

## TMS320C50 DSP İŞLEMCI TABANLI OTOMATİK UYARI SİSTEMİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Murat DOĞAN, H. İbrahim ESKİKURT

**Özet-** Bu çalışmada, TMS320C50 DSP işlemcisi kullanılarak bir sensörden aldığı bilgiyle beraber istenilen bir telefon numarasını arayan bir sistem gerçekleştirilmiştir. Bu telefon numarası arama işlemi için DTMF (Dual Tone Multi Frequency) kodunun üretilmesi gerekmektedir. Bu işlem TMS320C50 DSP işlemcisi içerisinde yazılım olarak gerçekleştirilmiş olup harici bir entegre kullanılmamıştır.

**Anahtar Kelimeler-** DSP, TMS320C50, DTMF

**Abstract-** In this work, an automatic warning system calls a desired phone number depends upon an information received from a sensor is implemented using a TMS320C50 DSP processor. For this call, a DTMF code need to be produced. This process is realised with a TMS320C50 assembly code without using an external IC.

**Key Words-** DSP, TMS320C50, DTMF

### I. GİRİŞ

Günümüzde teknoloji çok hızlı bir şekilde ilerlemektedir. İşlemci hızları her yıl katlayarak artmaktadır. Bütün bu ilerlemeler içerisinde en önemli gelişmeyi, Sayısal İşaret İşlemcileri (Digital Signal Processor-DSP) sağlamıştır. Bu işlemcilerin performanslarının normal kişisel iş bilgisayarlarından veri işleme kapasitesi yaklaşık 10-100 kat daha hızlı olduğu düşünülür ise, bunu yadırgamamak gerekir.

Doğada bilgiler genellikle analog olarak ifade edilirler. Büyüklükleri var veya yok diye ifade edemeyiz. Bu ikisi arasında bir çok ara değer vardır. Fakat işaret işlemciler ise dijital mantık üzerine kurulmuştur. Doğadaki analog bir büyüklüğü (ses, görüntü v.b.) işlemcinin tanıyıp üzerinde işlemler gerçekleştirebilmesi için dijital hale getirilmesi gerekmektedir.

Bu işlem ADC(Analog-Digital Converter) arabirimi tarafından yapılmaktadır. Bunun tam tersi işlemi, yani işlemcinin işlediği sayısal verilerin analog hale getirilmesi de DAC (Digital-Analog Converter) tarafından gerçekleştirilmektedir.

DSP işlemcileri ADC ve DAC işlemlerini kolayca yapabilecek yapıda üretildikleri için diğer işlemcilerin hızı ne kadar artarsa artsın onlara oranla performansları kat kat daha fazladır.

DSP işlemcileri performanslarından dolayı bir çok alanda kullanılmaktadırlar. Örneğin; otomotiv sektöründe, tüketim sektöründe, kontrol uygulamalarında, grafik ve görüntü işlemede, endüstride, tıpta, askeri alanlarda, telekomünikasyonda ve ses işleme alanlarında birçok uygulamada kullanılmaktadır [1].

Bu uygulamada, (farklı amaçlar için de düşünülebilir) bir evin veya arabanın kapısına yerleştirilen bir sensörden gelen "1" bilgisiyle (kapı açıldı) birlikte sistem istenilen cep telefonunu aramakta ve kapının açıldığını haber vermektedir. Bu işlem gerçekleştirilirken öncelikle daha önceden belirlenen telefon numarasının DTMF kodu üretilir ve AIC (Analog Interface Circuit) devresiyle sinyal analog hale dönüştürülüp çıkıştaki telefon hattına gönderilir. Yapılan iş bakımından bu uygulamaya benzer örnekler olmasına karşın diğer uygulamalarda DTMF kod üretme/çözme işlemi için özel bir entegre kullanılmaktadır. Burada ise tüm işlemi DSP işlemcisi gerçekleştirdiği için sistemin geliştirilmesi, telefon arandıktan sonra bazı bilgilerin gönderilmesi veya karşıdan gelecek olan bazı tuş ve ses komutlarına cevap verebilmesi mümkündür.

### II. ÇİFT TONLU ÇOKLU FREKANS (DTMF)

DTMF; Dual Tone Multi Frequency kelimelerinin baş harflerinden oluşur. Kelime anlamı "Çift Tonlu Çoklu Frekans" kodlama sistemidir. DTMF esas olarak Amerikan ordusu için Bell Telephone Laboratuvarlarında geliştirilmiş bir kodlama sistemidir. Daha sonra telefon şebekelerinde bilgi yollamanın güvenli yolu olarak tercih edilmiş ve telefon abonesinin santrali aradığı abone ile



günlük bilgileri ilettiği standart yöntem olarak günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünya çapındaki telefon şebekelerinde DTMF sinyalleri Pulse (darbe) ile çevirme sinyallerinin yerini almıştır. Telefon çevirme sinyaline ek olarak DTMF, etkileşimli kontrol uygulamalarında da popüler hâle gelmiştir. Örneğin, kullanıcının telefondan DTMF sinyallerini göndererek bir menüdeki opsiyonları seçtiği telefon bankacılığı veya elektronik posta sistemi gibi uygulamalar. DTMF kodlama sistemi amatör radyo uygulamalarında da yerini son yirmi yıl içinde yaygın olarak almıştır. Günümüzde telsiz cihazlarının çoğunda DTMF sinyallerini yollamaya ve almaya yarayan modüller ile tuş takımı bulunmaktadır. Bu sayede telsiz yardımıyla DTMF kodlu mesajlar, çağrı kodları göndermek; uzaktan kumanda amaçlı rölelerin kontrolü gibi işler gerçekleştirilebilir.

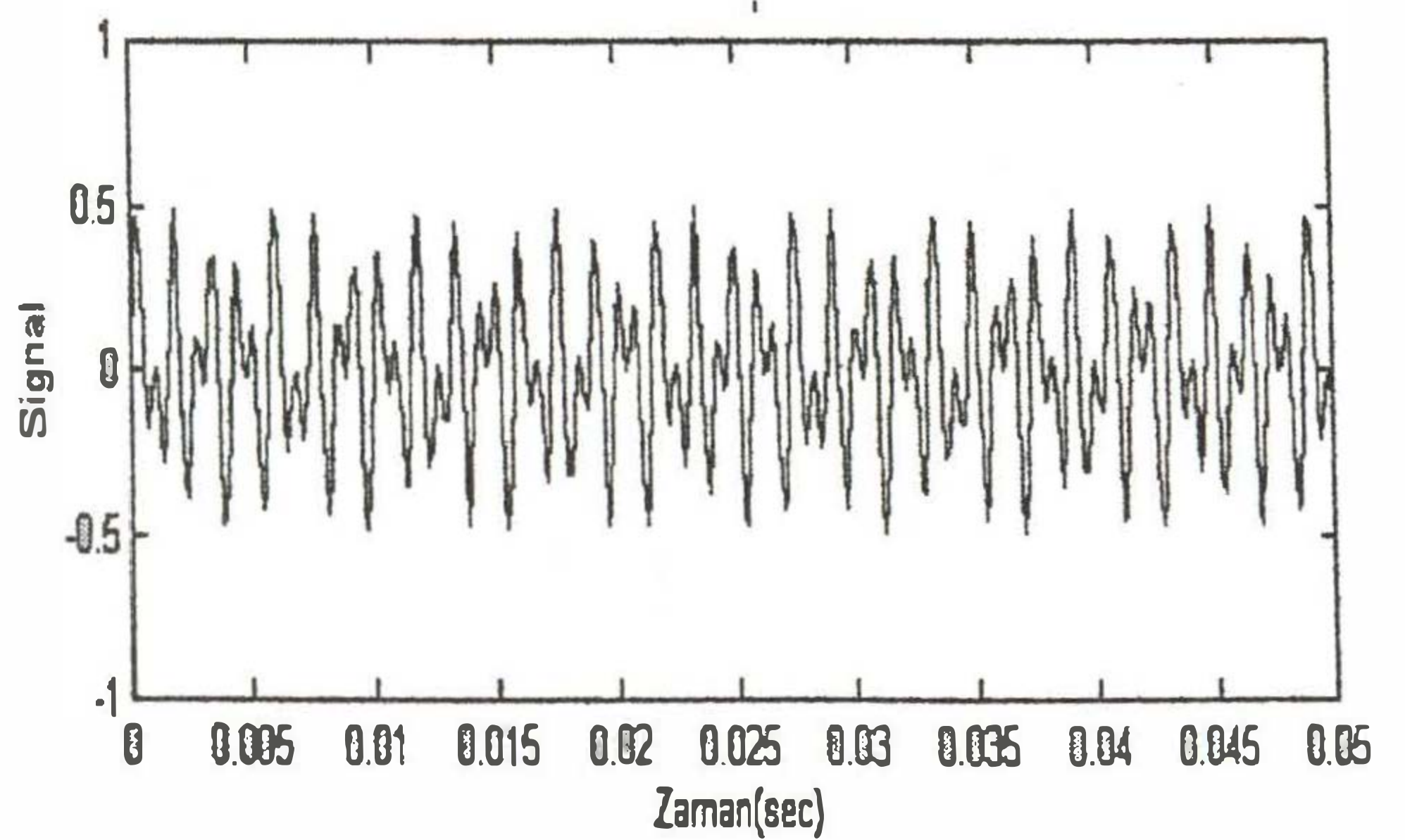
Bir DTMF sinyali 8 adet standart frekanstan oluşan bir frekans çiftinden seçilerek üst üste bindirilen 2 adet sinüsoidal dalga formundan oluşur. Burada her tuşa karşılık gelen frekans çiftinin varlığı ifade edilir. Böylece, herhangi bir tuşa basıldığında o tuşun satır ve sütun frekanslarıyla oluşan bir bileşik sinyal oluşturulur. Burada her tuşun ayrı bir satır ve sütun numarası olması dolayısıyla, her tuşun tanımlayıcısı durumunda bulunan ayrı frekans çiftlerinin oluşturulması esas alınmaktadır. Kullanılan çift frekanslar, alt ve üst frekans grupları olarak 4'er 4'er gruplandırılmıştır. Her tuş alt ve üst gruptan gelen frekans bileşeni ile oluşturulur. Standart olarak alt grup -8 dB, üst grup -6 dB olarak üretilir. Üst frekans grubunun 2 dB daha yüksek genlikli olarak üretilmesinin nedeni, yüksek frekansların hatta daha fazla zayıflamasındandır.

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Şekil 1. DTMF Tuş Takımı ve Tuşlara Karşılık Gelen Frekanslar

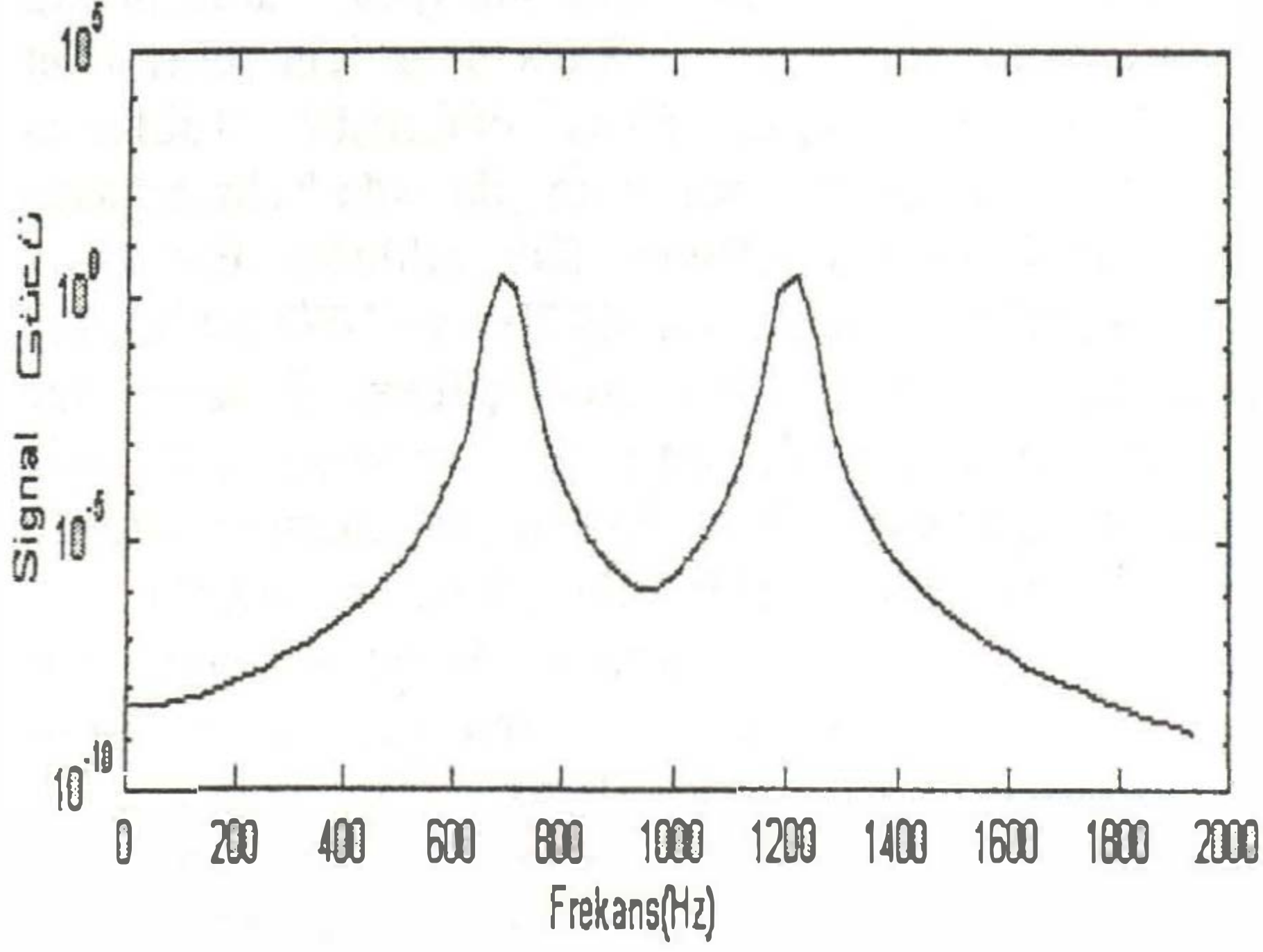
Yukarıdaki DTMF Kod kombinasyon tablosundan görüleceği gibi dört adet frekans satır için, dört adet frekans da kolon için tahsis edilmiştir. Tablonun arasındaki rakam ve semboller karşılıklarında bulunan satır ve sütundaki frekans çiftiyle ifade edilirler. Bir örnek vermek gerekirse; 3 rakamını, 697Hz ve 1477 Hz'lik ton çiftiyle ifade ederiz. Bu ton çiftleri 16 adet ton kombinasyonuna olanak tanır. Bu tonlardan satır için tahsis edilmiş olanlar 1kHz 'in altında, kolon için tahsis edilmiş olanlar ise 1kHz ile 2kHz arasındadır. Bu frekansların bu sınırlar dahilinde olmasının sebebi ise; telefon ve telsiz sistemlerinde band geçiren filtrelerin kullanılması ve bu filtrelerin 300Hz - 3000Hz arasındaki konuşma aralığı dediğimiz aralıktaki frekansları geçirmesidir. DTMF tonları da bozulma ve kesintilere uğramaması için bu frekans sınırları içinde kalacak şekilde tasarlanmıştır. Bu 16 adet tondan 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,\* ve # kullanılmaktadır. A,B,C ve D ise gelecek için rezerve edilmiştir [2].

Aşağıda Şekil 2 ve Şekil 3'te 3 numaralı tuşun DTMF frekans çiftinin zaman ve frekans düzlemindeki genlik değişimi görülmektedir. Şekillerden de açıkça anlaşılacağı gibi, her ton 2 farklı sinüsoidal işaretin toplamı biçimindedir. 3 numaralı tuşun satır ve sütun frekansları olan 697Hz ve 1477 Hz noktalarında genlik değerlerinde birer tepe (peak) bulunduğu dikkat edilmelidir. Ayrıca genlik tepe (peak) değerlerinin 1 V civarında olduğu görülmektedir. Gerçekte, santral ile telefon arasındaki mesafe 0m.'den 5000m.'ye kadar 0.4 mm<sup>2</sup>'lik kablo ile değişebilir. Bu durumda santraldeki DTMF alıcıda beklenen işaret seviyeleri -4dBm'den -29/32dBm düzeylerine kadar değişebilir.



Şekil 2 . 3 Tuşunun Zaman Domenindeki Genlik Değişimi

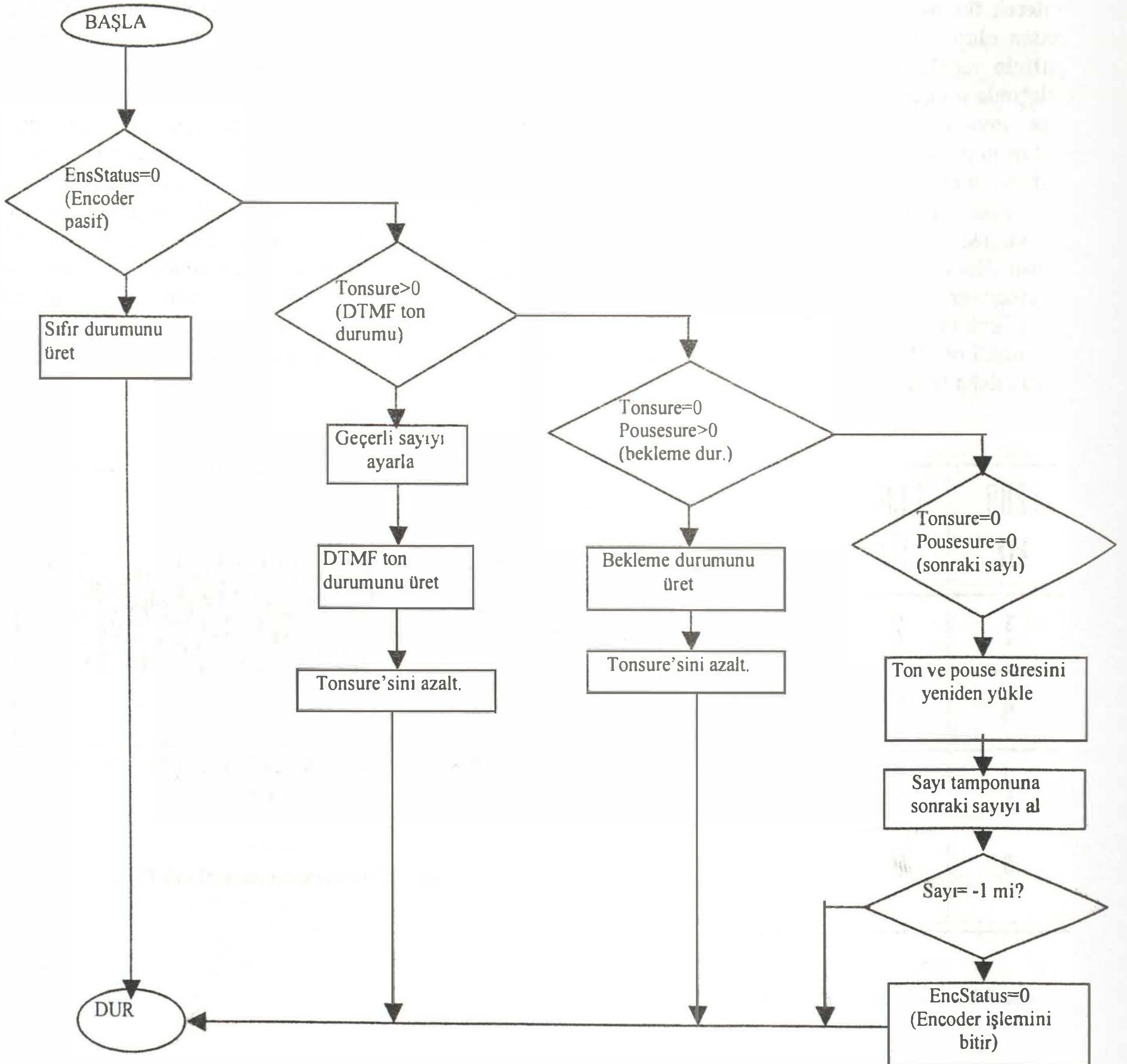




Şekil 3. 3 Tuşunun Frekans Domenindeki Genlik Değişimi

### III. DTMF TON ÜRETME PROGRAM AKIŞI

DTMF ton üretme programının akış diyagramı Şekil 4'te verilmiştir. Girilen her bir numara için üretilecek ton süreleri arasına bekleme süreleri eklenmiştir. Bu süre ardarda gelen benzer numaraları birbirinden ayırmak için gereklidir. DTMF ton üretme işlemi blok olarak bir sonraki veri akışında gelen verilerin işlenmesinden meydana gelmektedir. Her bir blok işlem 15ms veya 120 örnekleme uzunluğundadır ve DTMF ton örnekleri ve bekleme örneklerinin her ikisini de içerir. DTMF ton üretme işleminin program akışı, değişkenlerin yüklenmesi ile kontrol edilir. *EncStatus* değişkeni kodlamanın geçerli durumunu ifade eder. Eğer ton üretme işlemi yapılmıyorsa *EncStatus*'ün değeri "0" dir. *EncStatus*'ün değeri "1" ise DTMF ton üretme işlemi yapılmaktadır.

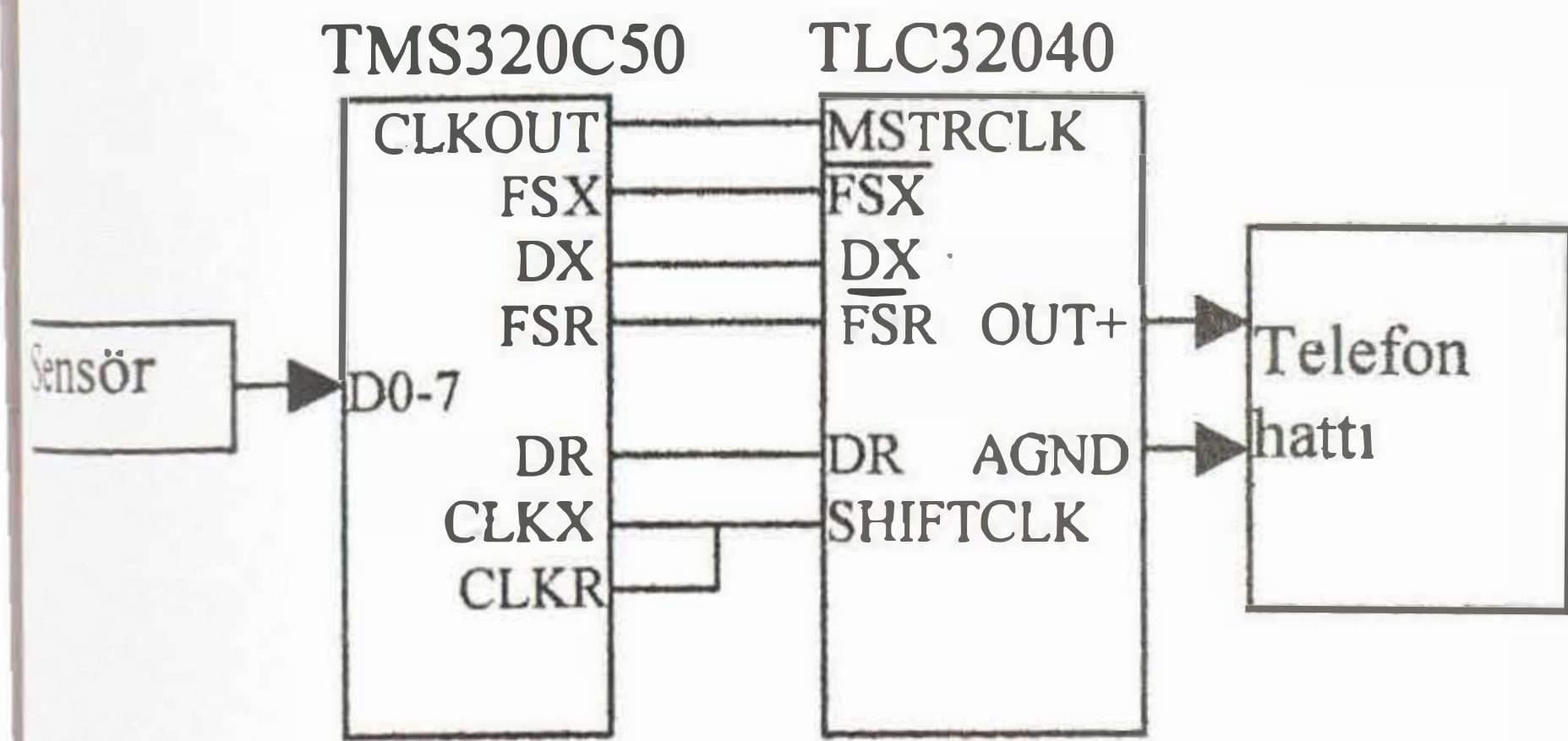




Şekil 4. DTMF üretme işleminin akış diyagramını  
ton üretme süresi *Tonsure*, bekleme süresi de *Pausesure*  
değişkeni ile ifade edilmiştir. Belirlenen telefon numarası  
her ton üretme işleminin başında *Tonsure* ve  
*Pausesure* istenilen değerle yüklenir ve kod üretme işlemi  
aktif edilir(*EncStatus=1*). Kod üretme işlemi sayı  
amponundan ilk sayıyı alır ve onu ayarlar. Ayarlamaktan  
maksat o sayıya karşılık gelen sütun ve kolon  
frekanslarının, oluşturulmuş osilatör tablosundan  
alınmasıdır. Ardından DTMF ton üretme işlemi  
gerçekleştirilir ve *Tonsure* değişkeni azaltılır. *Tonsure*  
değişkeni "0" olduğunda bekleme süresi başlar.  
*Pausesure* değişkeni "0" olduğunda ilk sayının kodlanma  
işlemi bitmiştir ve değişkenler yeni sayı için yüklenir. Bu  
işlem sıradaki sayının "-1" olmasına kadar devam eder.  
Çünkü "-1" sayı bloğunun bittiğini ifade eder.

#### IV. UYGULAMANIN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

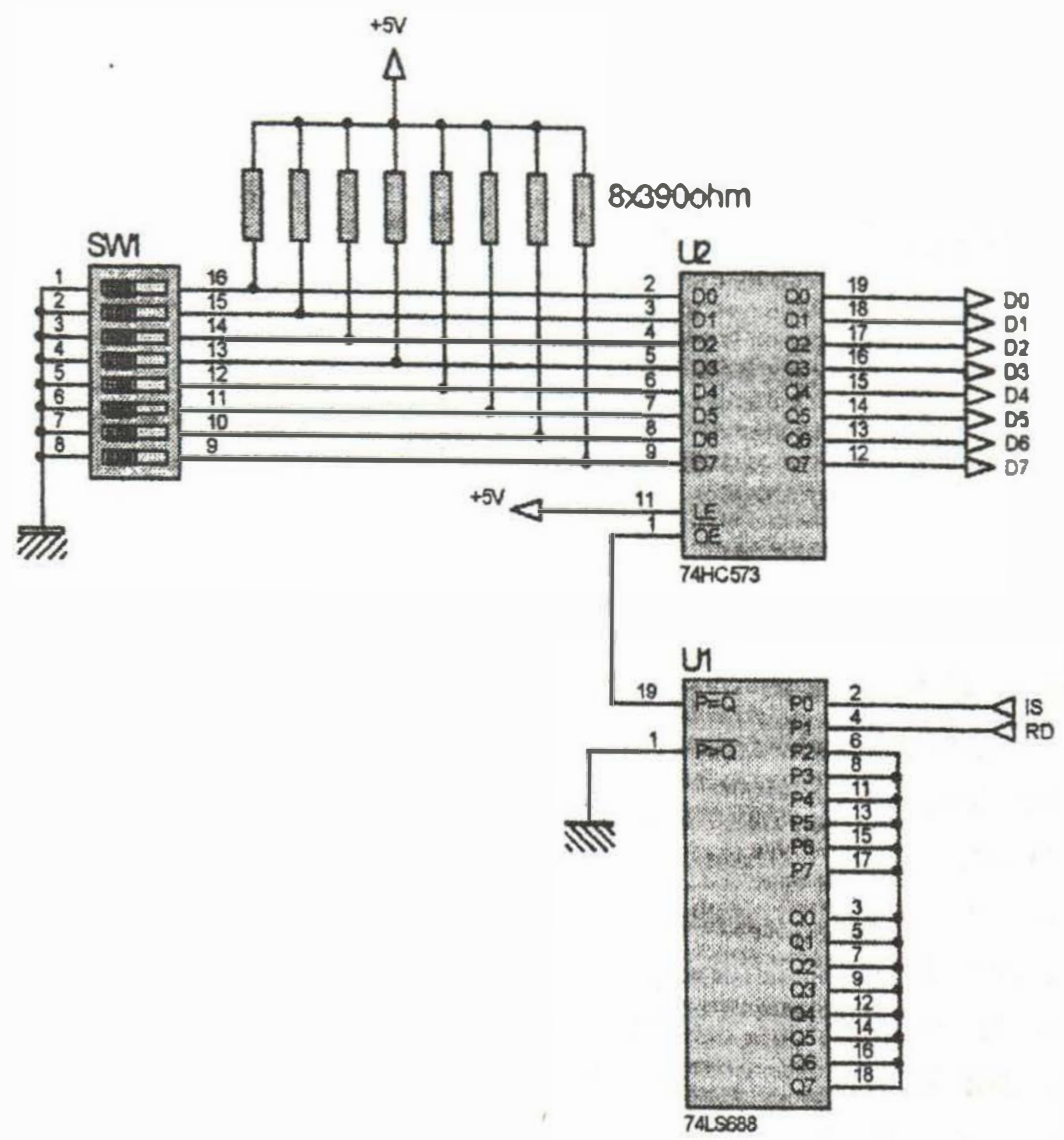
DSP işlemcisinin sensörlerden gelecek "1" bilgisini  
algılayabilmesi için basit bir port devresi tasarlayıp  
işlemcinin D0-7 veri hattından giriş yapıyoruz. İşlemci  
D0-7 hattından gelen "1" bilgisiyle birlikte yukarıda  
açıklandığı üzere DTMF kod üretme işlemini daha  
önceden belirlediğimiz bir telefon numarasına uyguluyor.  
Şekil 5'te de görüldüğü üzere TLC32040 AIC entegresine  
bilgiyi gönderiyor. Burada bilgiler analog hale  
dönüştürüldükten sonra OUT+ ucundan üretilen kodlar  
telefon hattına iletiliyor [3].



Şekil 5. TMS320C50 DSP tabanlı telefon hattıyla uzaktan uyarı sistemi blok diyagramı

#### V. SONUÇLAR

Bu uygulamada gerçekleştirilen sistemle sensörleri temsil  
eden deep-switch'lerden herhangi bir tanesi kapatıldığı  
zaman sisteme önceden kaydettiğimiz bir telefon  
numarasının rakamlarının sırasıyla DTMF kodları  
üretilerek telefon hattına gönderiliyor ve o numaranın  
aranması sağlanıyor. Burada insanların hayatlarını  
kolaylaştırmak açısından çok önemli adımlar  
atılmaktadır. Uzağında bulunduğu evini, arabasını ve  
diğer değer verdiği nesnelere hakkında bilgi sahibi  
olabilmek, onların durumları hakkında anında bilgilenip  
gerekli girişimleri yapabilmek insanlar açısından bir



Şekil 6. TMS320C50 DSP işlemci ile arabirim devresi

güven kaynağı ve zaman tasarrufudur. Ayrıca bu sistemin  
geliştirilebilme özelliğinin olması en önemli  
özelliklerindedir. Sisteme kullanıcı tarafından müdahale  
etme, telefonundan sisteme bağlı olan araçları  
yönlendirebilme, ses ile komut verme gibi özelliklerin  
eklenebilmesi mümkündür.

#### KAYNAKLAR

- [1] TMS320C5x User's Guide, Texas Instruments Incorporated, Chapter 1, Page 4, 1993.
- [2] Texas Instruments, Digital Processing Applications with the TMS320 Family, Theory, Algorithms, and Implementations Volume 1, Topic 19, "Add DTMF Generation and Decoding to DSP-MP Design" 1989.
- [3] TMS320C5x Starter Kit User's Guide, Texas Instruments, pp. B-3 to B-34, 1994.