

**MİKROKONTROLLÖRLÜ UZAKTAN KUMANDA CİHAZININ TASARLANMASI\*****Öğr. Gör. Murat SELEK****S. Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Haberleşme Programı****42031 Kampüs / Konya****ÖZET**

Mikrokontrollörler, değişik endüstriyel alanlarda giderek artan hızla yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Buna bağlı olarak, çalışmamızda mikrokontrollörün elektronik haberleşme alanında uygulanması bir proje olarak gerçekleştirilmiştir. Bu projenin, özellikle kablosuz haberleşme için kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada, biri verici diğeri alıcı olmak üzere iki modülden oluşan bir haberleşme kumanda cihazı sunulmuştur. Verici modülü 8051 mikrokontrollör, FSK modülatör, FM verici devrelerinden ve alıcı modülü ise 8051 mikrokontrollör, dalga şekillendirici FM alıcı devrelerinden oluşmaktadır.

Bu uzaktan kumanda sistemi bir vinci x, y, z eksenlerinde ileri ve geri hareket ettirmek için geliştirildiğinden elektrik motorlarını kontrol edecek gerekli programlar da yazılmış ve sistemde uygulanmıştır. Sonuçta, geliştirilmiş uzaktan kumanda sisteminin geleneksel kablolu sisteme göre maliyetinin daha düşük olduğu, otomasyona daha uyumlu olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Mikrokontrollör, MCS-51, Seri port, Uzaktan kumanda, FM alıcı-verici.

**Abstract****DESIGN OF REMOTE CONTROLLED DEVICE BY USING MICROCONTROLLER**

Microcontroller is being used in different fields of industry more widely today with increasing speed. In this context, we realized a project that uses microcontroller in electronic communication area. We especially aim to use our project in wireless remote controlled communication. In this study, a communication control device composed of a transmitter and a receiver is constructed. The transmitter module is composed of 8051 microcontroller, FSK modulator, FM transmitter circuits and receiver module is composed of 8051 microcontroller, wave shaper, FM receiver circuits.

Since this remote control system is developed to move a crane in x, y, z directions, forward and backward, necessary programs to control electric motors also are written and used on the system. As a result, the developed wireless remote control system is found to be more economic and more compatible with automation than traditionally wired system.

**Key Words:** Microcontroller, MCS-51, Serial Port, Remote Controller, FM receiver- transmitter.

**1. GİRİŞ**

Günümüzde, görsel ve sözel haberleşme ihtiyacının yanı sıra bilgi haberleşmesi de önem kazanan konulardan biridir. Bilgi haberleşmesinde, elektronik sistemlerin kullanılmasıyla sistem çalışma hızı ve güvenilirliği gibi özelliklerde önemli oranda iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Bu özelliklerden dolayı da birçok alanda rahatlıkla uygulanabilmektedir. Kullanıldıkları alanlarda kontrol noktalarının sayısının artırılabilmesi, kanal kapasitesinin genişletilebilmesi ve yapılan iletişimin güvenilir bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği gibi sistem kontrol özelliklerinin de geliştirilmesini sağlamıştır.

Bir merkezden, değişik yerlerdeki kontrol noktalarını idare edebilmek için kablolu uzaktan kumanda sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda, gelişen elektronik teknolojinin getirdiği avantajlarla kablosuz uzaktan kumanda sistemleri de kullanılmaya başlanmıştır. Mikrokontrollörlerin, elektronik haberleşme alanındaki değişik uygulamalarıyla kablosuz uzaktan kumanda sistemlerinin fonksiyonel özelliklerinde büyük gelişmeler sağlanmıştır.

Kablolu ve kablosuz uzaktan kumanda sistemleri birbiri ile karşılaştırıldığında, kablosuz kumanda sisteminin, kablolu kumanda sistemine göre,

- Maliyetinin daha düşük oluşu,
- Arazi koşullarından etkilenmemesi,
- Kurulmasının daha kolay oluşu,
- Hasar görme riskinin daha az olması, gibi avantajlara bağlı olarak daha üstün olduğu görülmüştür (Civaner 1995).

Fabrikalarda, limanlarda ve buna benzer birçok endüstri alanlarındaki sanayi vinçlerini idare edebilmek için kullanılan kablolu kumanda sistemlerinin hem pratik olmayışı, hem de maliyetinin yüksek oluşu, kablosuz uzaktan kumanda sisteminin kullanılması ihtiyacını doğurmıştır.

Bu projede, mikrokontrollör olarak MCS-51 mikrokontrollörü, iletişim şekli olarak da FM seçilmiştir. Bu işlemleri gerçekleştirebilmek için sistem içerisinde bir verici, bir de alıcı özelliğine sahip iki mikrokontrollör kartı ve bunların yanı sıra FM verici, FM alıcı, FSK modülatörü ve dalga şekillendirici devreler bulunmaktadır.

Bu sistem, vinçleri kumanda etmek amacıyla düzenlendiğinden, alıcı modülünün çıkışında motorları kumanda edebilmek için röle kartı kullanılmıştır. Bunlara bağlı olarak mikrokontrollör kartlarının gerekli fonksiyonlarını yerine getirebilmelerini sağlayacak, verici ve alıcı programlar hazırlanmış ve uygulanmıştır.

## **2. UZAKTAN KUMANDA SİSTEMLERİNİN ANALİZİ**

### **2.1. Uzaktan Kumanda Sistemlerinin Amacı Ve Kullanılma Alanları**

Haberleşme alanında, elektroniğin yaygın bir şekilde kullanılmasıyla uzaktan kumanda sistemleri ortaya çıkmıştır.

Haberleşmede klasik çözüm, kablo ile yapılan haberleşme iken günümüzde fiber optik kablolar ve gelişen elektronik teknolojisi ile kablosuz haberleşme gibi uygulamalar da kullanılmaktadır. Radyo linkler, telsizler, araç ve cep telefonları, güvenlik ve kontrol sistemleri gibi uzaktan kumanda sistemlerinin kullanımı ile kablo maliyeti, kablonun çekileceği güzergâhın önemi, kablonun dış etkenlerden korunması, kurulmasının pratik olmayışı, zaman, işçilik ve kullanım zorluğu gibi etkenler ortadan kalkmaktadır (Civaner 1995). Bunların yanı sıra sistemin, kuşbakışı birbirini görmesi ve sistem dışından gelecek sinyallere karşı iletilen verinin korunması gibi şartları da yanında getirmektedir. Elektronik malzeme fiyatlarının artmaması ve göreceli olarak ucuzlaması kablo kullanmadan telsizle bilgi aktarmayı cazip hale getirmektedir. Bu tip sistemlerin kullanımının maliyet açısından cazip hale gelmesiyle de birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bunlara örnek olarak aşağıdaki uygulamalar verilebilir. İki veya daha çok bilgisayardan oluşan bir radyo haberleşme sisteminin içindeki her bir bilgisayarın, diğerleri ile RS-232C arayüzünü kullanarak kablosuz bir hat üzerinden iletişim kurabilmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Bu sistemin kullanılan verici gücüne bağlı olarak güvenilir bir şekilde haberleşebildiği mesafe bina içinde 30 m, açık alanda ise 120 m olarak tespit edilmiştir. Bu sistemin uygun bir yazılım desteği ile yerel bir bilgisayar ağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (An 1996).

Uzaktan kumanda sistemleri, uzay istasyonlarında kullanılan deneme alanlarındaki gerekli bağlantı ve işlemleri gerçekleştirmek için de kullanılmıştır. Bu istasyonlar 25 KV'da 75 KW güç kullanma kapasitesine sahiptir. Bu gücün istasyona yerleştirilmiş olan yüksek güçlü radyo frekans vericilerinde ve yayıcı sürücü devrelerde kullanıldığı belirtilmektedir. Bu devreler sayesinde istasyon ile yeryüzündeki kontrol merkezi arasında gerekli olan haberleşme sağlanarak istasyondaki bağlantı ve işlemler gerçekleştirilmektedir (Stone ve Candidi 1993).

Çok fazlı sistemlerde de fazlar arasındaki kaymaları ve dengesizlikleri kontrol edebilmek amacıyla da kablosuz uzaktan kumanda kullanılmaktadır. 3 fazlı sistemi oluşturan fazlardan her birinin açısını ve değerini, uzaktaki bir noktada bulunan referans fazının açısı ve değeri ile karşılaştırarak elde edilen sonuca göre sistemdeki fazlar arasında meydana gelen düzensizlikler tespit edilmektedir. Bunlara bağlı olarak ta gerekli olan kontroller merkezi bir noktadan yapılabilmektedir

(Linton ve ark. 1994).

Yerleşim birimlerindeki, içme suyu sistemlerinin çalışmasını düzenlemek ve kontrol etmek amacıyla da kablosuz uzaktan kontrol kullanılmaktadır. Burada merkezi bir noktadan değişik yerlerdeki su pompası ve su depolarından elde edilen bilgilere göre sistemin çalışması düzenlenmektedir (Civaner 1995).

### 3. SERİ İLETİŞİM STANDARTLARI VE PROTOKOLLERİ

#### 3.1. Seri İletişim Standartları

Mikroişlemci ile çalışan sistemlerde, bilgi seri şekilde gönderilmek istenildiğinde uyulması gereken bazı standartlar vardır. Bunlar senkron seri ve asenkron seri iletişim standartlarıdır. Her iki yöntemde de bilginin seri olarak karşı tarafa ulaşması sağlanır (Sinha 1988).

##### 3.1.1. Senkron seri iletişim standardı

Senkron seri iletişimde, seri verinin 1 ve 0'larının doğru sıralanıp sıralanmadığını araştırmanın yanı sıra verinin ilk bitini de belirlemeye ihtiyaç vardır. Alıcı ve verici arayüz ünitelerinin başlangıç senkronizasyonu ile bu işlem yapılır. Senkronizasyondan sonra alıcı, n bitlik bir sözcüğü oluşturmak için n tane pals alır. Güvenirliliği devam ettirmek için alıcı ve verici arayüz ünitelerinin, iletim süresi boyunca senkronizasyon içinde olması gerekir. Alıcı clockundaki gürültü ve kaymadan dolayı senkronizasyonun kaybolmasını engellemek için başlangıçtaki senkronizasyon yeterli değildir. Bunun için verici ve alıcı aynı clock sinyali ile çalışırlar. Genellikle bu clock sinyali, gönderici uçtaki clock jeneratöründen alınır. Bu iletişim moduna senkron seri iletişim adı verilir(Sinha 1988).

Senkron seri iletişimin başlangıcında verici bir seri pals gönderir. Bu gönderilen palslerin ilk birkaç biti önceden belirlenmiş olan formattadır. Bunlara match karakter veya sync pattern adı verilir. Bu match karakter, alıcıda belirli bir registerda depolanır. Alınan diğer sinyaller, match karakterle uyuyorsa alıcı match karakteri kendi alıcı registerine yerleştirir ve devamına n tane bit sayar. Seri veri transferinin senkron modunda peş peşe iki sözcüğün arasında bekleme yoktur.

Veri genellikle pals dizisi şeklinde veya sözcük sayısı önceden belirlenmiş pals blokları halinde gönderilir. Verinin iletilmediği zaman aralığı genellikle null veya fill karakterlerle doldurulur. Bu karakterler, herhangi bir bilgiyi içermezler. Fakat alıcının zamanlama palslerinin akışını sağlarlar.

##### 3.1.2. Asenkron seri iletişim standardı

Veri iletiminin bu şeklinde, alıcı ve verici arayüz modülleri için iki ayrı clock sinyali kullanılır. Bu iki clock sinyalinin iletiminin yapıldığı süre boyunca birbiri ile çok iyi senkronizasyon içinde olması gerekir (Sinha 1988). Bu metod, alıcı modülüne bazı karmaşıklıklar getirmesine rağmen avantajı sadece iki hatta ihtiyaç duymasındır. Eğer ortak topraklama mümkün ise tek hat yeterlidir. Çok sayıda iletişim hattı olduğunda bu metod uygundur. Örneğin telefon, telex gibi. Asenkron modunda, veri formatında start biti alıcı için başlangıç zamanlama sinyali olarak çalışır. Bu bit yardımı ile alıcı clockunu senkronize eder. Bu senkronizasyon biti alındıktan sonra önceden belirtilmiş iletilmekte olan verinin karakterleri, veri olarak kaydedilir. Eğer alıcı ve verici clock frekansları tam uyumlu değilse alıcı shift registerına son bit yükleninceye kadar geçen zaman içinde senkronizasyonda küçük bir kayıp olabilir. Buna bağlı olarak hata olasılığını yok etmek için her sözcüğün sonunda stop bitleri bulunur. Bu bitler, doğru okumayı sağlayabilecek ölçüde alıcı clockunun bozulup bozulmadığını anlayabilmek için kontrol amacıyla kullanılırlar. Eğer bozulmuşsa çerçeve hata sinyali üretilir (Allahverdi ve ark. 1995).

##### 3.1.3. Hata kontrolü (Error Checking)

Dijital devreler, analog devrelere göre daha düşük gürültü bağışıklılığına sahiptir. Bir iletişim hattındaki tek bir bit hatası veya gürültü etkisi veriyi bozabilir. İletişim esnasında her hangi bir hata olduğunu tanımlamak amacıyla gönderilen, alınan verinin aynı olduğundan emin olmak için kullanılan kontrol ve hata kontrol metodları vardır. CPU sistemlerinde, en çok kullanılan hata kontrol metodu parity check'dir. Parity check metodunda, verinin içindeki 1'ler sayılır ve veri sözcüğünün sonunda extra bir bit üretilir. Bu bite, parity biti adı verilir. Parity check'in iki tipi vardır. Bunlar tek parity (Odd) veya çift parity (Even) parity'dir. Tek parity'nin üretildiği metotta verinin parity biti de dahil olmak üzere bir bayt içindeki 1'lerin sayısının tek olduğunu göstermek için kullanılır. Çift parity'nin üretildiği metotta, parity biti de dahil olmak üzere verinin

içindeki 1'lerin sayısının çift olduğunu belirtmek için kullanılır. Parity biti genellikle tek parity için 0, çift parity için ise 1'dir. Alıcı aldığı verinin parity biti ile kendisinin ürettiği parity bitini karşılaştırır ve ikisi birbirinden farklı ise parity hata sinyali üretir (Sinha 1988). Parity check kodu birbirini yok eden hataları gözleyemez. Örneğin mekanik bir bağlantıdan dolayı veya çevre gürültüsünden dolayı iki tane 1 sözcüğe eklenirse parity check biti değişmez. Fakat gönderilen veri hatalıdır. Parity check devresi genellikle alıcı ve verici arayüz devresi üzerinden kurulur. 8 bitlik bir sistemde, her veri sözcüğüne bir parity check eklendiğinde veri depolama alanında %12,5'lük bir kayıp olur. Diğer hata kontrol metotları daha az kayıplı depolama alanı içerirler. Bunlar yaygın olarak manyetik disk ve bantlarda kullanılırlar. Bu metod fazlalığa göre kontrol (CRC) olarak adlandırılır. Bu metodun temelinde parity check'deki gibi baytlar içindeki hata değil baytlardan oluşmuş veri blokları içindeki hatayı arama vardır. Bu toplam kontrolün birçok yolu vardır. Bunlardan biri, ayrı ayrı verinin Bit 0, bit 1 ,...,bit 7 pozisyonlarındaki değerlerinin toplanması ve veri blokunun sonuna 8 bayt şeklinde bu toplamın ilave edilmesidir. Diğer bir yol ise veri bloku içindeki her bir baytın toplanması ve gönderilen veri blokunun sonuna 2 bayt şeklinde bu toplamın ilave edilmesidir(Sinha 1988).

Alınan veride bir hata olduğu belirlendiğinde, alma işleminin sonuna veri transferinin başarısız olduğunu veya hatanın meydana geldiğini bildirmek için geri yönde bir sinyal gönderilir. Böylece hatalı veri blokunun yerine geçerli olan başka bir veri blokunun gönderilmesi gerektiği bildirilir. Hata kontrolünün sonunda hatayı düzeltmek için kullanılan kodlar vardır. Bu kodlar alma işlemi sonunda bir koda göre toplanarak, ardışıl bir tanımlama içinde veri sözcüğündeki parity bitleri şeklinde oluşturulur.

## **3.2. Seri İletişim Protokolleri**

### **3.2.1. RS-232C Seri iletişim protokolü**

Çok yaygın olarak kullanılan seri ikili arayüz standarttır. Gönderme, alma işlemlerinin sonunda el sıkışma protokolleri kadar sinyallerin elektriksel özelliklerini ve voltaj seviyelerini düzenleyen bir protokoldür. Bir RS-232C sistemi, 3 hat kullanarak işlemleri yapabilir. RS-232C sisteminde hattın bir ucu veri terminal teçizatı (DTE) olarak diğer ucu ise veri haberleşme teçizatı (DCE) olarak dizayn edilir. Sinyal ve kontrol hatları da isimlendirilmiştir. Örneğin hat 2, veri gönderici olarak isimlendirilir. Bu hat, bilgisayar tarafından gönderilen verileri taşır. Bir modem-bilgisayar sisteminde, bilgisayar DTE modem ise DCE dir. Mümkün olan en basit arayüz, 3 önemli hat kullanılarak bağlanabilir. Bunlar RS-232C üzerindeki 2, 3, 7 pinleridir. Buradaki hat 2, gönderilen veriyi DTE'den DCE'ye taşır. Hat 3 ise alınan veriyi DCE'den DTE'ye taşır. Hat 7 ise her iki hat için topraktır (Stephenson ve Cahill 1991).

### **3.2.2. RS-232C El sıkışma**

RS-232C arayüzü bir bilgisayarı modeme bağlamak için kullanılan tipik bir bağlantıdır. Bu arayüz, temelde 3 hattan (hat 2, hat 3, hat 7) oluşur. Diğer hatlar ise bilgisayar ve modem arasında el sıkışma için kullanılırlar. Bu işlemde, modem hazır oluncaya kadar bilgisayardan karakterler gönderilmez. Örneğin hat 20, veri terminali hazır (DTR) ve hat 6, veri haberleşme hazır (DCR) hatlarıdır. El sıkışma işlemi başladığında bilgisayar, modeme sinyali göndermek için DTR hattını "1" (high) yapar. Modem hazır olduğunda cevap olarak DCR hattını "1" (high) yapar. Her iki sinyal de doğru oluncaya kadar bilgisayar veri göndermez. Başka bir el sıkışma tipinde de gönderme isteği hat 4 (RTS) ve gönderme için temiz hat 5 (CTS) kullanılır. El sıkışma periyodu başladığında, bilgisayar gönderme isteği hattını (hat 4) 1 yapar. Eğer modem hazırsa gönderme için temiz (hat 5) hattını 1 yapar ve veri gönderilir. Diğer RS-232C hatlarından birkaçı bazı arayüzlerde kullanılır. Hat 8 taşıyıcı kontrolüdür. Modem, bir telefon hattına bağlı iken telefon hattının aktif hale geçip geçmediğini taşıyıcı sinyalini kontrol ederek algılar. Hat 12, hız göstergesi olarak kullanılır. Yüksek hızlı çalışma modunda, modem bu hattı 1 durumunda tutar. Bazı modemler hat 22'yi telefon bağlantısının tamamlandığını ve hattın diğer ucundaki telefonun çaldırıldığını belirtmek için kullanır (Stephenson ve Cahill 1991).

### **3.2.3. RS-422 ve RS-423 seri iletişim protokolleri**

RS-232C, uzak mesafeler için işaretleşmeye uygun değildir. Bunun için iki yeni standart geliştirilmiştir. Bunlar RS-422 ve RS-423'dür.

RS-422 ve RS-423 protokolleri arasındaki temel fark RS-423'ün, RS-232C gibi dengesiz bir iletişim hattı kullanması, RS-422'nin ise dengeli iletişim hattı kullanmasıdır (Stephenson ve Cahill 1991).

## 4. VERİCİ VE ALICI DEVRELERİN TASARLANMASI

### 4.1. İletişim Frekansının Ve Modülasyonunun Seçilmesi

Bir iletişim sisteminde bilgi, analog sinyaller veya sayısal darbeler halinde yayılabilir. Analog bilgiye örnek olarak insan sesi, video resim bilgisi ya da müzik, sayısal darbelere örnek olarak ikili kodlu sayılar, alfa sayısal kodlar, grafik semboller, mikroişlemci işlem kodları ya da veri tabanı bilgisi verilebilir. Ancak çoğu zaman, kaynak bilgi ilk haliyle iletim için uygun değildir. Bu nedenle, iletimden önce daha uygun bir şekilde dönüştürülmesi gerekir. Yeryüzü atmosferi ortamında, alçak frekanslı elektromanyetik enerjinin yayılmasını gerçekleştirmek elverişli değildir. Bu nedenle, radyo iletişimini gerçekleştirmek için alçak frekanslı bilgi sinyallerini, yüksek frekanslı bir sinyale bindirmek gerekir. Elektronik iletişim sistemlerinde, kaynak bilgi tek frekanslı sinüzoidal bir sinyali modüle eder. Bu işlem modülasyon olarak adlandırılır. Modülasyon, sayısal (darbe) veya analog modülasyon olarak gerçekleştirilebilir. Radyo haberleşmesinde kullanılan modülasyon türü analog modülasyondur. Analog modülasyon üç ayrı şekilde gerçekleştirilebilir. Bunlar genlik modülasyonu, frekans modülasyonu ve faz modülasyonudur. Genlik modülasyonu (AM), yüksek frekanslı bir taşıyıcının genliğini, bilgi sinyaline uygun olarak değiştirmektir. Genlik modülasyonunda, taşıyıcının genliği bilgi sinyalinin genlik değişimine bağlı olarak değiştirilip, bilginin taşıyıcı üzerine aktarılması gerçekleştirilir. Genlik modülasyonu, ticari ses ve görüntü yayınında kullanılan nispeten ucuz, düşük kaliteli bir modülasyon tipidir. Bu tür modülasyonda iletim sırasında, iletim ortamından kaynaklanan gürültülerin, iletilen taşıyıcı sinyal üzerine genlik olarak binerek, bilgi sinyalini bozma ihtimali daha yüksektir.

Bunun yanı sıra, aç modülasyonu olarak adlandırılan frekans ve faz modülasyonunda ise taşıyıcı sinyalin, frekans veya fazı bilgi sinyaline bağlı olarak değiştirildiği için alma işlemi sırasında taşıyıcı sinyal üzerinde meydana gelen genlik değişimleri göz önüne alınmaz. Bunun için bu tür analog modülasyonların gürültüden etkilenme ihtimali daha düşüktür (Tomasi 1994). Uzaktan kumanda sistemlerini incelediğimizde, bu sistemlerde çevreden gelebilen gürültüden etkilenme olanaklarının mevcut olduğunu görmekteyiz. Bu nedenle bizde uzaktan kumanda sistemimizde mikroişlemci kodlarını iletteğimiz için gürültüden daha az etkilenmesini sağlamak amacıyla, frekans modülasyonunu seçmeyi uygun gördük. İletişim frekansını ise sistemin iletim ortamından gelebilecek olan gürültülerden etkilenmemesi için frekans spektrumu içinde herhangi bir yayın bulunmayan S-5 (132 -139 Mhz) frekans bandında olacak şekilde seçtik (Selek 1997).

### 4.2. Verici Devrenin Tasarımı

Sayısal iletişim terimi, aralarında sayısal iletim ve sayısal radyo haberleşmesinde bulunduğu geniş bir iletişim teknikleri alanını kapsar. Sayısal iletim, bir iletişim sisteminde iki nokta arasında sayısal darbelerin iletilmesidir. Sayısal radyo haberleşmesi, bir iletişim sisteminde iki nokta arasında sayısal modülasyonlu analog taşıyıcıların iletilmesidir. Sayısal iletim sistemleri, verici ile alıcı arasında tel çifti, koaksiyel kablo ya da fiber optik kablo gibi fiziksel bir malzeme gerektirirler. Sayısal radyo haberleşme sistemlerinde ise iletim ortamı boş alan ya da yeryüzü atmosferidir. Sayısal bir radyo haberleşme sisteminde, modüle edici giriş sinyali ve demodüle edilmiş çıkış sinyali sayısal darbelerdir. Sayısal darbeler, sayısal bir iletim sisteminden, anabilgisayar gibi sayısal bir kaynaktan ya da analog bir sinyalin ikili kodlanmasından kaynaklanabilir. Analog bir sinyalin, ikili bir sayısal sinyalle kodlanabilmesi için kullanılan yöntemlerden birisi de Frekans Kaymalı Anahtarlama (FSK- Frequency Shift Keying) sayısal modülasyon yöntemidir (Tomasi 1994).

#### 4.2.1. Frekans kaymalı anahtarlama (FSK - Frequency Shift Keying)

Frekans kaymalı anahtarlama (FSK), basit, iyi bir performansla sahip sayısal modülasyon biçimidir. İkili FSK'da, taşıyıcı frekansı ikili giriş verisi tarafından kaydırılır. Buna bağlı olarak FSK modülatörün çıkışı, ikili giriş sinyali, 0 mantık düzeyinden 1 mantık düzeyine ya da 1 mantık düzeyinden 0 mantık düzeyine değiştiğinde, iki frekans arasında kayar. Bunlar mantık 0 frekansı ile mantık 1 frekansıdır. FSK'da, ikili giriş sinyalinin mantık durumu her değiştiğinde, çıkış frekansında da bir değişiklik olur. Dolayısıyla çıkış değişim hızı, giriş değişim hızına eşittir. FSK modülatör bir tür FM vericidir. Çoğunlukla da gerilim kontrollü bir osilatör (VCO - Voltage Controlled Oscillator) dır (Tomasi 1994).

Sayısal olarak kodlanmış analog sinyallerin iletimi, analog sinyalleri oldukları gibi iletmeye oranla daha fazla bant genişliği gerektirir. Bant genişliğinin artması da, ortaya çıkacak olan bütün yan bantların, yeterli bir güç seviyesinde iletilmesi

için verici gücünün artmasına sebep olur. Bunun yanı sıra, sistemin diğer tarafındaki alıcı devrenin de geniş bir bant genişliğinde, sabit bir kazançla alış yapabilme şartını gerektirir (Haykin 1989).

Bu dezavantajları ortadan kaldırmak amacıyla, uzaktan kumanda sisteminde sayısal olarak kodlanmış analog sinyal yerine, analog sinyalle modüle edilmiş bir taşıyıcı kullanılmıştır. Dolayısıyla, ikili sayısal veri ile mantık 1 ve mantık 0 seviyelerini temsil eden, analog modüle edici bir sinyalin üretilmesi gerekmektedir. Bu işlem bir VCO devresi ile gerçekleştirilerek, ikili bir sayısal verinin analog bir modüle edici sinyale dönüştürülmesi sağlanmıştır. Bu VCO devresi ile düşük frekanslı bir FSK modülasyonu gerçekleştirilerek, ikili verinin analog veri şekline dönüşmesi sağlanmıştır.

8038'li bu devre bir FSK modülatör işlevi yapmaktadır. Burada modüle edici sinyal girişinde kullanılan analog anahtar ile modülatör devresinin ürettiği analog sinyal, iki farklı frekans alacak şekilde anahtarlanmaktadır. Böylece mikrokontrollörden gelen ikili seri verinin, mantık 1 ve mantık 0 seviyeleri modülatör çıkışındaki analog sinyal üzerinde, iki farklı frekans olarak analoga dönüştürülmüş olur. Burada mantık 0 için 100 Khz mantık 1 için ise 10 Khz frekansları seçilmiştir (Selek 1997).

#### 4.2.2. FM Verici

FSK modülatör çıkışındaki, sayısal ikili verinin 1 ve 0 mantık seviyelerini ifade eden alçak frekanslı analog sinyal, FM verici tarafından daha yüksek frekanstaki bir analog taşıyıcı sinyal ile modüle edilmektedir. Bunun sonucunda, yapılan verici yayını frekans modülasyonuna dönüşmektedir. Bu işlemi yerine getirebilmek için üç kısımdan oluşan bir FM verici kullanılmaktadır. Bunlar FM modülatör katı, RF yükseltec katı, anten empedans uygunlaştırıcı katıdır (Kennedy ve Davis 1992).

Burada vericinin çalışma frekansını belirleyen devre, modülatör devresi içindeki tank devresidir. Bu devre içinde bulunan bobin ve kondansatörlerin değerleri hesaplanarak vericinin çalışma frekansının istenen bir değere ayarlanması sağlanmış olur. Bu işlemleri yerine getirebilmek için önce bazı değerlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bunlar vericinin çalışma frekansı, tank devresi içinde kullanılacak olan kapasitenin değeri ve bobinin hangi büyüklükte bir çap üzerine sarılacağı gibi bilgilerdir (Radio Amateur's Handbook 1982). Bunlar tespit edildikten sonra çalışma frekansına göre dalga boyunun ( $\lambda$ ) belirlenmesi ve Thomson formülünden faydalanarak, kullanılacak bobinin değerinin bulunması gerekir. Thomson formülü aşağıda belirtilmiştir.

$$\lambda = 1,885 \times \sqrt{L \times C} \quad (\text{metre})$$

Burada  $\lambda$  (metre) ve C (pF) değerleri belli ise

$$L = \frac{\lambda^2}{1,885^2 \times C} \quad (\mu H) \quad \text{olarak bulunabilir.}$$

Bu işlem gerçekleştirildikten sonra L ( $\mu H$ ) değeri Nagaoka formülünden yerine yazılarak, bobinin sarılacağı sarım sayısı bulunmaya çalışılır.

Nagaoka formülü aşağıda verilmiştir (Radio Amateur's Handbook 1982).

$$L = 0,00987 \times n^2 \times D^2 \times l \times K \quad (\mu H)$$

Bu ifadeden n çekilirse,

$$n = \sqrt{\frac{L}{0,00987 \times D^2 \times l \times K}} \quad \text{sarım sayısı bulunur.}$$

Bunun sonucunda, tank devresi içinde kullanılacak olan bobin sarım sayısı tesbit edilmiş olur.

Verici devre içinde kullanılacak tank devresi bobininin hesaplanması,

Kabul edilenler:

$$f = 134 \text{ Mhz}$$

$$C = 95 \text{ pF}$$

$$l = 0,8 \text{ cm}$$

$$D = 0,5 \text{ cm}$$

Burada verilen D ve l değerleri kullanılarak, D / l oranında bulunan değerden Nagaoka çizelgesine bakılarak buna karşılık gelen k (Nagaoka katsayısı) bulunur (Selek 1997).

$$D / l = \frac{0,5}{0,8} = 0,625 \text{ dir. Buna karşılık gelen } k = 0,782 \text{ bulunur.}$$

Buradan,

$$\lambda = \frac{c \left( \frac{m}{sn} \right)}{f \text{ (hz)}} \text{ (metre) ifadesi kullanılarak ,}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{134 \times 10^6} = 2,238 \text{ metre, olarak vericinin dalga boyu bulunup, L değerini}$$

bulmak için Thomson formülünde yerine konulursa,

$$L = \frac{\lambda^2}{1,885^2 \times C} = \frac{2,238^2}{3,553 \times 95} = \frac{5}{337,535} = 0,0148 \mu H \text{ bulunur. Buradan}$$

Nagaoka ifadesi ile,

$$n = \sqrt{\frac{0,0148}{0,00987 \times 0,5^2 \times 0,8 \times 0,782}} \cong 3 \text{ sarım olarak bulunur.}$$

d tel çapı ise,

$$d = \frac{D \text{ (mm)}}{n} = \frac{5}{3} = 1,66 \text{ mm olarak bulunur.}$$

Bu devreden elde edilen FM çıkış sinyali, tek transistörlü bir RF yükseltici ile yükseltilerek, anten empedans uygunlaştırıcı yükselteç devresi olan 3. kattaki tek transistörlü devreye uygulanmaktadır. Bunun sonucunda, girişten verilen FSK modülatör çıkışı, 134 Mhz'de bir taşıyıcı FM modülasyonuna tabi tutarak, FM yayınının oluşmasını sağlamaktadır (Selek 1997).

Verici devrenin kararlı bir şekilde çalışabilmesi için besleme devresinde regüleli doğrultucu kullanılmıştır. Bu devre ile bataryadan elde edilen gerilimde, zamanla meydana gelebilecek olan gerilim düşüşünden, vericinin etkilenmemesi amacıyla vericiye uygulanan gerilim belli bir değere kadar hep aynı seviyede tutulmaktadır.

### 4.3. FM Alıcı Devrenin Tasarımı

Uzaktan kumanda sisteminde radyo alıcısı olarak SONY firmasının üretmiş olduğu CXA 1191S entegresinden oluşan FM alıcı kartı kullanılmıştır. Bu entegre bir çok üstün özelliğe sahiptir. Bunlar, geniş bir frekans bandında alış yapabilecek şekilde RF katına sahip olması, hassas bir seçicilik özelliğine sahip olması, duyarlılığının yüksek olması, sadakat olarak ifade edilen bilgi sinyalini yeniden oluşturma özelliğinin yüksek olması ve düşük bir gürültü seviyesine sahip olmasıdır (Selek 1997).

### 5. Mikrokontrollörlü Kumanda Cihazının Çalışma Algoritması

Seri portun scon registeri anlatılırken açıklanmış olduğu gibi, MCS-51'in asenkron portu 4 değişik modda çalışabilir. Bunlardan RS-232C protokolüne en uygun olanı 1. moddur. Bu modda MCS-51, 8 bit iletici-kabul edici olarak çalışabilir. Bu durumdaki bütün standart iletişim hızlarında RS-232C protokolü uyumlu bir çalışma sağlar.

Seri portun ayarlanması ile ilgili program parçası aşağıda verilmiştir.

SCON ← 50H ; Seri portun dublex olarak çalışmasını sağlar.

TMOD ← 20H ; Timer 1'i mod 1'e ayarlar.

PCON ← 00H ; İletişim hızının sabit tutulmasını sağlar.

TCON ← 40H ; Timer 1'i çalıştırır.

TH1 ← 72H ; İletişim hızını 110 baud/s olarak ayarlar.

Seri port buradaki gibi ayarlandıktan sonra tuş takımından veri tarama işlemi yapılabilir.

A ← P1

Burada P1, tuş takımını mikrokontrollöre bağlayan porttur. A ise mikrokontrollörün akümülatörüdür.

Tarama bu şekilde yapıldığında, durumun devamlı olarak kabul ediciye aktarılması gerekir. Fakat iletişimin güvenliği açısından, yalnız durum değişikliklerinin karşı tarafa iletilmesi daha uygundur. Bunu sağlayabilmek için aşağıdaki işlemlerin gerçekleştirilmesi gerekir (Selek 1997).

B ← FFH

MM1 P1 ← FFH

A ← P1

Eğer A ← P1 ise MM1

Eğer A ← B ise GÖNDER

GEÇ MM1

GÖNDER...

Gönderme işlemi, P1'in içeriğinin B registerine iletilmesi ile başlar. Bu işlem ard arda gerçekleştirilecek olan taramalar sırasında, tuş takımının durumunun değişip değişmediğini tespit etmek için gerekir. Bundan sonra A'nın içeriği, seri portun buffer registerine iletilir. Bu yolla P1'den A'ya aktarılmış olan durum kodunun seri port üzerinden gönderilmesi başlar.

B ← P1

SBUF ← A



Bundan sonra, bir bayt şeklinde iletilmekte olan durum kodunun iletilmesinin bitmesi beklenilir. MCS-51 sistemin de iletilen verinin bitmesi, SCON registerinin birinci bitinin set (1) edilmesi ile belirtilir. Buna göre de bir sonraki işlem olarak aşağıdaki şartlı geçiş işlemi kullanılır.

DÖN1 Eğer SCON.1 = 0 ise DÖN1

İletişim bittiğinde yeni baytın iletilmesine geçebilmek için SCON.1 = 0 yapılmalıdır. Buraya kadar açıklanmış olan işlemler, bir bayt verinin iletilmesini sağlamaktadır. Fakat verici ataletli bir sistem olduğu için ilk göndermenin hatalı olması ihtimali vardır. Bunun için aynı verinin tekrar gönderilmesine ihtiyaç duyulur. Kabul edici taraf birinci baytı alır. Fakat çıkışa aktarmaz. İkinci baytın hatasız iletilmiş olduğunu kabul ederek alıp çıkışa aktarabilir. Pratikte değişik engellerin etkili olması sebebi ile iletilmiş olan tek baytın bu engellerden etkilenerek bozulabileceği düşünülüp, bu projede aynı veri ard arda iki kere gönderilmektedir (Selek 1997).

Bunlara bağlı olarak gönderme işlemi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilebilir.

SBUF ← A

DÖN2 Eğer SCON.1 = 0 ise DÖN2

BEKLEME

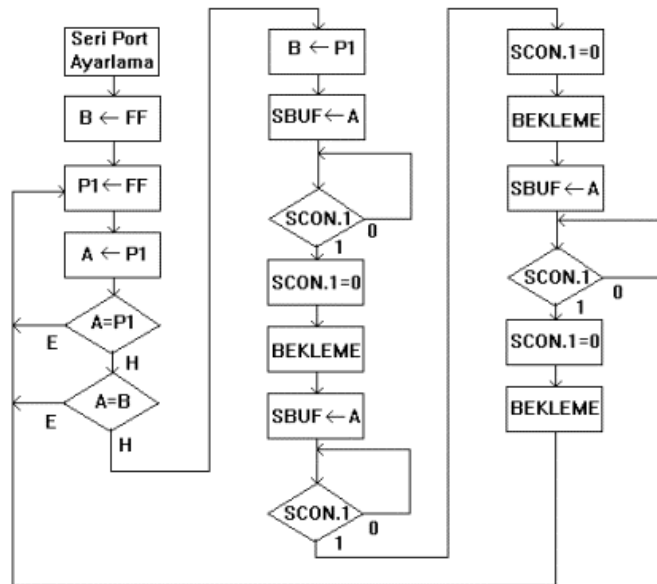
SBUF ← A

DÖN3 Eğer SCON.1 = 0 ise DÖN3

BEKLEME

DÖN MM1

Sonuç olarak, tuş takımının durumunun karşı tarafa iletilme algoritması şekil 1'deki gibidir.



**Şekil 1. Kumanda cihazının iletilme algoritması**

Şekil 1'deki bu algoritmanın MCS-51 sistemi için programı aşağıda verilmiştir (Selek 1997).

ORG \$0000

MOV P1, #\$FF

MOV SCON, #\$50

MOV TMOD, #\$20

MOV PCON, #\$00

MOV TCON, #\$40

MOV TH1, #\$72

MOV B, #\$FF

ACALL BEKLE2

MM1

MOV P1, #\$FF

NOP

NOP

MOV A,P1

ACALL BEKLE1

CJNE A,P1,MM1

GÖNDER

MOV B,P1

MOV SBUF, A

JNB SCON.1,\*

CLR SCON.1

ACALL BEKLE1

MOV SBUF, A

JNB SCON.1,\*

CLR SCON.1

ACALL BEKLE1

MOV SBUF, A

JNB SCON.1,\*

CLR SCON.1

```
ACALL BEKLE1

ACALL BEKLE1

ACALL BEKLE1

ACALL BEKLE1

AJMP MM1

BEKLE1      MOV R1,#$65

DÖN1       MOV R2,$FF

           DJNZ R2,*

           DJNZ R1,DÖN1

           RET

BEKLE2     MOV R3,$10

DÖN2      ACALL BEKLE1

           DJNZ R3,DÖN2

           RET
```

## 6. Mikrokontrollörlü Alıcı Cihazının Tasarımı

INTEL 8031 mikrokontrollörü çevre ile 4 paralel, bir seri port üzerinden haberleşme yapabilmektedir. Kumanda cihazındaki mikrokontrollörde olduğu gibi, P0 ve P2 portları EPROM bağlantısı için P3 portu ise seri iletişim amacıyla kullanılır. Neticede kumanda edilecek olan birimlerle bağlantı için P1 portu tamamen, P3 portu ise kısmen kullanılabilir. Bu projede yönetilecek olan dış birimlerin (rolelerin) toplamı 6'yı aşmadığı için P1 portu kontrol için yeterlidir. Bu port role kartı ile, roleler ise yönetilen birimlerle ilişkilendirilmiştir (Selek 1997).

## 7. Mikrokontrollörlü Alıcı Cihazının Çalışma Algoritması

Verici cihazında olduğu gibi, alıcı cihazında da önce seri portun program yoluyla ayarlanması gerekir. Söz konusu bu ayar aşağıdaki gibi gerçekleştirilir.

```
SCON ← 50H

TMOD ← 20H

PCON ← 00H

TCON ← 40H

TH1  ← 72H

P1   ← FFH
```

Bundan sonra mikrokontrollör seri portun bufferinin dolmasını bekler. Bu bekleme,

KABUL Eğer  $SCON.0 = 0$  ise KABUL

Bu şarta göre  $SCON.0=1$  olduğunda, mikrokontrollör döngüden çıkar ve program devam eder. Söz konusu durumda, seri portun buffer registerinde kabul edilmiş olan 1 bayt hazır bulunduğundan bu bayt işleme sokulabilir. Bu işlemler aşağıdaki gibi sıralanır (Selek 1997).

$A \leftarrow SBUF$

$SCON.0 \leftarrow 0$

$R1 \leftarrow A$

Alıcı devrenin algoritmasında açıklandığı gibi, radyo vericisi ataletli bir birim olduğu için 1. iletilen baytın hatalı olma ihtimali yüksektir. Bunun için de aynı bayt ard arda iki kere daha gönderilmektedir.

DÖN6 Eğer  $SCON.0 = 0$  ise DÖN6

$A \leftarrow SBUF$

$SCON.0 \leftarrow 0$

$R2 \leftarrow A$

DÖN7 Eğer  $SCON.0 = 0$  ise DÖN7

$A \leftarrow SBUF$

$SCON.0 \leftarrow 0$

Böylece 2. kabul edilen bayt R2 registerinde, 3. kabul edilen bayt ise A akümülatöründe bulunur. İletişimin hatasız olarak gerçekleştirilmiş olduğundan emin olmak için R2 registerinin içeriği ile A akümülatörünün içeriği karşılaştırılmalıdır. Bu karşılaştırmanın sonucu olumlu ise iletişimin hatasız gerçekleştirildiğine karar verilir. Aksi takdirde iletişim hatalı kabul edilerek yeni iletişime hazır olmak için gereken işlemler yapılır.

KONTROL Eğer  $A \neq R2$  ise HATA

$A = R2$  olduğunda ise, iletişim hatasız olduğu için aşağıdaki algoritmaya bağlı olarak kabul edilen bayt, kontrol kodu olarak mikrokontrollörün P1 çıkış portuna aktarılır. Bunun yanı sıra alarm sistemini pasif duruma getiren bit de (P3.4) set (1) edilir.

$P1 \leftarrow FFH$

$P3.4 \leftarrow 1$

$P1 \leftarrow A$

GEÇ KABUL

Kontrol işleminde görüldüğü gibi, iletişim hatalı olduğunda alıcı hata işlemini gerçekleştirir. Bu işlemde, hatadan doğabilecek olan kazaların önlenmesi için çıkış portuna FF kodu gönderilir. Bu koda göre çıkış tamamen pasif hale getirilir. P3.4 sıfırlanarak alarm çalıştırılır. Kabul için sorumlu A akümülatörü ve seri portun buffer registeri, SBUF ve SCON registerinin 1. biti başlangıç durumuna getirilir. Bundan sonra kabule geçilir (Selek 1997).

$P1 \leftarrow FFH$

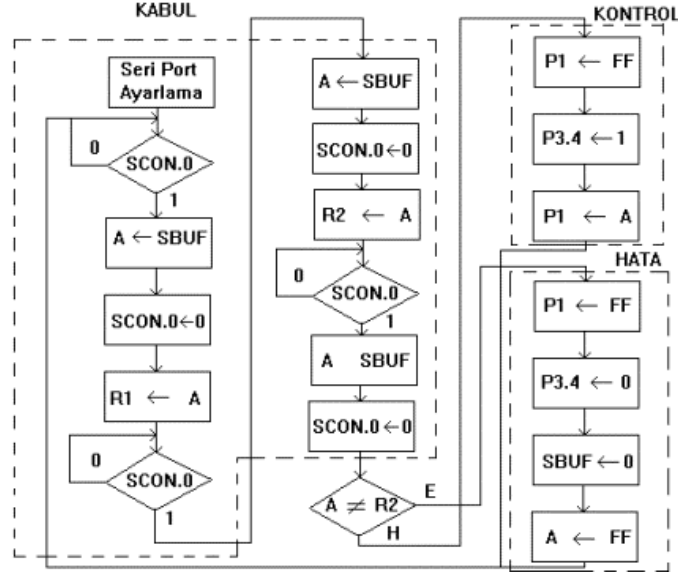
P3.4 ← 0

A ← FFH

SBUF ← 0

GEÇ KABUL

Bu açıklamalara göre düzenlenmiş alıcı mikrokontrollörün çalışma algoritması şekil 2'de verilmiştir.



**Şekil 2. Mikrokontrollörlü alıcı cihazının kabul etme algoritması**

Bu algoritmaya göre MCS-51 sistemi için düzenlenmiş olan kabul edici programı aşağıdaki gibidir (Selek 1997).

```

ORG $0000

MOV SCON,#$50

MOV TMOD,# $20

MOV PCON,#$00

MOV TCON,#$40

KABUL      JNB SCON.0,*

           MOV A,SBUF

           CLR SCON.0

           MOV $01,A

           JNB SCON.0,*

           MOV A,SBUF

           CLR SCON.0
  
```

```
CJNE A,$02,HATA  
  
MOV P1, #$FF  
  
SETB P3.4  
  
MOV P1,A  
  
ACALL BEKLE  
  
AJMP KABUL  
  
HATA      MOV P1, #$FF  
  
CLR P3.4  
  
MOV A, #$FF  
  
MOV SBUF, 0  
  
CLR SCON.0  
  
ACALL BEKLE  
  
AJMP KABUL  
  
BEKLE     MOV R1, #$FF  
  
DÖN      MOV R2, #$FF  
  
DJNZ R2,*  
  
DJNZ R1,DÖN  
  
RET
```

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 8.1. Sonuçlar

Günümüzde Mars'tan görüntülerin elde edildiği bir dönemde, sayısal uzaktan kumanda sistemlerinin nedenli önemli olduğu net bir şekilde açıklığa kavuşmuştur. Bu tür sistemlerin çeşitli sanayi alanlarına uygulanması hiç şüphesiz sanayide verimliliğin artması anlamına da gelmektedir.

Çalışmamızda, uzaktan ve kablosuz bir sayısal kumanda sistemi geliştirilmiştir. Sistemin temel işlemci elemanı INTEL 8051 mikrokontrollördür. Mikrokontrollör kullanılması tasarlanan cihaza gerektiğinde daha çok fonksiyonlar ekleyerek, onu genel amaçlı bir sistem haline dönüştürme imkânı sağlamaktadır. Bu kablosuz uzaktan kumanda sisteminin vinçlere uygulanması düşünülmektedir. Bunun için vincin, her üç eksen (x, y, z) üzerinde ileri ve geri hareketinin sağlanması gerekmektedir. Bu işlemleri yerine getirecek sistem, verici ve alıcı olmak üzere iki ayrı birimden oluşmaktadır. Verici, el kumandası gibi düşünüldüğünden küçük bir cihaz olup taşınabilmektedir. Kumanda cihazında 8051 mikrokontrollör verici kartı, FSK modülatörü ve FM verici bulunmaktadır.

Alıcı ise vincin üzerine sabitlenmiş olarak yerleştirilmiştir. Alıcı cihazı FM alıcı devre, dalga şekillendirici devre ve 8051

mikrokontrollör alıcı kartından oluşmaktadır. Bu çalışma tamamlandığında aşağıdaki değerlendirmeler ortaya çıkmıştır.

- Literatür taraması yapıldığında, ülkemizde vinçler üzerinde uzaktan kumanda sistemlerinin yaygın olarak kullanılmadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda dünyada bu gibi sistemlerin uzay çalışmalarında, radyasyonlu sistemlerin kontrolünde, robotlarda, motor hız sürücü devrelerin kontrolünde, çok fazlı sistemlerde fazlar arasındaki kaymaların ve dengesizliklerin kontrolünde v.b. kullanıldığı gözlemlenmiştir.

- Uzaktan kumanda sistemlerinde veri gönderme ve veri kabul etme, iletişimin temelini oluşturduğu için çalışmada bu prensiplere detaylı olarak değinilmiştir. Bu iletişim türleri analiz edilmiş ve sonuç olarak asenkron seri veri iletişiminin amaca daha uygun olduğu kararına varılmıştır. Bunun için çalışmada, RS-232C seri iletişim protokolü ve asenkron seri veri iletişim standardı kullanılmıştır.

- Uzaktan kumanda sistemleri incelendiğinde, bu sistemlerde çevreden gelebilen gürültüden etkilenme olanaklarının mevcut olduğu görülmektedir. Bu nedenle,, biz de uzaktan kumanda sistemimizde mikrokontrollör kodlarını iletteceğimiz için gürültüden daha az etkilenmesini sağlamak amacıyla FM'i seçmeyi uygun gördük. Sistemin çalışma frekansının, çalışma ortamından gelebilecek olan gürültülerden etkilenmemesi için frekans spektrumu içinde herhangi bir yayının bulunmadığı S-5 (132-139MHz) frekans bandı olarak seçilmiştir.

- Mikrokontrollörler arasında mükemmelliği ile dikkati çeken INTEL MCS-51 ailesinden olan mikrokontrollörlerdir. Bu çalışmada, MCS-51 ailesinden olan, daha ucuz ve gerekli fonksiyonları içeren INTEL 8031 mikrokontrollörünün kullanılması kanaatine varılmıştır. Uygulamada, vincin hareketlerini simule etmek için alıcı cihazına bağlanmış olan üç düşük güçlü elektrik motorunu iki yönde hareket ettirebilecek programlar düzenlenmiş ve mikrokontrollörün EPROM'una yazılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, cihazın açık havada 30–40 m mesafeden motorları sağlıklı olarak çalıştırdığı gözlenmiştir.

## 8.2. Öneriler

Çalışmada sunulan tasarım, vinçlerin kullanıldığı çeşitli sanayi alanlarında uygulanması göz önünde tutularak yapılmıştır. Fakat bu proje, diğer benzer kullanım alanlarında da uygulanabilir. Örneğin,

- 1- Ülkemiz için aktüel olan, mayın temizleme işinde, uzaktan kumanda ile hareket ederek mayınlı bölgelerdeki patlayıcıların temizlenmesini sağlayacak bir aracın geliştirilmesinde,
- 2- Havacılık ve denizcilik alanında, insansız araçların kontrolünde,
- 3- Demiryollarının sinyalizasyon ve trafiğinin kablosuz kontrol yoluyla sağlanmasında,
- 4- Yerleşim birimlerindeki içme suyu projesinde, değişik noktadaki su pompaları ve su depolarındaki motorların merkezi bir noktadan kontrolünde,
- 5- İnşaat alanında kullanılan hazır çimento döken kamyonlar gibi araçların idare edilmesinde,
- 6- Sanayi tipi ve buna benzer diğer robotların uzaktan kontrol yolu ile idare edilmesinde,
- 7- Çok geniş fonksiyonlu güvenlik sistemlerinin kontrol ve idare edilmesinde,
- 8- Çok fazlı sistemlerde de fazlar arasındaki kayma ve dengesizlikleri kontrol ve idare etmek amacıyla,
- 9- Bir çok bilgisayarın bulunduğu bir iş yerinde ana bilgisayar ile terminaller arasındaki bilgi alışverişinin kablosuz olarak sağlanmasında,
- 10- Sanayide kullanılan motorların sürücü devrelerinin, motoru kontrol etmek için kullanılan fonksiyonlarının uzaktan kontrol yoluyla gerçekleştirilmesinde,
- 11- Sayısal haberleşme konusunu içeren derslerde, eğitim amaçlı olarak uzaktan kumanda yardımı ile veri iletişiminin öğretilmesi gibi uygulamalar gerçekleştirilebilir.

Bu uygulama, düşük güçlü dc motorları çalıştırabilecek şekilde düzenlenmiştir. Gerçek sanayi vinçlerinin bu proje ile idare edilebilmesi için alıcı çıkışındaki role kartının, yüksek güçlü motorları sürebilecek şekilde motor sürücü devrelerde dahil edilerek düzenlenmesi gerekmektedir. İstenildiği takdirde motor sürücü devreler çoğaltılarak, kontrol edilecek motor sayısı artırılabilir.

Bunların yanı sıra daha uzak mesafeli uzaktan kontrollerin yapılmak istenildiği sistemlerde, bu uygulamanın kullanılabilmesi için FM verici devre çıkışına gereken gücü sağlayacak olan RF amplifikatörlerinin ilave edilmesi yeterlidir.

Dünyada kablosuz uzaktan kontrol daha geniş alanlarda uygulamalar bulmaktadır. Bunlara uzay çalışmaları, radyasyonlu çalışma ortamları v.b. gösterilebilir. Ülkemizde de bu tür çalışmalara başlanılmış olduğunu görerek, yapılan çalışmanın daha da geliştirilerek bu alanlarda da uygulanabileceğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Allahverdi, N. ve ark. 1995. Sayısal Otomatların Sentezi, 1. Baskı, Konya.
2. An, P. 1996. Computer RS-232 Wireless Link, Electronic World and Wireless World June 1996: 454 - 459.
3. Civaner, N. G. 1995. Uzaktan Kumanda Teknolojisi İle Bir Uygulama, 2. Endüstriyel Otomasyon 95 Sempozyumu Bildiriler Kitabı: 9-15.
4. Cross, C. 1996. Wireless Interface Allows Remote-Controlled Variable Speed Drive, Powerconversion and Intelligent Motion Mar 1996 : 6.
5. Embaded Controller Handbook 1988. Intel.
6. Embaded Application Handbook 1991. Intel.
7. Harris Semiconductor 1993-94. Linear and Telecom IC's For Analog Signal Processing Applications, Harris Semiconductor Literature Department, Melbourne.
8. Haykin, S. 1989. An Introduction to Analog and Digital Communications, 1st. ed. John Wiley and Sons Book Company, New York.
9. Hetricon Cont. Sys. 1996. Makina Kontrol Uygulamaları İçin Radyo Dalgalı Uzaktan Kumanda Cihazı GA 609 TG, İstanbul.
10. Kennedy, G., Davis, B. 1992. Electronic Communications Systems, 4th. ed. Mcgraw/Hill Book Company, Singapore.
11. Linton, D. ve ark. 1994. Phase Identification in a Three Phase Using Radio Frequency Remote Telemetry at 458 MHz, Proceeding Of The 29th Universities Power Engineering Conference, Galway.
12. Microchip Databook 1994. Microchip Technology Inc., Intel.
13. Radio Amateur's Handbook 1982. The American Radio Relay League Inc., Newington.
14. Selek M. 1997 Yüksek Lisans Tezi - S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Anabilim Dalı 1997 Konya
15. Sinha, P. K. 1988. Microprocessor For Engineers Interfacing For Real Time Applications, John Wiley and Sons, New York.
16. Sporck, C. E. 1988. CMOS Logic Databook, National Semiconductor Corporation, California.
17. Stephenson, J. G., Cahill, B. 1991. Microcomputer Troubleshooting And Repair, 2nd. ed. Macmillan Computer Publishing, İndiana
18. Stone, N. H., Candidi, M. 1993. Tethering a New Technology, Aerospace America May 1993, Italy.
19. Sungur, C. 1997. MCS-51 Tip Mikrokontrollörün Çevre Birimleri İle Alakalandırılması Ve Numune Bilgisayar Kartının Yapılması, Yüksek lisans Tezi, S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
20. Tomasi, W. 1994. Elektronik İletişim Teknikleri, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları Kaynak Kitap Dizisi, 1. Baskı Evren Ofset A.Ş. Web Ofset Tesisleri, Ankara.