak araştırması vs...) yoğun olarak Internetten yararlanılmıştır.

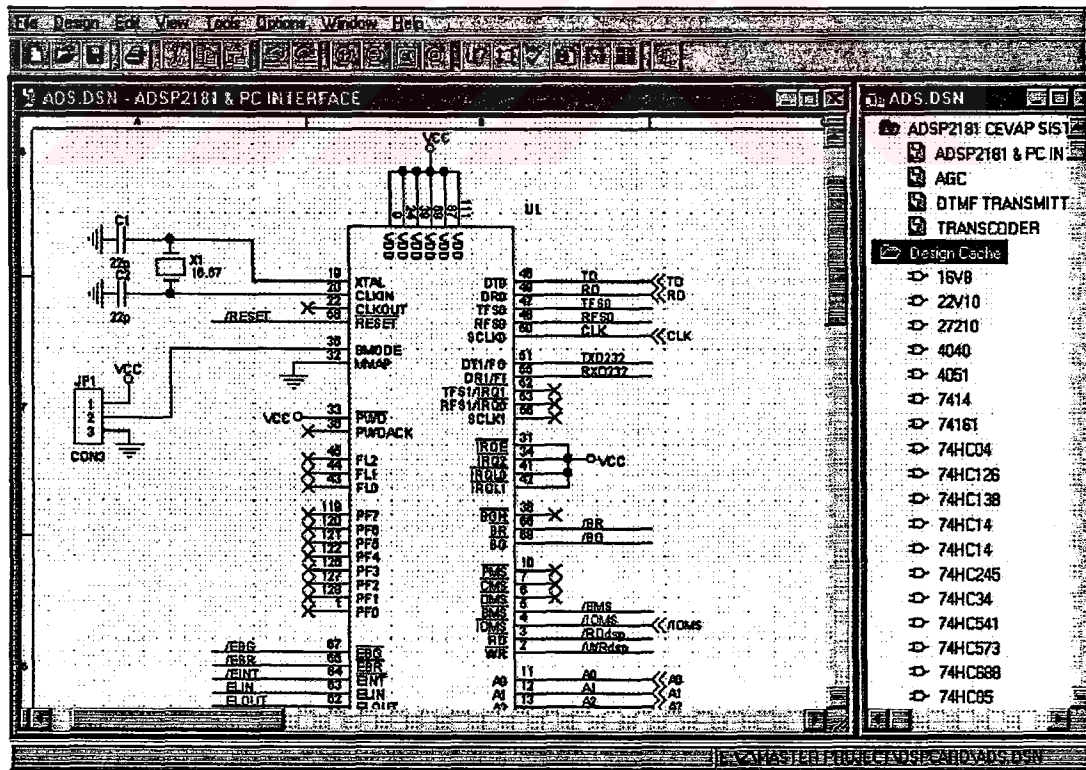
### 5.3. Prototip Kartın PCB Tasarımı

Fonksiyon bloklarının deney kartı üzerinde kurularak testlerinden sonra PCB tasarımı yapılmıştır. Bazı alt blokların yoğun bağlantı içermesi ve uygulama notlarının yeterli olması nedenleriyle direk PCB'ye geçilmiştir. Baskı devre tasarımında, ORCAD komple çizim seti kullanılmıştır. Bu set, Şematik programı, Simülasyon programı Baskı devre programı ve İleri Otomatik çizme programlarını içermektedir,

Burada PCB tasarımını anlatmadan, sınırlayıcı faktörlere kısaca değinilmiştir. Bu sınırlayıcı faktörler;

- PC prototip kart boyutu
- Prototip kart boyutu nedeniyle hibrid kullanımı
- 128 pin, PQFP kılıf yüzey monteli teknoloji kullanma zorunluluğu
- Yüksek hızlı sayısal ve analog kısımların bell, bir düzende ayrı bölgelerde yerleştirilmesi

- Belli konnektörlerin; ISA veri yolu, EZ-ICE portu, G/Ç portunun standart ve uygun yerleştirilmesi
- Güç yollarının belli yapılarda çizilmesi, analog ve sayısal topraklamanın özenle tasarlanması gerekliliği
- Sayısal ve analog entegrelerde, ani güç geçişlerini absorbe etmek için filtre kondansatör kullanılması ve bu kondansatörlerin en kısa yoldan ve giriş üzerinden entegreye bağlanması
- Karttaki komponent yoğunluğu ve içiçe kullanılan sayısal ve analog kısımlar nedeniyle güç hatlarını (VCC ve GND) ayrı arayüzlerde yapılması ve bu nedenle çok katlı ve üstü arayüz kullanma zorunluluğu
- Harici etkiler için yeşil baskı
- Montaj kolaylığı için referans numaralarının komponent yüzeyine ayrıca basılması



Şekil 5.2. Sistemin şematik tasarımı.

- Kart üzerinde sökölüp takılan elemanlar için soket kullanılması
- Harici konnektörlerin iyi iletken malzeme ile kaplanması

Bu sınırlayıcı faktörlerin belirlenerek geliştirmede kullanılması iyi bir araştırmanın yanında tecrübe de gerçekleştirmektedir.

Baskı devrenin açıklanması şu aşamaları içerir;

#### 1. şematik Çizim

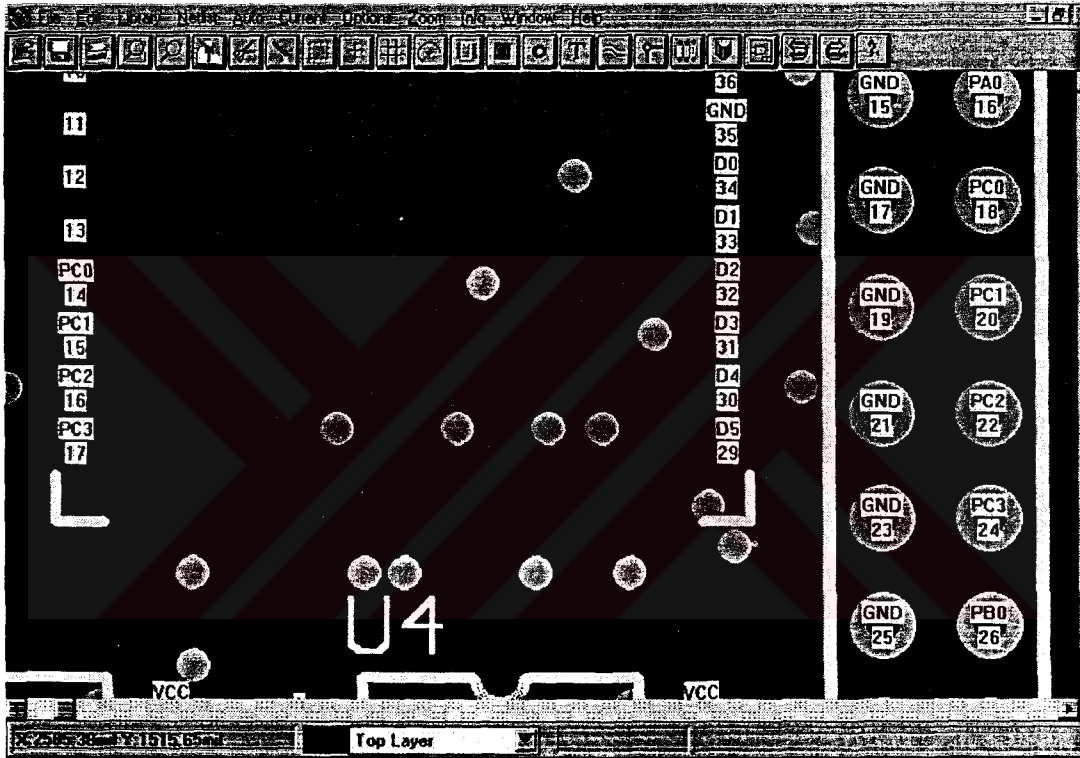
- a) Ana ve alt blokların bağlantı modelleriyle çizilmesi,
- b) Baskı devre çiziminde entegre kılıflarının belirtilmesi,
- c) Baskı devre çiziminde belli yolların özelliklerinin girilmesi,
- d) Komponentlerin referans numaralarının verilmesi,
- e) Tüm bağlantıların otomatik kontrolü ve düzeltilmesi,
- f) PCB'ye geçiş için NETLIST dosyasının üretilmesi,

#### 2. Baskı Devre Tasarımı

- a) PCB çizim özelliklerinin set edilmesi (kat, yat kalınlığı vs..)
- b) Kartın dış çerçevesinin çizilmesi
- c) Kartın yol çizim bölgelerinin belirlenmesi
- d) Konnektörlerin (G/Ç, ISA veri yolu, EZ-ICE) yerleştirilmesi
- e) Sayısal ve analog devreleri ayırarak en uygun formda yerleşiminin yapılması
- f) Belirlenen faktörlere göre güç bağlantılarının ileri oto çizici programla çizilmesi, kontrolü ve düzeltilmesi,
- g) Tüm yolların blok blok ve tümünden çizdirilmesi, ekriklerin düzeltilmesi,
- h) Bağlantı kontrolü (programla ve gözle),
- i) Yazıcı çıkışı alınarak tüm katların kontrolü ve son düzeltmeler
- j) Gerber formatla çıkış dosyalarının oluşturulması

Bu aşamalardan sonra, gerber formattan çok katlı baskı devre fabrikada basılır. 4 kat ve üzeri katlarda, kartı işleyen makinalar çoğunlukla gerber format kullanmaktadır. Baskı devrenin imalinden sonra tekrar bir kontrol gerekmektedir. Son kontrolden sonra baskı devre kullanılabilir.

Sıra yerleşimdedir, yoğun kartlarda, bu kartta olduğu gibi blokları tek tek test ederek montaj veya montajdan sonra blokların testine sıra gelir. Montajda prototip sistem için soket kullanımına özen gösterilmiştir. Özellikle ADSP2181 PQF entegrenin montajı güçtür. En uygunu mercek veya kamera sistemi vasıtasıyla montajdır. Çünkü pin sayısında 128 pin, elle montaj için yüksek ve pinler arası 0.87mm boyutu çok küçüktür.



Şekil 5.3. Sistemin PCB tasarımı.

## 5.4. Sistemin Testi ve Çalıştırılması

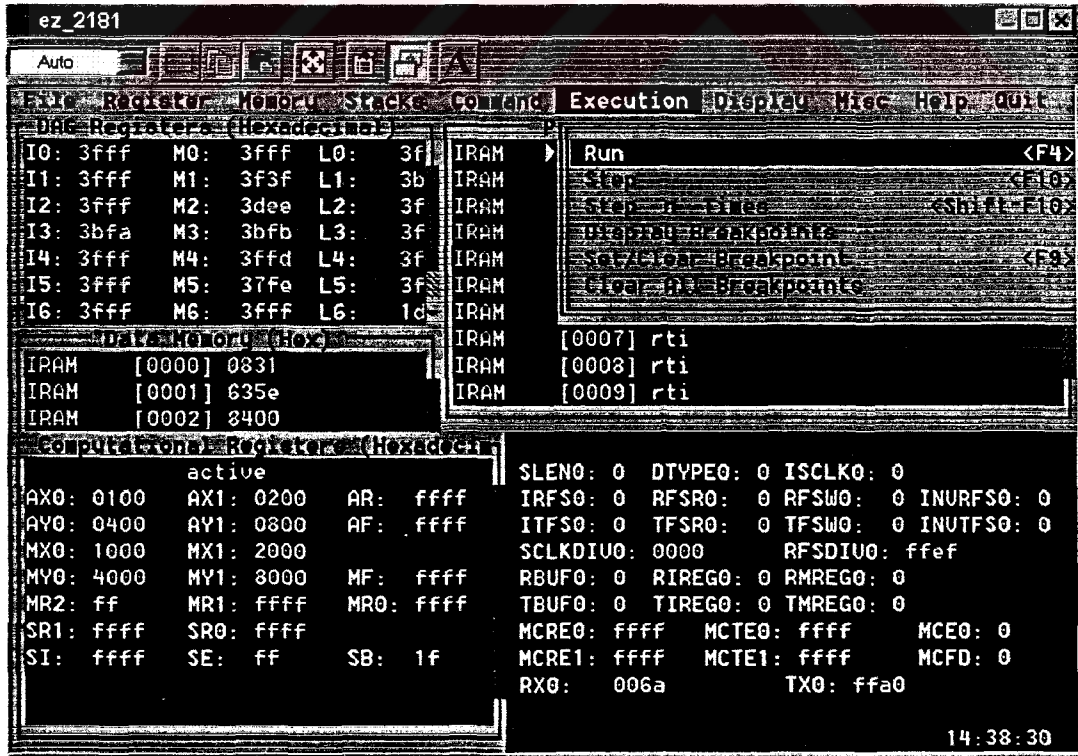
Sistemin içerdiği bloklar ve bu blokların ayrıntılı açıklamaları Bölüm 3'te verilmiştir. Bu kısımda bu blokların test edilmesi açıklanmıştır. DSP tabanlı bir sistem olan telefonlu cevap sisteminin, ADSP2181 EZ-ICE konnektörü üzerinden ADSP2181 komple geliştirme seti kullanılarak test edilmiş ve çalıştırılmıştır.

ADSP2181 geliştirme seti, seri port üzerinden PC'ye ve EZ-ICE konnektörü üzerinden hedef Telefonlu Cevap Sistemine bağlıdır, PC

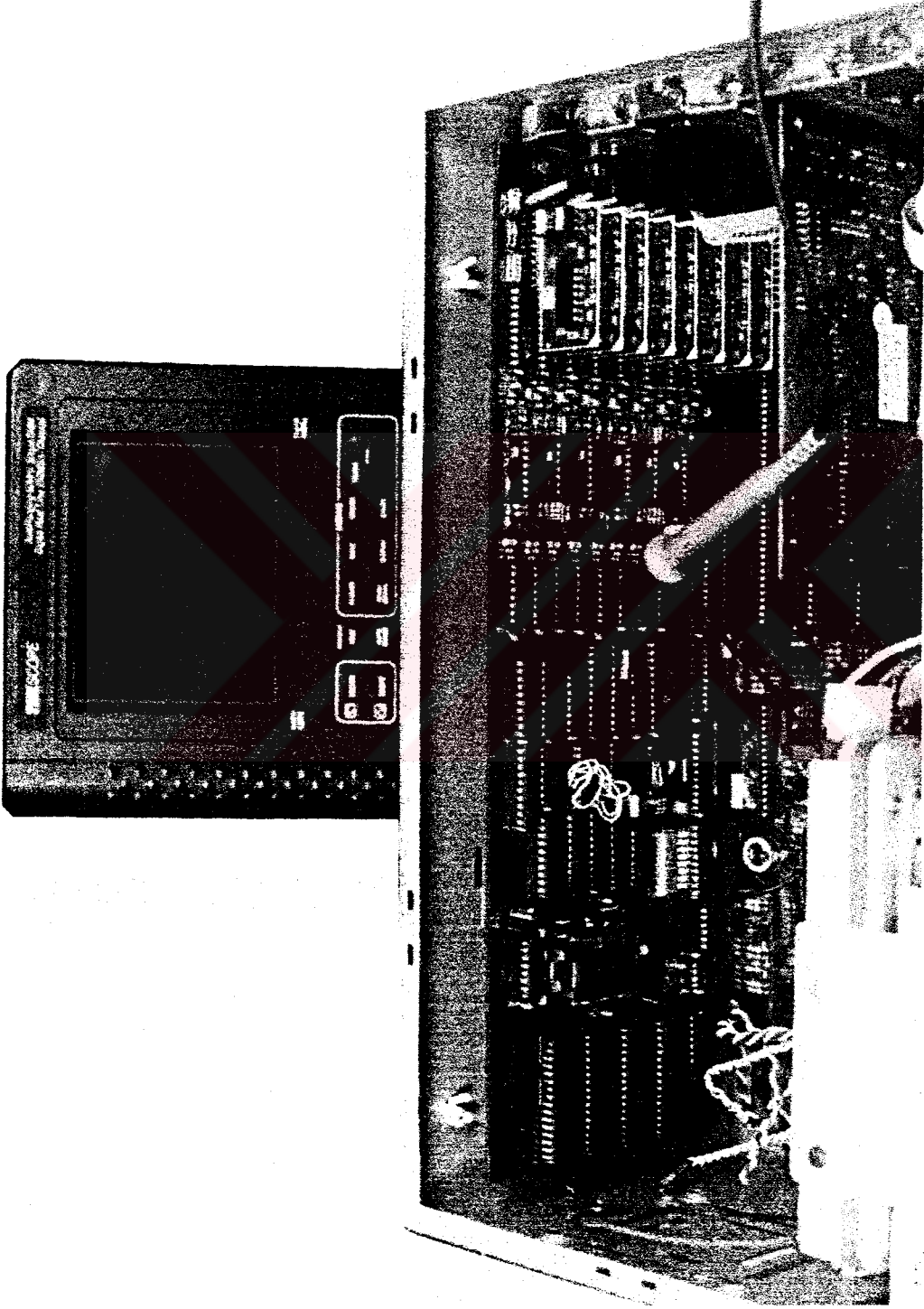
üzerinden emülasyon programı sayesinde gerçek zamanlı olarak sistem kontrolü sağlanmaktadır.

Test yazılımı önce C veya Assembler olarak editörde yazılmaktadır. Yazılan bu kod için, bir hedef sistem tanımlanması gerekmektedir. Tanımlanan bu hedef sisteme göre kod için exe programı oluşturulmaktadır. Emülatör program üzerinden bu exe program geliştirme sistemine aktararak çalıştırılmakta ve PC üzerindeki emülatör programıyla gerçek zamanlı kontrol sağlanmaktadır. EZ-ICE geliştirme konektörü sayesinde hedef sistemdeki DSP'nin yerini geliştirme seti almaktadır. Emülatör programı üzerinden tüm DSP içerikleri PC üzerinden anında izlenmektedir. Adım adım çalıştırma fonksiyonu sayesinde her komutun DSP içeriklerini nasıl değiştirdiği gözlenebilmektedir.

Bu geliştirme sistemi harici olup, tüm DSP fonksiyonlarını hedef sistem üzerinde çalıştırma ve test etme imkanı sağlamaktadır. Kod yazımı için assembler yanında C derleyici de yazılım paketinde mevcuttur. Ayrıca işaret



Şekil 5.4. ADSP2181 Geliştirme seti programı.



Şekil 5.5. Sistemin osiloskopa testi.

işleme ve değişik fonksiyonlar yazılım kütüphanesinde mevcut olup, direk kullanılabilir.

Tüm bunlara, ADSP'nin yazılım geliştirme kolaylığı ve tek komut satırında fazla işlem kabiliyeti ektir. Bu kadar yetenekli olan DSP'nin programlanması içinde DSP'nin iç yapısının ve özelliklerinin iyi bilinmesi şarttır.

PC-DSP arabirimi bloğuyla ilgili ayrıntılı bilgi bölüm 4'te IDMA işlemleri bahsinde anlatılmıştır. PC tarafından bir deneme programı DSP'ye yüklenmiş, yükleme esnasında, kontrol sinyalleri lojik prop ve osiloskopla incelenerek test edilmiştir. Kontrol sinyallerinin doğru olarak üretildiği gözlenmiştir.

Hafıza Bloğunun testinde, ADSP2181 geliştirme seti kullanılarak hafızaya sabit değerler yazılmış ve aynı değerler tekrar okunmuştur. Aynı zamanda hafıza bloğunu oluşturan entegrelerin kontrol sinyalleri, osiloskopla incelenmiş, okuma/yazma esnasında kontrol sinyallerinin doğru üretildiği görülmüştür.

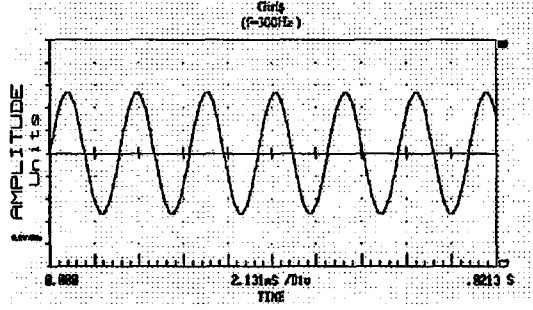
Telefon devrelerinde; DAA, AGC, DTMF blokları bazı özel yapım santrallerde çalışan, denenmiş devrelerdir. Aynı zamanda entegrelerin uygulama notlarında kataloglarında mevcuttur. Telefon devrelerinde en önemli kısım PCM ve ADPCM bloklarının çalıştırılmasıdır. Yazılımla sürülen bu devreleri otomatik olarak kontrol ve kod çözme devresi çalıştırır. Kontrol ve kod çözme bloğunun çalışması ve zamanlaması bölüm 4'te ayrıntılı açıklanmıştır. Bu devre bloğunda, üretilen kaynak frekanslar, bu frekansların bölünmesiyle elde edilen otomatik seçme sinyalleri ve yazılımla sürülen sinyaller osiloskopla gözlenmiştir.

Burada yazılan bir test programı ve PCM codec'lerden birine uygulanan test sinyaline karşılık farklı diğer bir kanaldan alınan çıkış incelenmiştir. PCM ve ADPCM bloklardan oluşan ses devreleri; 8kHz örnekleme frekansına sahip ve 3kHz bant sınırlıdır. Görülmüştür ki; 3kHz'e kadar sinyaller bozulmadan tekrar elde edilmiş, 3kHz'in üzerine çıkıldığında 8kHz örnekleme frekansından dolayı çıkış sinyalinde bozulmalar gözlenmiştir (Şekil 5.6).

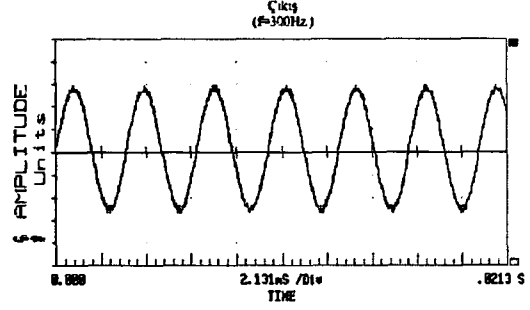
8kHz örnekleme frekansı, konuşma bant aralığı için yeterlidir, anlaşılır ve tanınan kalitede ses tekrar elde edilebilmektedir. Bunun yanında analog alınan sinyal; önce PCM biçime daha sonrada ADPCM biçime dönüştürülmüş ve DSP hafızasına saklanmıştır. Aynı ters dönüşümde bu biçimdeki dönüşümün başarılı netice verdiği görülmüştür.

Ölçümlerde el tipi sayısal osiloskop kullanılmış, istenen ölçüm sonuçları seri port üzerinden PC'ye gönderilerek elde edilen veriler çizilmiştir.

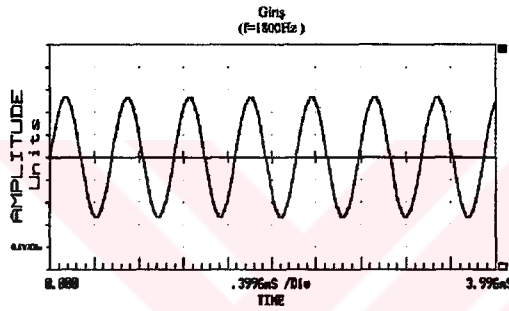




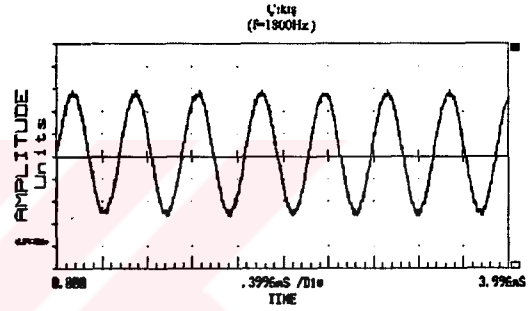
a.1. 300Hz giriş sinyali.



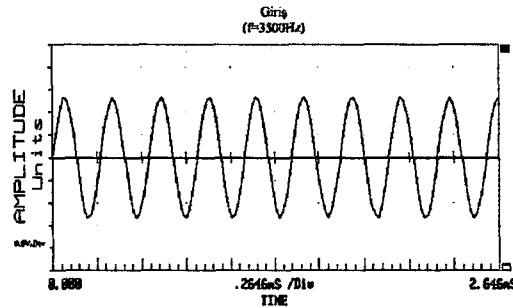
a.2. 300Hz için çıkış sinyali.



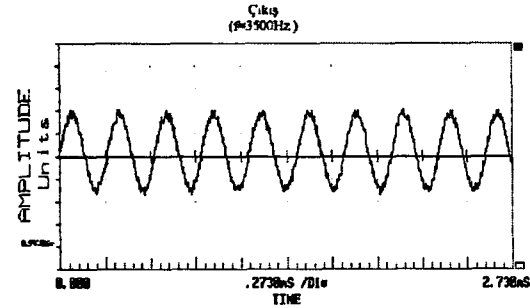
b.1. 1800Hz giriş sinyali.



b.2. 1800Hz için çıkış sinyali.



c.1. 3500Hz giriş sinyali.



c.2. 3500Hz çıkış sinyali.

Şekil 5.6. Sistemin ses bloğu test sonuçları (a.1. 300 Hz giriş sinyali, a.2. 300Hz girişe ait çıkış sinyali, b.1. 1800 Hz giriş sinyali, b.2. 1800Hz girişe ait çıkış sinyali, c.1. 3500 Hz giriş sinyali, c.2. 3500Hz girişe ait çıkış sinyali – Ölçümlerdeki Giriş AGC4, Çıkış ise TX1'dir {Şekil 4.12.B}).

## Telefonlu Cevap Sistemi ADSP2181 Test Programı

```
.module/RAM/ABS=0    DTMF;
.include <..\system.k>;
{*****
*
* Variables
*
*****}

.VAR/DM  StateFlag;
.var/dm/ram/circ      rx_buf[32];    /* Status + L data + R data */
.var/dm/ram/circ      tx_buf[32];    /* Cmd + L data + R data   */
.var/dm/ram/circ      init_cmds[13];
.var/dm               stat_flag;

{*****
*
* Interrupt vector table
*
*****}

    jump start; rti; rti; rti;    {00: reset }
    rti;      rti; rti; rti;    {04: IRQ2 }
    rti;      rti; rti; rti;    {08: IRQL1 }
    rti;      rti; rti; rti;    {0c: IRQL0 }
    jump output_samples;        {10: SPORT0 tx }
        rti; rti; rti;
    jump input_samples;         {14: SPORT0 rx }
        rti; rti; rti;
    rti;      rti; rti; rti;    {18: IRQE }
    rti;      rti; rti; rti;    {1c: BDMA }
    rti;      rti; rti; rti;    {20: SPORT1 tx or IRQ1 }
    rti;      rti; rti; rti;    {24: SPORT1 rx or IRQ0 }
    rti;      rti; rti; rti;    {28: timer }
    rti;      rti; rti; rti;    {2c: power down }

{*****
*
* ADSP 2181 intialization
*
*****}

start:
    { shut down sport 0 }
    ax0 = b#0000100000000000; dm (System_Control_Reg) = ax0;

{ restores monitor timer handler. }
    i7 = 0x3fe8;
    ar = pm (i7, m7);          { px implicit }
    i7 = 0x28;
    pm (i7, m7) = ar;
```

```

i5 = ^rx_buf;
l5 = %rx_buf;
i6 = ^rx_buf+21; { tx olacak }
l6 = %rx_buf; { tx olacak }
i3 = ^init_cmds;
l3 = %init_cmds;

```

```

m1 = 1;
m5 = 1;

```

```

{===== SERIAL PORT #0 STUFF =====}

```

```

ax0 = b#0000110011010111; dm (SPORT0_Autobuf) = ax0;
{ |||!|-/!|-/!|+- receive autobuffering 0=off, 1=on
  |||! | | |+- transmit autobuffering 0=off, 1=on
  |||! | | |+---- | receive m?
  |||! | | | | m5
  |||! | | | | +----- ! receive i?
  |||! | | | | ! i5
  |||! | | | | !
  |||! | | | | +===== | transmit m?
  |||! | | | | | m5
  |||! | | | | +----- ! transmit i?
  |||! | | | | ! i6
  |||! | | | | !
  |||! | | | | +===== | BIASRND MAC biased rounding control bit
  |||! | | | | +----- 0
  |||! | | | | +----- | CLKODIS CLKOUT disable control bit
  |||! | | | | +----- 0
}

```

```

ax0 = 0xFF; dm (SPORT0_RFSDIV) = ax0;
{ RFSDIV = SCLK Hz/RFS Hz - 1 }
ax0 = 0; dm (SPORT0_SCLKDIV) = ax0;
{ SCLK = CLKOUT / (2 (SCLKDIV + 1) ) }
ax0 = b#0000000100000111; dm (SPORT0_Control_Reg) = ax0;

```

```

ax0 = b#1111111111111111; dm (SPORT0_TX_Channels0) = ax0;
{ ^15 00^ transmit word enables: channel # == bit # }
ax0 = b#1111111111111111; dm (SPORT0_TX_Channels1) = ax0;
{ ^31 16^ transmit word enables: channel # == bit # }
ax0 = b#1111111111111111; dm (SPORT0_RX_Channels0) = ax0;
{ ^15 00^ receive word enables: channel # == bit # }
ax0 = b#1111111111111111; dm (SPORT0_RX_Channels1) = ax0;
{ ^31 16^ receive word enables: channel # == bit # }

```

```

{===== SYSTEM AND MEMORY STUFF =====}

```

```

ax0 = b#0001000000000000; dm (System_Control_Reg) = ax0;
{ +-/!||+-----/-/- | program memory wait states
  | ||| | 0
  | ||| |

```

```

| |||+----- 0
| |||      0
| |||      0
| |||      0
| |||      0
| |||      0
| |||      0
| |||      0
| |+----- SPORT1 1=serial port, 0=FI, FO, IRQ0, IRQ1,..
| |+----- SPORT1 1=enabled, 0=disabled
| +===== SPORT0 1=enabled, 0=disabled
+----- 0
      0
      0
}

```

```

ifc = b#00000011111111;    { clear pending interrupt }
nop;

```

```

icntl = b#00010;
{  |||+ | IRQ0: 0=level, 1=edge
  |||+- | IRQ1: 0=level, 1=edge
  ||+-- | IRQ2: 0=level, 1=edge
  |+--- 0
  |---- | IRQ nesting: 0=disabled, 1=enabled
}

```

```

mstat = b#1000000;
{  |||||+- | Data register bank select
  |||||+- | FFT bit reverse mode (DAG1)
  |||+--- | ALU overflow latch mode, 1=sticky
  ||+---- | AR saturation mode, 1=saturate, 0=wrap
  ||+---- | MAC result, 0=fractional, 1=integer
  |+----- | timer enable
  +----- | GO MODE
}

```

```

imask = 0x060;

```

```

{-----
-
- command loop.
-
-----}

```

```

again: { any thing from host ?}

```

```

    ena ints;

```

```

here:

```

```

{ has something }

```

```

    AY0=0x7FFF;{*****}

```

```

    DM(0x3FFE)=AY0;

```

```

AY0=0xf8;
IO(1024)=AY0; {TRB}

```

```

AY0=0x3f; {ENA}
IO(512)=AY0;

```

```

AY0=0x00; {INIT}
IO(256)=AY0;

```

```

AY0=IO(128); {CCP}
AY0=IO(64); {CMF}
AY0=0x55;
IO(32)=AY0; {CRL}
AY0=IO(16); {CRNG}

```

```

jump here;

```

```

{-----}
-
- SPORT0 interrupt handler
-
{-----}

```

```

input_samples:

```

```

    rti;
    AX0=RX0;
    DM(I5,M5)=AX0;      { use shadow register bank }
    nop;
    nop;
    nop;
    rti;

```

```

output_samples:

```

```

    rti;
    AX0=RX0;
    DM(I5,M5)=AX0;      { use shadow register bank }
    nop;
    nop;
    nop;
    rti;

```

```

{-----}

```

```

irq1_isr:

```

```

    pop sts;
    ena timer;      { start timer now }
    rts;            { note rts }

```

```

.endmod;

```

Şekil 5.7. Test Programı. Bu test programı 8 hatlı PCM ve ADPCM bloklarını test etmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aynı zamanda ticari bir sistem olan ve bilgisayar ortamında çalışan Telefonlu Cevap Sistemi, telefon hattını çağrı geldiğinde açarak önceden kaydedilmiş mesajları okur veya hattın mesajları kaydeder, DTMF tonları algılar ve üretir. Bu özellikleri sayesinde sistemi, telesekreterden, ürün tanıtımına, otomatik rezervasyondan, telefonlu uzaktan kontrole kadar bir çok uygulamada kullanmak mümkündür.

İlk Telefonlu Cevap Sistemlerinde, telefon hattından mesaj kaydı ve mesaj okuma manyetik bantlarla yapılmaktaydı. Bunlar, sayısal santrallerle aşılmış olmasına rağmen, cevap sistemi özelliklerine sahip santral fiyatları da yüksektir. Bu nedenlerle PC üzerinde gerçekleştirilen Telefonlu Cevap Sistemi, hem işlev ve kullanım, hem de fiyat olarak avantajlar sağlamaktadır. PC sabit diskinin; veri saklama güvenilirliği, artan hızı ve düşen fiyatı göz önüne alındığında, manyetik bantlara veya son teknoloji hafıza entegrelerine nazaran daha uygundur. İlk sistemlerin yanında, geliştirilen sistemin; mevcut sistemlerde incelendiğinde avantajlı ve dezavantajlı yönleri vardır. Bunlar:

- DSP tabanlı telefon kartları genelde 4 hatlıdır, bu çalışmada 8 hatlı yapılmıştır.
- 4 hatlı sistemlerde çoğu işlem yazılımla gerçekleştirilmekte olup, bu sistemde 8 hatta ait işlemler donanım ağırlıklı yapılmıştır.
- Mevcut sistemlere ek olarak DTMF kod belirlemenin yanında, DTMF kod üretme özelliğine sahiptir.
- Mevcut sistemlerde hat sinyallerinin tesbiti yokken, bu sistemde eklenmiştir (call progress tones - çağrı koterılma tonları).
- Ek olarak PCM girişinde AGC donanımı vardır.
- Ek olarak yüksek bellek (dahili 80kB, harici 512kB) vardır.
- PC arabirimi, DSP'nin 16bit Host portu üzerindendir.

- Ek olarak seri port (RS232) mevcuttur.
- ADPCM işlemci ile yüksek performanslı ses sinyal sıkıştırma sağlanmıştır.
- Mevcut sistemlerde yazılım desteği geniş olmasına rağmen, bu sistemde geliştirme devam etmektedir.

Sistem, Telefonlu Cevap Sistemi olarak tanıtılmasına rağmen, gereğinden fazla özelliklere sahiptir: DTMF ton üretimi, hat sinyallerinin belirlenmesi gibi. Tüm bu özellikleri sağlaması ve sekiz hatta ADPCM ses işlemleri için donanım ağırlıklı işlem blokları ile tasarlanmıştır. Bu da baskı devre kartının yoğun olmasına ve maliyetin artmasına neden olmuştur.

Günümüzde; Sayısal sistemlerde, programlamanın sağladığı esneklik, yüksek hız, hafıza gibi özellikler sayesinde bir çok uygulamayı gerçekleştirebilecek genel amaçlı sistemler revaçtadır. Uygulamanın konusunu seçtikten sonra o özel uygulamayı gerçekleştirmeyi sağlayan sistemler genelde mevcuttur (mesela genel amaçlı veri toplama sistemleri, genel amaçlı DSP kartları, mesaj sistemleri gibi). Sistem alındıktan sonra uygulamaya göre yapılan yazılımla proje ortaya çıkacaktır. Yazılım konusunda da çoğu işlem modülleri hazırdır. Kullanıcı veya sistem kurucusu genel amaçlı donanımla birlikte, bu yazılım modüllerini birleştirerek projeyi tamamlar. Özel durumlarda sürücü devre veya uygulama arabirimi donanımları tasarlamak gerekebilir, fakat genelde bu sürücü devreler mevcuttur.

Bu bağlamda, ürün geliştiren firmalar sadece donanım değil yazılım ve donanım sürücü modülleri ile piyasayı ele geçirmişler, kendi alanlarında teknolojinin lokomotif durumuna gelmişlerdir.

Bu tez çalışmasındaki amaç, gerçek zamanda kontrol, telekomünikasyon, bilgisayar gibi güncel ve hızla gelişmekte olan konularda bu ürünü ortaya koymak ve ileri ki çalışmalar için zemin oluşturarak, özel taleplere de cevap verebilecek alt yapıyı sağlamaktır. Yukarıda anlatıldığı

şekliyle, piyasa şartları ve üretici firmaların çalışmaları göz önüne alındığında bu tez çalışması için amaçlanan hedefe varılmıştır.

Hedef sistemle gerçekleştirilebilecek tüm uygulamalar, yazılım geliştirme tamamlandıktan sonra uygulamaya göre kart sadeleştirilebilecektir. Sistem, sıradan bir telefonlu cevap sistemi, olacaksa, daha az yoğun hatta yazılım ağırlıklı olması mümkündür.

Gerçekleştirilen sistemde maliyeti düşürmek, ek özellikler kazandırmak, devre tasarımını tekrar ele alarak bazı blokları ASIC hale getirmek mümkündür. Kod çözme ve kontrol devrelerini FPGA kullanarak tümleşik hale getirilmelidir. İşlem blokları, aynı özellikleri yazılım ağırlıklı olarak sağlamalıdır, fakat bu durumda kanal sayısı azalır veya kanal sayısı aynı kalmak şartıyla daha gelişmiş bir DSP donanımıyla yapılırsa fiyat artar. Ayrıca sistem CT uygulamalarındaki standardizasyonu yakalayarak, mevcut API desteğinden yararlanmalıdır.

Bu önerilenler sistemin daha geliştirilmesini amaçlamakta olup, bunun yanında sistemin piyasa gücünü de arttıracaktır.

## KAYNAKLAR

1. Analog Devices, ADSP-2100 Family User's Manual, Includes ADSP-2171 and ADSP-2181, Analog Devices, Third Edition, Canada, 1995.
2. Analog Devices, ADSP-2100 Family EZ-KIT Lite Reference Manual, Analog Devices, First Edition, Canada, 1995.
3. Analog Devices Application Note AN-415, ADSP2181 IDMA Interface to Motorola MC68300 Family of Microprocessors, Analog Devices, 1996.
4. Analog Devices Application Note AN-400, Considerations for Selecting a DSP Processor-Why Buy the ADSP2181?, Analog Devices, 1996.
5. Analog Devices, Digital Signal Processing Applications, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.
6. Analog Devices, DSP/MSP Products Reference Manual, Analog Devices, USA, 1995.
7. Dialogic White Paper, An Introduction to Computer Telephony, IEEE Communication Magazine, May 1996.
8. Edward A. Lee, Programmable DSP Architectures, IEEE ASSP Magazine, October 1988.
9. Kun-Shan Lin, Gene A. Frantz and Ray Simar, The TMS320 Family of Digital Signal Processors, PROCEEDING OF THE IEEE, Vol. 75, No. 9, September 1987.
10. Lewis C. Eggebrecht, Interfacing to the IBM Personal Computer, Second Edition, SAMS, 1990.
11. Mitel Semiconductor, Microelectronics Digital/Analog Communications Handbook, Issue 9, Mitel Corporation, Canada, 1993.

12. Motorola, Communications Device Data Book, Motorola Inc., 1995
  13. Nick Nance, The PC as Phone Hardware Specification, Flatiron Publishing, 1996.
  14. Richard J. Higgins, Digital Signal Processing in VLSI, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.
  15. Sierra Semiconductor, Standard Products Data Book, Sierra Semiconductor Corporation, September 1992.
  16. Willis J. Tompkins, John G. Webster, Interfacing Sensors to the IBM PC, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.
- 

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel

Soyad, Ad : YAVUZ, Aydın  
Doğum Tarihi, Yeri : 02/06/1970, Karamürsel  
Uyruğu : T.C.  
Evlilik Durumu : Evli, bir çocuk  
Mesleği : Mühendis  
Tel : (90) 262 6412300/3943  
Faks : (90) 262 6412300/3943  
e-mail : [ayavuz@mam.gov.tr](mailto:ayavuz@mam.gov.tr)  
Yabancı dil : İngilizce



### Eğitim

Lise : Kartal Teknik Lisesi, Makina Bölümü, 1984-1988  
Lisans : Yıldız Üniversitesi, Kocaeli Müh. Fak., Elektronik ve  
Haberleşme Bölümü, 1988-1992  
Yüksek Lisans : GYTE, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Elektronik Ana Bilim Dalı, Elektronik Bölümü, 1994-

### Üyelikler

Elektrik Mühendisleri Odası-Türkiye

### İş Tecrübesi

Kasım 1992 - : Araştırmacı, BODE Grubu  
Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi  
Temmuz 1989-Eylül1992 : Lisans için Yaz Stajları (yazları 3'er ay)  
Savronik Elektronik, STFA  
Temmuz 1989-Eylül1992 : Makina konusunda yazlık çalışma  
(yazları 3'er ay), Pendik Makina Parkı,  
STFA

## EK-1

# TELEFONLU CEVAP SİSTEMİNİN MALZEMELERİ

## Bill Of Materials

| Item | Quantity | Reference                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Part      |
|------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1    | 2        | C2,C1 22p                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
| 2    | 91       | C3,C4,C5,C6,C7,C8,C9,C10,<br>C11,C12,C13,C14,C15,C16,<br>C17,C18,C19,C20,C23,C24,<br>C29,C30,C35,C36,C41,C42,<br>C45,C46,C47,C48,C49,C50,<br>C51,C52,C53,C54,C55,C56,<br>C57,C58,C59,C60,C61,C62,<br>C63,C64,C65,C66,C67,C68,<br>C69,C70,C71,C72,C73,C74,<br>C75,C76,C77,C78,C79,C80,<br>C81,C84,C85,C86,C87,C88,<br>C89,C90,C91,C92,C93,C94,<br>C95,C96,C97,C98,C99,C100,<br>C101,C102,C103,C104,C105,<br>C106,C109,C110,C111,C112,<br>C115 | 100n      |
| 3    | 8        | C21,C22,C27,C28,C33,C34,<br>C39,C40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 680p      |
| 4    | 8        | C25,C26,C31,C32,C37,C38,<br>C43,C44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 33u       |
| 5    | 2        | C82,C83                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10n       |
| 6    | 4        | C107,C108,C113,C114                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 100u      |
| 7    | 1        | C116 1u                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
| 8    | 8        | HYBRID1,HYBRID2,HYBRID3,<br>HYBRID4,HYBRID5,HYBRID6,<br>HYBRID7,HYBRID8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DAA       |
| 9    | 2        | JP1,JP11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CON3      |
| 10   | 1        | JP2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | HD7X2     |
| 11   | 1        | J1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CON AT62  |
| 12   | 1        | J2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CON AT36B |
| 13   | 1        | P1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | DB25      |
| 14   | 67       | RA1,RA2,R11,R12,R13,R14,<br>R17,R18,R19,R20,R33,R34,<br>R35,R36,R39,R40,R41,R42,<br>R55,R56,R57,R58,R61,R62,<br>R63,R64,R77,R78,R79,R80,<br>R83,R84,R85,R86,R95,R96,<br>R97,R98,R105,R106,R107,<br>R108,R115,R116,R117,R118,<br>R125,R126,R127,R128,R131,<br>R135,R136,R138,R139,R141,<br>R142,R144,R145,R147,R148,<br>R150,R151,R153,R154,R156,                                                                                             | 10K       |

|    |    |                                                                                                                                                               |                |
|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    |    | R157                                                                                                                                                          |                |
| 15 | 8  | RV1,RV2,RV3,RV4,RV5,RV6,<br>RV7,RV8                                                                                                                           | VAR            |
| 16 | 8  | R1,R2,R23,R24,R45,R46,<br>R67,R68                                                                                                                             | 12K            |
| 17 | 32 | R3,R4,R15,R16,R25,R26,<br>R37,R38,R47,R48,R59,R60,<br>R69,R70,R81,R82,R91,R92,<br>R93,R94,R101,R102,R103,<br>R104,R111,R112,R113,R114,<br>R121,R122,R123,R124 | 100K           |
| 18 | 9  | R5,R7,R27,R29,R49,R51,<br>R71,R73,R158                                                                                                                        | 33K            |
| 19 | 8  | R6,R8,R28,R30,R50,R52,<br>R72,R74                                                                                                                             | 22K            |
| 20 | 8  | R21,R22,R43,R44,R65,R66,<br>R87,R88                                                                                                                           | 47             |
| 21 | 8  | R89,R90,R99,R100,R109,<br>R110,R119,R120                                                                                                                      | 270k           |
| 22 | 4  | R129,R130,R133,R134                                                                                                                                           | 1K             |
| 23 | 8  | R132,R137,R140,R143,R146,<br>R149,R152,R155                                                                                                                   | 47K            |
| 24 | 2  | R159,R160                                                                                                                                                     | 4K7            |
| 25 | 1  | S1                                                                                                                                                            | SW DIP-8       |
| 26 | 1  | U1                                                                                                                                                            | ADSP-2181-PQFP |
| 27 | 4  | U2,U3,U4,U5                                                                                                                                                   | MS621000       |
| 28 | 2  | U6,U30                                                                                                                                                        | 74HC138        |
| 29 | 1  | U7                                                                                                                                                            | 74HC14         |
| 30 | 2  | U8,U9                                                                                                                                                         | 74LS245        |
| 31 | 1  | U10                                                                                                                                                           | 74HC688        |
| 32 | 3  | U11,U49,U52                                                                                                                                                   | 22V10          |
| 33 | 1  | U12                                                                                                                                                           | MAX232C        |
| 34 | 2  | U14,U17                                                                                                                                                       | LM837          |
| 35 | 4  | U15,U16,U18,U19                                                                                                                                               | LM13600        |
| 36 | 8  | U20,U21,U22,U23,U24,U25,<br>U28,U29                                                                                                                           | MT8888C        |
| 37 | 1  | U26                                                                                                                                                           | 74HC573        |
| 38 | 2  | U31,U27                                                                                                                                                       | 74HC541        |
| 39 | 2  | U35,U32                                                                                                                                                       | 7414           |
| 40 | 3  | U33,U37,U44                                                                                                                                                   | 74HCTLS573     |
| 41 | 3  | U34,U38,U45                                                                                                                                                   | 4051           |
| 42 | 8  | U36,U39,U43,U46,U48,U51,<br>U53,U54                                                                                                                           | MC145505P      |
| 43 | 1  | U40                                                                                                                                                           | 74161          |
| 44 | 1  | U41                                                                                                                                                           | 4040           |
| 45 | 1  | U47                                                                                                                                                           | 16V8           |
| 46 | 1  | U50                                                                                                                                                           | SC11362        |
| 47 | 1  | U55                                                                                                                                                           | LM555          |
| 48 | 1  | X1                                                                                                                                                            | 16.67MHz       |
| 49 | 1  | X2                                                                                                                                                            | 3.58MHz        |
| 50 | 1  | X3                                                                                                                                                            | 2.048MHz       |
| 51 | 1  | X4                                                                                                                                                            | 8.5MHz         |

## EK-2

# Telefon Cihazları Teknik Şartnamesi (Türk Telekom)

### 0.00 GİRİŞ

- 0.01 Telekomünikasyon şebekemize bağlanacak telefon makinalarında bulunması gereken teknik özellikler aşağıda belirtilmiştir.

### 1.0 GENEL ŞARTLAR

- 1.01 Telefon makinaları, aksi belirtilmediği takdirde, CCITT ve ETSI tavsiyelerine uygun olacaktır.
- 1.02 Telefon makinaları devresi bir baskılı devre üzerine monte edilmiş olacak ve bu devrede kullanılan parça ve terminallerin değerleri, numaraları ve yerleri gösterilecektir.
- 1.03 İşçilik ve imalat metodları,arıza anında pratik müdahaleye imkan verecek şekilde olacaktır.
- 1.04 Takip kolaylığı açısından değişik kablo veya Flat kablo kullanılacak, kablolar şemalara uygun şekilde markalanacaktır. Lehim yapılmış bağlantı yerleri düşük dirençli olacaktır.
- 1.05 Telefon makinaları, telefon hattında irtibatlı olarak 48 saat müddetli açık bırakıldığında cihazda herhangi bir bozulma olmayacak ve cihaz bu süre sonunda normal işlevlerini sürdürecektir.
- 1.06 Telefon makinaları aşağıda belirtilen çevre şartlarında özelliklerinden birşey kaybetmeksizin çalışacaklardır.
- A) Sıcaklık: -20°C ile +60°C Arası
- B) Bağıl nem: +40°C de %95

## 2.0 ZİL

- 2.01 Zil devresi 70 – 105 V rms, 20 ile 50 Hz Frekanslı sinüzoidal bir sinyalle çalışabilecektir. Nominal çalışma voltajı 75 V  $\pm$  %10 rms, frekansı ise 25 $\pm$ 1 Hz olacaktır.
- 2.02 Duvarları sese karşı tecrid edilmiş yansıtmasız bir oda içerisinde yapılacak ölçümlerde, 2.01 de belirtilen frekans aralığında ve 0 Km de ve 0 ohm hat direncinde ses seviyesi en az 70 dB olacaktır. Bu ölçüm yerden 50 cm yükseklikte makinanın ön yüzünden birmetre mesafeden yapılacaktır.
- 2.03 Zil ses seviyesi ayarlanabilir olacak, ayarlama ile ses seviyesi 10-15 dB arasında zayıflatılabilecektir.
- 2.04 Elektronik ringerin ana frekansları 2100 Hz'i geçmeyecek, ringer çıkışı bir hoparlör veya piezo-seramik transducer olabilecektir.
- 2.05 Telefon makinası kapalı iken hat uçlarına 10 dakika süreyle 200 ohm kaynaktan 48 V DC üzerine bindirilmiş 25-50 Hz frekansla ve 105 V rms AC uygulandığında makina normal fonksiyonunu sürdürecektir, bu testten sonra makinada bir bozukluk olmayacaktır.
- 2.06 Telefon açık durumda iken 48 V DC üzerine bindirilmiş 105 V rms 25Hz sinyale 1 saniye müddetle dayanabilecektir.

## 3.0 MİKROFON

- 3.01 Mikrofon kapsülü düzgün bir frekans karakteristiğine sahip olacaktır.

## 4.0 KULAKLIK

- 4.01 Kulaklık kapsülü aşırı akımlara karşı korunmuş olacak, kulağın zarar görmesini önleyici tedbirler alınacaktır.

## 5.0 MİKROTELEFON

- 5.01 Çatalaltı kontağı mikrotelefonun kendi ağırlığı ile tam olarak kapanmalıdır.

## 6.0 KORDONLAR

- 6.01 Mikrotelefon kordonu spiral tipte, açılmış durumda en az 1,5 metre uzunluğunda olacak ve uzatılmış durumda telefon makinasını sürüklemeyecektir.
- 6.02 Hat kordonunun boyu en az 2 metre olacaktır.
- 6.03 İletken direnci 20°C de en fazla 1.4 ohm/metre olacaktır.
- 6.04 Kordonlar -20°C ve + 60°C sıcaklıklarda bir saat bekletildikten sonra kıvrılma veya uzatmada dış kaplamada çatlama veya yarılma olmamalı, esnekliğini kaybetmemelidir.
- 6.05 Kordonlarda iletkenler arasındaki izolasyon direnci 25°C ve %60 nemde 200Volt DC altında en az 200 MegaOhm olacaktır.

## 7.0 TRANSMİSYON ÖZELLİKLERİ

- 7.01 OREM-A ölçülerine göre 2\*200 ohm köprü ile AEN konumunda 300 metre (83,5 Ohm) transmisyon karakteristikleri :
- Gönderme : 0 dB ile 7 dB arasında
- Alma :-2 dB ile -8 dB arasında
- Yan Ton :10 dB den daha zayıf
- 7.02 OREM-A ölçülerine göre 2\*200 ohm köprü ile AEN konumunda 5km (1392 ohm) tranmisyon karakteristikleri:
- Gönderme :6db ile 11db arasında
- Alma :-2db ile 3db arasında
- Yan Ton :13db'den zayıf

Yukarıda belirtilen tranmisyon karateristikleri 0.4mm çaplı kablunun (R=278.4 OHM/Km, C=50.4 nF/km) özellikleridir.

- 7.03 Telefon makinası 0 km'de santralden 100 mA'den fazla akım çekmeyecek, bu değer 5 km'de 0.4mm kablo ile 1392 ohm'da 21 mA'in altına düşecektir.

## 8.0 EMPEDANS

- 8.01 Telefon kapalı iken 25 Hz'de zil çalma durumunda empedans en az 6 Kohm olmalıdır.
- 8.02 Telefon açık durumda iken 800 Hz'de ve 50 mA dc akım üzerine bindirilmiş bir miliamperac akımda makinanın empedansı 550-650 OHM arasında olmalıdır.
- 8.03 Hafızasız telefon makinalarında kapalı durumda telefon makinasının metalik (ohmik) direnci en az 50 megaohm olmalıdır.
- 8.04 Hafızalı telefon makinalarında kapalı durumda telefon makinasının metalik (ohmik) direnci en az 5 megaohm olmalıdır.
- 8.05 Telefon makinasının açık durumda direnci 21 mA akımla en fazla 300 ohm olmalıdır.
- 8.06 Hat uçlarından biri ile telefon makinası veya mikrotelefonun dışında elle temas edilebilecek metal yüzeyler arasındaki izolasyon direnci , telefon makinası 45 °C sıcaklık ve % 80 bağıl nemli bir ortamda 24 saat bırakıldıktan sonra 250 Voltluk bir cihazla ölçüldüğünde en az 100 MegaOhm olmalıdır.

## 9.0 İŞARET GÖNDERME

- 9.01 Telefon makinaları DP (Dial Pulse) ve/veya DTMF (Dual Tone Multi Frequency) işaretlerle çalışabilecektir.

## 10.0 DP TELEFON MAKİNALARI

- 10.01 DP telefon makinaları tuşlu ve CCITT red.q.11'e uygun, standart olarak 4\*3 veya gerektiğinde 4\*4 matris şeklinde olacaktır.
- 10.02 Kapama –açma oranı 40/60 veya 33/66 arasında olacaktır.

10.03 İki rakam arasında bekleme süresi 400 ms'den büyük, normal değeri 800ms olacaktır.

10.04 Tekrar arama tuşu mevcut ise en az 16 haneli hafıza olacaktır.

10.05 Pulse hızı 10 pps olacak toleransı %5'i geçmeyecektir.

10.06 Ön rakam beklemesi olmayacaktır..

10.07 Tuşlara uygulanacak minimum kuvvet 50gF olabilecek,tuşlar bu kuvvetler altında işlem göreceklerdir.

#### 11.0 DTMF TELEFON MAKİNALARI

11.01 Dtmf telefon makinaları ccıtt red q.11 ve q.23'e uygun standartlarda olarak 4\*3 ve gerektiğinde 4\*4 matris şeklinde olacaktır.

11.02 Telefon makinasında frekanslar ve tuş dizilimi aşağıdaki şekilde olacaktır.

| ÜST GRUP FREKANSLAR       |     |      |      |      |      |
|---------------------------|-----|------|------|------|------|
|                           | Hz  | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
| ALT<br>GRUP<br>FREKANSLAR | 697 | 1    | 2    | 3    | A    |
|                           | 770 | 4    | 5    | 6    | B    |
|                           | 852 | 7    | 8    | 9    | C    |
|                           | 941 | *    | 0    | #    | D    |
| ANA TONLAR                |     |      |      |      |      |

11.03 Frekansların yukarıda belirtilen nominal değerlerden sapmaları en fazla %1.5 olacaktır.

11.04 Frekans çıkış seviyeleri, km'de, 48 v, 2\*200 ohm köprü ve 600 ohm terminasyonda alt grup frekanslar için  $\pm 9$ dbm 2dbm ve üst grup frekanslar için -6 dbm  $\pm 2$ dbm olacaktır.

11.05 Üst frekans seviyeleri, alt frekansların seviyelerinden 2 db  $\pm 1$ db daha yüksek olacaktır.

11.06 İki rakam arasında suskun süre en az ms olmalıdır.(70 ms için)

- 11.07 Bir tuşa basıldığında, gönderilen sinyal, min.30 db zayıflatılarak kontrol amacıyla kulaklık kapsülüne gönderilmelidir.
- 11.08 Frekans gönderme esnasında konuşma devresi kapatılarak hatta yabancı sinyallerin gönderilmesi önlenmelidir.
- 11.09 Tuşlar normal olarak minimum 50 gF kuvvet altında çalışacaklardır.
- 11.10 Son numara tekrar hafızası bulunması halinde bu hafıza en az 16 haneli olacaktır.
- 11.11 MF sinyal, gerekli güç seviyesinin %95'ine, tuşa basıldıktan sonra en fazla 5 ms içerisinde ulaşabilmelidir.

OKUMANTASYON MERKEZİ