



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2011, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0159

**ENGINEERING SCIENCES**

Received: October 2010

Accepted: January 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

**Mehmet Gedikpınar**

**Ramazan Öztürk**

Firat University

mgedikpınar@firat.edu.tr

Elazığ-Turkey

**ADIM MOTORLARININ TELEFON HATLARI ARACILIĞI İLE UZAKTAN KONTROLÜ**

**ÖZET**

Bu çalışmada, bir adım motorunun uzaktan kontrolü telefon hatları kullanılarak gerçekleştirildi. Uzaktan kontrol için DTMF tekniğinden faydalanıldı. Geliştirilen algoritma ile saat yönüne/tersine, yarım/tam adım, hız kontrolü ve verilen adım sayısı kadar adım motorunun uzaktan kontrolü sağlandı.

**Anahtar Kelimeler:** Adım Motoru, PIC, DTMF, Uzaktan Kontrol, GSM

**REMOTE CONTROL OF STEPPER MOTORS OVER TELEPHONE LINES**

**ABSTRACT**

In this study stepper motor was controlled over telephone lines. DTMF technique was used for remote control. The stepper motor was controlled remotely. The stepper motor worked clockwise/reverse and worked until number of step which number was given and also its speed was controlled remotely.

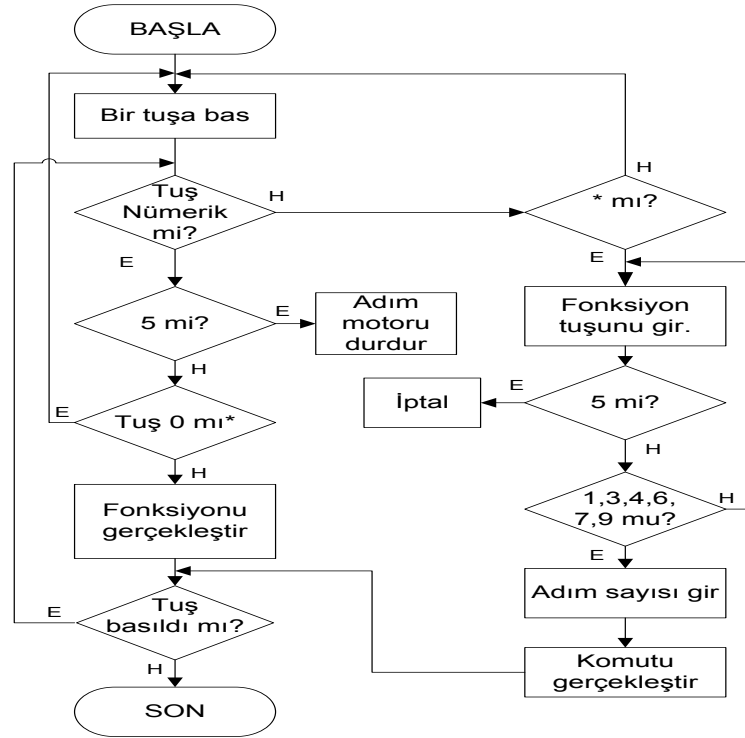
**Keywords:** The Stepper Motor, PIC, DTMF, Remote Control, GSM

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsan hayatı için risk oluşturan bazı alanlarda insansız aygıtların kullanılması kaçınılmazdır. Bu gibi alanlarda insansız aygıtların uzaktan kontrolü öne çıkmakta ve bazı üstünlüklerinden dolayı adım motorları yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Adım motorları akım darbelerini adımsal rotor hareketine çevirirler [2]. Bu rotor hareketi, geleneksel elektrik motorlarından farklı olarak, akım darbelerine göre adım-adım gerçekleştirilir. Bu özelliği sayesinde konum ve pozisyon kontrolü uygulamalarında tercih edilmektedir [1 ve 2]. Adım motorları dijital sinyaller ile (analog sinyal dönüşümüne gerek olmaksızın) sürülebildiklerinden kontrolleri diğer motorlara göre daha kolaydır [3]. Adım motorları, yazıcılar gibi hassas hareket gerektiren alanlarda, hard disk sürücülerinde, süreç kontrol sistemlerinde, robot uygulamalarında kullanılmaktadır [4 ve 5]. DTMF (Dual Tone Multi Frequency - Çift Tonlu Çoklu Frekans) tekniği sesli mesaj ve telefon bankacılığı gibi sesli haberleşme alanlarında tercih edilmektedir. Bu uygulamalarda kullanıcı telefonun tuş takımından DTMF sinyali göndererek menüden gerekli seçimi yapabilir [6 ve 7]. Bu özelliğinden faydalanılarak, birçok tehlikeli endüstriyel uygulamalarda uzaktan ve akıllı kontrol için kullanılmaktadır [8]. Mikrodenetleyiciler düşük maliyetli gömülü sistemlerdir. Mikrodenetleyiciler tüketici uygulamalarında kontrol ve gözlemleme, mobil robot, akıllı ev uygulamaları, uzaktan kontrol sistemleri, hesap makineleri, cep telefonları gibi az hesaplama gücü gerektiren alanlarda yaygın olarak yer almaktadır [8 ve 9]. Bu çalışmanın, ikinci bölümünde adım motorları tanıtılırken, üçüncü bölümde DTMF hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde PIC mikrodenetleyicilerine yer verilmiştir. Son bölümde ise sistemin gerçekleşmesi açıklanmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışma ile bir step motorun uzaktan kontrolü amaçlanmıştır. Mobil telefon ile verilen komutlara göre step motorun kontrolü yapılmıştır. Bu komutların step motora uyarlanması için DTMF tekniği ve PIC mikrodenetleyici kullanılmıştır. Hazırlanan algoritma ile step motorun saat yönünde veya saat yönü tersinde dönmesinin yanında istenilen adım sayısı kadar dönmesi de sağlanmıştır. Aynı zamanda motorun dönme hızının kontrolü de uygulama devresi ile yapılmıştır. Bu uygulama ile insan hayatı için tehlike teşkil eden veya insanların çalışma imkanı olmayan ortamlardaki cihazların uzaktan kontrolünün sağlanmasına örnek olması amacıyla yapılmıştır.



Şekil 1. Uygulamanın akış diyagramı  
(Figure 1. Flowchart of application)

### 3. DENEYSSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

Bu çalışmada istenilen işlemler için Şekil 1'de gösterilen algoritma ait devre tasarlanarak uygulanmıştır.

### 4. ADIM MOTORLARI, DTMF, PIC MIKRODENETLEYİCİLERİ (STEPPER MOTORS, DTMF, PIC MICROCONTROLLER)

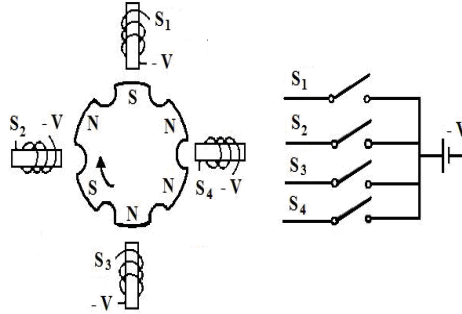
#### 4.1. Adım Motorları (Stepper Motors)

Adım motorları (Step Motorlar), girişlerine uygulanan darbe dizilerine karşılık analog dönme hareketi yapan fırçasız, genellikle kalıcı mıknatıs kutuplu DC motorlardır. Bu motor tipinin ilk çalışmaları 1930'lu yıllarda açıklanmış, daha sonraki yıllarda gemilere ve çeşitli savaş ağırlıklı teçhizata uyarlanmıştır. 1944-1957 yılları arasındaki dönemde kapalı çevrim servo sistemleri ile yaygın bir kullanım alanı bulan adım motorları 1960'lı yıllarda transistörlerin kullanımı ile daha da artmış ve 1970'li yıllardan itibaren dijital elektroniğin gelişmesine paralel olarak oldukça yaygınlaştırmıştır [1]. Adım açısı motorun yapısına bağlı olarak 180°, 90°, 45°, 18°, 7.5°, 1.8° veya daha değişik açılarda olabilir. Adım motorunun hızı, formül 1'de belirtildiği gibi uygulanan darbelerin frekansı değiştirilerek kontrol edilebilir [1 ve 3].

$$\frac{f}{ZN} (\text{devir/dakika})$$

f: darbelerin frekansı,  
Z: rotorun diş sayısı,  
N: işlem darbe (pals) sayısı

Yapısal olarak adım motorları 3 grupta incelenir. Bunlar, sabit mıknatıslı, değişken relüktanslı ve hibrit adım motorlarıdır [8,10]. Adım motorlarının uyarım yöntemleri, tek faz tam adım uyarım, iki faz tam adım uyarım ve iki faz yarım adım uyarım şeklindedir [2,11,12]. Şekil 1'de değişken relüktanslı adım motoru uyarım sargılarının anahtarlanması verilmiştir.



Şekil 2. Adım motoru ve anahtarlanması  
(Figure 2. The stepper motor and switching)

Tek faz tam adım uyarımda sargılardan birinin uyarılması ile yapılır. Bu uyarımda tork düşüktür [11 ve 13]. İki faz tam adım uyarımda sargılarının ikisinin sıra ile aynı anda uyarımı yapılır. İki faz uyarımda rotorun geçici durum tepkisi tek faz uyarımlıya göre daha hızlıdır [11 ve 13]. İki faz yarım adım uyarımda tek faz uyarımı ile iki faz uyarım ard-arda uygulanır. Bu yöntemde motor torku düşerken daha hassas hareket kontrolü sağlanır. Bahsedilen uyarım yöntemleri ile ilgili uyarım tabloları sırasıyla Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir [2, 11 ve 13].

Tablo 1. Tek faz tam adım uyarım tablosu  
(Table 1. Single phase full step excitation table)

Adım Sayısı	Bobin 1	Bobin 2	Bobin 3	Bobin 4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

Tablo 2. İki faz tam adım uyarım tablosu  
(Table 2. Two phase full step excitation table)

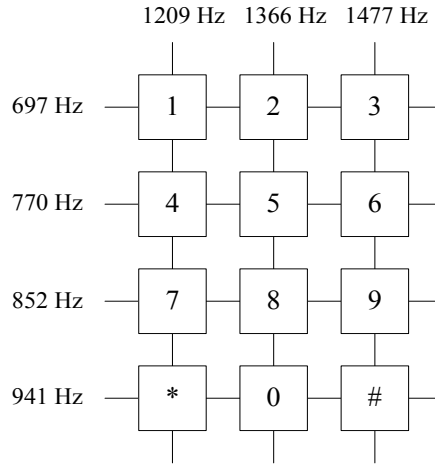
Adım Sayısı	Bobin 1	Bobin 2	Bobin 3	Bobin 4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

Tablo 3. İki faz yarım adım uyartım tablosu  
(Tablo 3. Two phase half step excitation table)

Adım Sayısı	Bobin 1	Bobin 2	Bobin 3	Bobin 4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

#### 4.2. DTMF (Dual Tone Multi Frequency)

DTMF farklı frekansta iki sinyalin cebirsel olarak toplanmasıyla oluşan kodlama sistemidir [6 ve 12].



Şekil 3. Tuş takımı ve atanan frekanslar  
(Figure 3. Keypad and assigned frequencies)

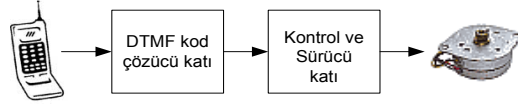
Şekil 2'de gösterildiği gibi tuş takımında her tuşa biri yüksek diğeri düşük olmak üzere iki frekans atanır. Bu sinyallerden düşük frekanslı olanı basılan tuşun hangi satırda yer aldığını, yüksek frekanslı olanı da hangi sütunda bulunduğunu belirtir [6 ve 12]. Uygulamalarda en çok kullanılan DTMF alıcı entegreleri MT8870D, CM8870, KT3170 gibi entegrelerdir. Bu entegreler telefon cihazlarında, mobil radyolarda, kredi kartı sistemlerinde, uzaktan kontrol sistemleri gibi birçok alanda kullanılır.

#### 4.3. PIC Mikrodenetleyiciler (PIC Microcontroller)

Mikrodenetleyici; bir bilgisayar içerisinde bulunması gereken temel bileşenlerden işlemci, RAM, Giriş/Çıkış ünitesinin tek bir yonga içerisinde üretilmiş biçimindedir. PIC, çevresel üniteler ile G/Ç denetimini çok hızlı yapabilecek şekilde RISC mimarisi ile tasarlanmıştır [8]. PIC'ler farklı kelime boylarında üretilmiş olmalarına rağmen harici veri yolu 8 bittir. PIC programlanırken özelliklerinin iyi bilinmesi gereklidir. Bu özellikler PIC'in bellek kapasitesi, G/Ç port sayısı, A/D dönüştürücü, kesme (Interrupt) fonksiyonları, bellek tipi vb. olarak sıralanabilir. Belirtilen bu özelliklere üretici firma tarafından hazırlanan ürün özellik kataloglarından ulaşılabilir. PIC'ler farklı paket yapılarında piyasaya sürülür.

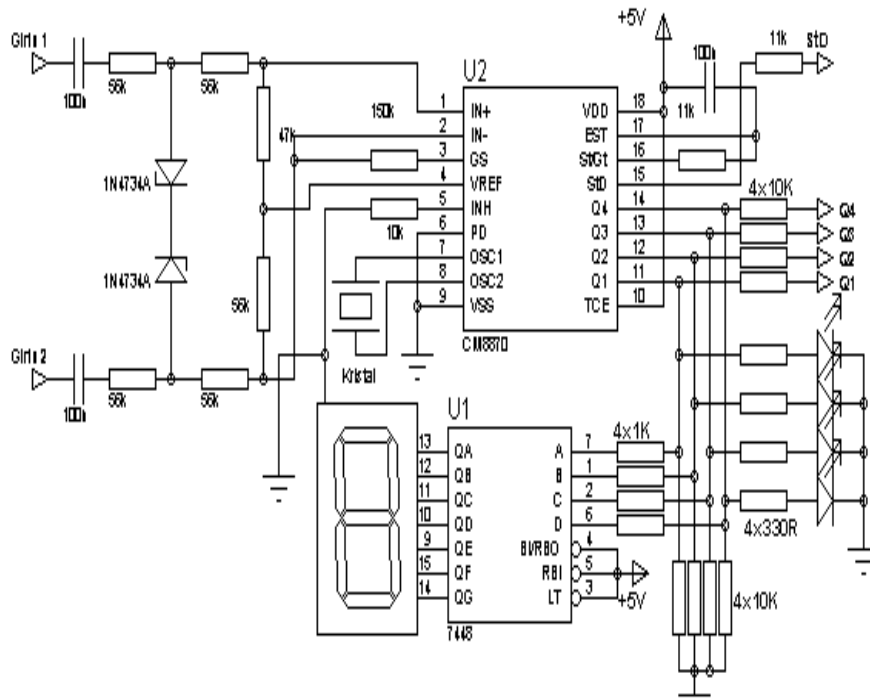
## 5. UYGULAMA (APPLICATION)

Uygulama devresi Şekil 3'de görüldüğü gibi iki bölümden oluşmuştur. Birinci bölüm, DTMF kod çözücü devresi telefondan gelen DTMF sinyalini tespit eden ve 4 bitlik çıkış üreten devreyi oluştururken, ikinci bölüm ise PIC kullanılarak harici sürme entegresi üzerinden adım motorun hareketini sağlayan devredir.



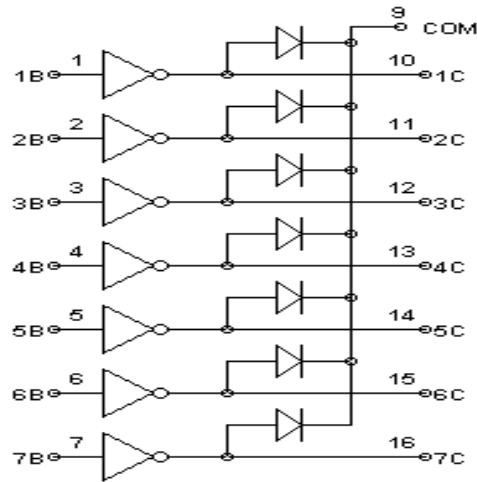
Şekil 4. Uygulama devresi blok şeması  
(Figure 4. Block diagram of application)

Şekil 4'de DTMF kod çözücü devre şeması verilmiştir. CM8870 entegresi, DTMF kodunu çözerek Q1..Q4 çıkışlarından 4 bitlik kod bilgisini üretmektedir. Bu kata eklenen display ile basılan nümerik tuşlar görülebilmektedir. Entegrenin 15 nolu StD bacağı lojik 1 seviyesinde kalması özelliği ile adım motorunun dönme hızı dereceli bir şekilde kontrol edilebilmiştir.



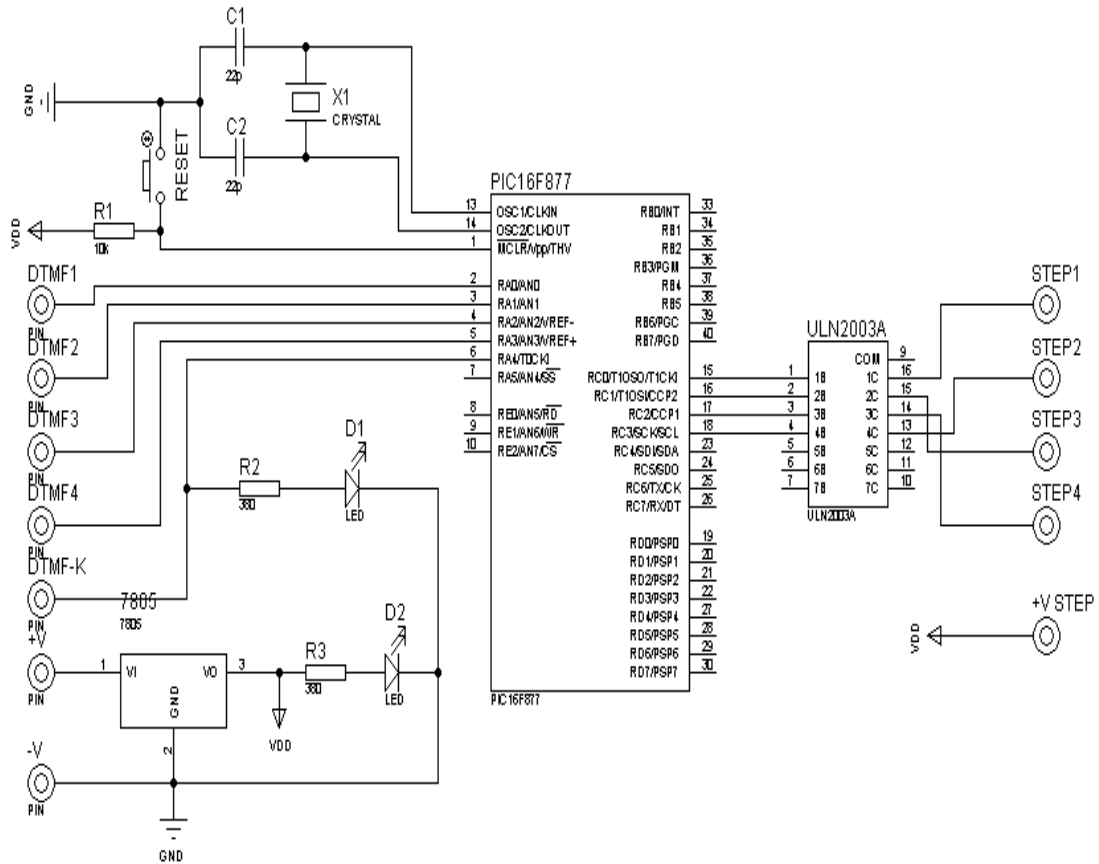
Şekil 5. DTMF kod çözücü devresi  
(Figure 5. DTMF decoder circuit)

Geliştirilen kontrol katında mikrodenetleyici olarak PIC 16F877 kullanılmıştır. PIC 16F877'nin 25mA'lık çıkış akımı adım motorunu süremeyeceği için sürücü katında ULN2003 sürücü entegresi kullanılmıştır. Bu entegrede, 500 mA kolektör akımlı ve 50V çıkış geriliminde çalışabilecek birbirinden bağımsız 7 adet darlington NPN transistör bulunmaktadır. Şekil 5'te entegrenin içyapısı görülmektedir.



Şekil 6. ULN2003 bacak bağlantısı ve içyapısı  
(Figure 6. ULN2003 pin connection and schematic diagram)

Telefondan gelen DTMF sinyali DTMF kod çözücü tarafından 4 bitlik koda dönüştürülür. Bu 4 bitlik kod PIC 16F877'nin A portuna (A0, A1, A2, A3 pinlerine) uygulanır. Geliştirilen kontrol algoritmasına göre PIC'in C portunda adım motorunu sürececek pulsler üretilir. Bu pulsler ULN2003 tarafından kuvvetlendirilerek adım motoru sürülür. Kontrol ve sürme katı uygulama devresi Şekil 6'da verildiği gibi hazırlanmıştır.



Şekil 7. Kontrol ve sürme devresi  
(Figure 7. Control and driver circuit)

Gerçeklenen sistem üst görünüşü (fotoğraflanarak) Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 8. Uygulama devresinin resmi  
(Figure 8. Picture of the application circuit)

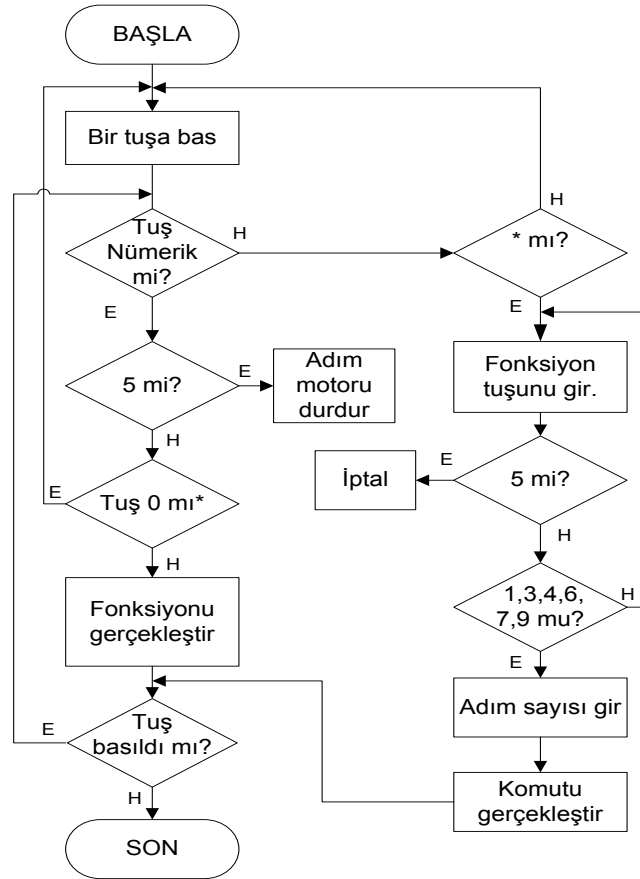
Geliştirilen algorithmada tuşlara atanan fonksiyonlar Tablo 4'de, akış diyagramı ise Şekil 8'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Tuşların fonksiyonları  
(Table 4. Functions of the keys)

Tuş	Fonksiyon
1	Yarım adım saat yönü tersine
2	Dönüş hızını artır
3	Yarım adım saat yönüne
4	Tam adım saat yönü tersine (Yavaş)
5	Dur, iptal
6	Tam adım saat yönüne (Yavaş)
7	Tam adım saat yönü tersine (Hızlı)
8	Dönüş hızını azalt
9	Tam adım saat yönüne (Hızlı)
*	Komut girişi ve ayırıcı
#	Komutu uygula

Akış diyagramında belirtilen fonksiyon ifadesi motorun gerçekleştireceği hareketi belirtir. Algoritmaya göre nümerik karakterler tek başına belirtilen fonksiyonu gerçekleştirirler. Yıldız karakteri (\*) ile komut girişi ve komutlar arası ayırıcı, (#) ise girilen komutu çalıştırır. Örneğin adım motoru saat yönünde tam adım hızlı 23 adım döndürülmek istendiğinde \*9\*23# tuşlanmalıdır. Eğer komut yazılırken iptal edilmek istenirse 5 tuşuna basılmalıdır.





Şekil 9. Sistemin akış diyagramı  
(Figure 9. Flowchart of the system)

## 6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yapılan çalışmada bir adım motoru mobil telefon aracılığı ile uzaktan kontrol edilmiştir. Bu çalışmada konum kontrolü için geliştirilen algoritmayla geleneksel kontrole ek olarak; istenilen fonksiyon (Tablo 4'de verilen) tuşlarla girilen adım sayısı kadar dönme sağlanmıştır. Sisteme şifre kontrolü eklenerek daha güvenli bir yapı oluşturulabilir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Apaydın, H., (2006). Adım motorlarının karakteristikleri ve bilgisayar ile konum kontrolü uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
2. Kang, Z.L. and Qu, S.F., (1994). "A new methodology for using single microprocessor to control DC stepper motors", Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology, IEEE, Guangzhou, s. 543-545.
3. Gong, A.S. and He, B.B., (2009). "LabVIEW-base automatic rising and falling speed control of stepper motor", International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS 2009), IEEE, Tokyo, s. 1 - 4.
4. Harb, A.M. and Zaher, A.A., (2004). "Nonlinear control of permanent magnet stepper motors", Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Science Direct, s. 443-458.
5. Rogers, J.R. and Craig K., (2005). "On-hardware optimization of stepper-motor system dynamics", Mechatronics, Science Direct, s. 291-316.

6. Kehternavaz, N., (2007). "Digital Signal Processing System Design", Elsevier,
7. Bagchi, S., Mitra, S.K., (1997). "Efficient robust DTMF decoding using the subband NDFT", Signal Processing, Science Direct, s.255-267.
8. Çelikel, R., (2005). PIC mikrodeneteleyici yardımı ile adım motorunun konum kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
9. Ahmed, I., Wong, H., and Sapila, V., (2004). "Internet-based remote control using a microcontroller and an embedded Ethernet", American Control Conference, IEEE, s. 1329-1334.
10. Crnosija, P., Ajdukovic, S., and Kuzmanovic, B., (1999). "Microcomputer Implementation of Optimal Algorithms for Closed-Loop Control Of Hybrid Stepper Motor Drives", IEEE Transactions on Industrial Electronics (ISIE'99), s. 679-683.
11. Akar, F. ve Yağımlı, M., (2007). PIC 16F877 proje tasarımı, Beta Basım, İstanbul.
12. Çavaş, M., (2005). PIC Mikrodenetleyici Kullanarak Telefon Hatları Aracılığı ile Ev ve İş Yeri Otomasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
13. Lovine, J., (2000). PIC Microcontroller Project Book, McGraw-Hill, USA,