

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ**

KABLOSUZ HABERLEŞME İLE DOĞRU AKIM MOTOR KONTROLÜ

6. PROJE TASARIM YARIŞMASI

Mehmet YILDIZ

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

HAZİRAN 2010

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ**

KABLOSUZ HABERLEŞME İLE DOĞRU AKIM MOTOR KONTROLÜ

6.PROJE TASA,RIM YARIŞMASI

Mehmet YILDIZ

Danışmanı : Prof. Dr. Ömer USTA

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

HAZİRAN 2010

ÖNSÖZ

Bu projeyi hazırlarken desteğini benden esirgemeyen, çözümsüz kaldığım her noktada bana bir yol gösterip yardımcı olan ve dilediğim zaman kendisine ulaşabilme imkânını bana sunan sevgili hocam Prof. Dr. Ömer USTA' ya teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Verdikleri özverili ve kaliteli eğitim sayesinde beni Elektrik Mühendisliği konusunda yetiştiren İTÜ Elektrik Mühendisliği akademik kadrosuna bu vesile ile teşekkürlerimi sunmak isterim.

Doğduğum günden bu yana maddi ve manevi desteklerini üzerimden esirgemeyen, bu yaşıma değin karşılaştığım hertülü zorlukta, bıkmadan, usanmadan bana yardımcı olan ve sevgilerini sunan sevgili aileme şükranlarımı sunuyorum.

Haziran 2010

Mehmet YILDIZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	9
2. DA MOTORLAR	10
2.1 DA Motorun Yapısı.....	10
2.2 DA Motor Çeşitleri.....	13
2.2.1 Sabit Miknatıslı Motorlar.....	13
2.2.2 Seri Uyarmalı Motorlar.....	14
2.2.3 Şönt Uyarmalı Motor.....	15
2.2.4 Kompound Uyarmalı Motor.....	15
2.2.5 Da Motorların Karşılaştırılması.....	16
2.3 DA Motorlarda Hız ve Tork İlişkisi (Şönt Motorlar).....	17
2.3.1 Motor Torku.....	19
2.3.1.1 Sabit Tork.....	19
2.3.1.2 Sabit Tork ve Beygir Gücü.....	20
2.3.1.3 Alan Sargılarında Saturasyon.....	21
2.4 DA Motor Sürücü Esasları.....	21
2.4.1 DA Motor Sürücü Çeşitleri.....	23
2.4.2 DA Motorun Dönüş Yönünü Değiştirmek.....	24
2.4.3 Frenleme Tipleri.....	25
2.4.3.1 Dinamik Frenleme.....	25
2.4.3.2 Rejeneratif Frenleme.....	26
2.4.3.3 Ters Yönde Frenleme.....	29
3. HABERLEŞME	30
3.1 Tanımlar.....	30
3.2 Kablosuz Haberleşme.....	32
4. KONTROL DEVRESİ VE TASARIMI	34
4.1 Akış Diyagramlarının Açıklanması.....	34
4.2 Kullanılan Yazılım ve Malzemeler.....	42
4.3 Şemalar ve Tasarımı.....	43
4.4 Bread Board Devre Kurulumu.....	45
5. TESTLER VE SONUÇLARI	47
SONUÇ VE ÖNERİLER	51
EKLER	52

KISALTMALAR

AA	: Alternatif Akım
CNC	: Computer Numerical Control
DA	: Doğru Akım
PCB	: Printed Circuit Board
DC	: Direct Current

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Çeşitli Doğru Akım Motorları [7].....	10
Şekil 2.2 DA Motorun İç Yapısı [7]	11
Şekil 2.3 DA Motorun Armatür ve Rotor Sargıları [7].....	12
Şekil 2.4 DA Motorun Rotoru [7].....	12
Şekil 2.5 DA Motorun Fırçaları [7].....	13
Şekil 2.6 Basit Bir DA Motor [7].....	14
Şekil 2.7 Seri Uyarmalı DA Motor [7].....	14
Şekil 2.8 Şönt Uyarmalı Da Motor [7].....	15
Şekil 2.9 Kompound Uyarmalı Motor [7].....	16
Şekil 2.10 DA Motorların Karşılaştırılması [7]	17
Şekil 2.11 DA Motorun Eşdeğer Devresi [11].....	18
Şekil 2.12 DA Motorun Gerilim-Hız İlişkisi [11].....	19
Şekil 2.13 Sabit moment [11]	20
Şekil 2.14 Sabit Tork ve Beygir Gücü [11].....	20
Şekil 2.15 Alan Sargılarında Saturasyon [11].....	21
Şekil 2.16 DA Motorun Sürücü Devresi [11]	22
Şekil 2.17 DA Motorun Sürücü Devresi [11]	23
Şekil 2.18 1 ve 4 Bölgede Kontrol [11]	23
Şekil 2.19 DAM'ın 4 Bölgede Kontrolü [11]	24
Şekil 2.20 DA Motorunun Dönüş Yönü Değişimi [11]	25
Şekil 2.21 DAM'da Frenleme [11].....	26
Şekil 2.22 DA Motorunun 4 Bölgede Kontrolü [11]	27
Şekil 2.23 Regeneratif Frenleme [11]	28
Şekil 2.24 DA Motoru Frenleme Sistemlerinin Karşılaştırılması [11]	29
Şekil 2.25 DA Motorunun 2 Bölgede Kontrolü [11]	29
Şekil 3.1 Genel Haberleşme Diyagramı [8]	30
Şekil 3.2 Kablosuz Haberleşme Dşyagramı [10]	32
Şekil 3.3 RF Verici [6].....	33
Şekil 4.1 Basit bir kontrol devresi [12]	35
Şekil 4.2 Anahtarlama [12]	36
Şekil 4.3 Anahtarlama Göre Çalışma Durumu.....	36
Şekil 4.4 Anahtarlama Tümü Olasılıklar [12]	37
Şekil 4.5 Devre Şeması	43
Şekil 4.6 Kontrol Katı	44
Şekil 4.7 Verici Devresi	45
Şekil 4.8 Alıcı Devresi	45
Şekil 4.9 Projenin Son Hali.....	46
Şekil 5.1 ilk Durum Uç Gerilimi.....	47
Şekil 5.2 ikinci Durum Uç Gerilimi.....	48
Şekil 5.3 Üçüncü Durum Uç Gerilimi.....	48
Şekil 5.4 Dördüncü Durum Uç Gerilimi.....	49
Şekil 5.5 Hız Zaman Grafiği (Oransal).....	50

TABLO LİSTESİ

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 Kontrol Devresi Çalışma Planı	34
Tablo 2 Yazılım Çalışma Planı	38
Tablo 3 Verici Yazılımı Akış Diyagramı.....	40
Tablo 4 Alıcı Akış Diyagramı.....	41

KABLOSUZ HABERLEŞME İLE DOĞRU AKIM MOTOR KONTROLÜ

ÖZET

Günden güne gelişme gösteren teknolojik icatlar insan hayatını kolaylaştırmış ve hayatın bir parçası haline gelmiştir. Evde, işte, yolda kısacası hayatın her anında teknolojinin nimetlerinden faydalanılmaktadır. Teknolojinin bu derecede yaygın olması, dolayısıyla onu daha karmaşık bir hale sokmuştur. Öyle ki, artık bir makineyi kontrol etmek onu üretmekten daha zor bir hal almıştır. Bunun başlıca sebepleri arasında: yüksek verimlilik, hassas kontrol, hızlı tepki verme ve uzaktan kontrol gibi istekleri sıralayabiliriz.

Bu çalışmada bir kontrol sisteminden istenilen en önemli özelliklerden biri olan uzaktan kontrol sistemleri incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda edinilen bilgiler ışığında bir DA motorun sürücü devresi tasarlanmış ve RF sistemleri ile uzaktan kontrolü gerçek zamanlı bir sistem üzerinde incelenmiştir.

DC MOTOR CONTROL VIA WIRELESS COMMUNICATION

ABSTRACT

The technological invents which developing day by day make easier the human lives and those invents have become a part of life. At houses, at work or in our whole life we are using the benefits of technology. Although technological invents make easier our lives, control of this machines has become harder. The reasons of those objectives are; such high efficiency, sensitive control, quick feedback and remote control.

At this project, remote control which is the most desired objective of a control system was examined. As a result of this examination, a DC motor driving system has been designed and its working was tried to operate via RF system.

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji dünyası hayatı daha kolay bir şekilde sokmuştur. Teknolojinin hayatımızı kolaylaştırmasındaki en başlıca özelliği bizim yerimize işlerimizi halletmesidir. Sanayide olsun, tarlada olsun, şantiyelerde olsun artık kas gücüne olan gereksinim gitgide azalmakta bunun yerine robotlar, makineler ve güçlü iş araçları tercih edilmektedir.

Bu projede bahsi geçen teknolojik makinelerin kontrolü üzerine, sistemi daha iyi anlamak için prensip olarak çalışacak kablosuz bir kontrol sistemi yapılacaktır.

Genel anlamda kablosuz motor kontrolünü yapabilmek için 4 ana başlık üzerinde durulacaktır.

- Motorlar
- Kablosuz haberleşme
- Mikroişlemciler
- Sürücüler

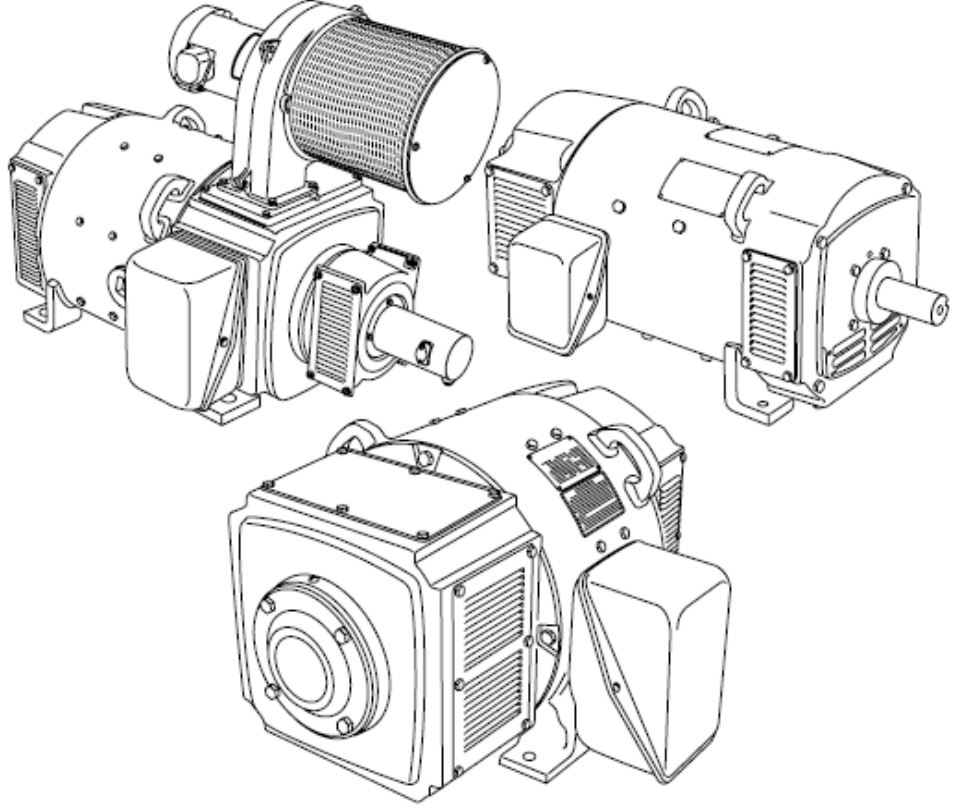
Motor olarak projede motorların genel yapısı ve çalışma prensibi hakkında araştırmalar yapıldı. Motorun genel yapısı derken motorun içyapısı, hangi kısımlardan oluştuğu açıklandı. Çalışma prensibi olarak yasalar, formüller ve belki de projenin omurgası olan motor davranışları üzerine spesifik incelemelerde bulunuldu. Eğer motor davranışları üzerine ayrıntılı bir inceleme yapılmayıp, sadece yapısı ve bazı temel formüller üzerinden motor bahsi kapatılmış olsa idi sağlıklı bir kontrol sistemi yapılamazdı.

Kablosuz haberleşme olarak, neredeyse hayatın her alanında kullanılan RF haberleşme üzerinde duruldu. Kontrol sistemlerinde en çok kullanılan 433 Mhz RF alıcı ve vericiler seçildi. 433 Mhz RF alıcı ve vericilerin seçilme sebebi kullanım için herhangi bir lisans gerektirmemesi, hızlı ve sağlıklı bir iletişim sağlamasıdır.

Sürücüler; aslında tek başına bir anlam ifade etmeyen sürücüler gerçekte olduğu gibi bu projede de bir sonuçtur. Kablosuz haberleşme ile motor kontrolü projemizde tüm bilgileri bir araya getirmeye yarayan sürücüler kısmında: DA motoru, RF haberleşmeyi ve mikroişlemcileri bir araya getirip; uyumlu bir kompozisyon haline getirdik.

2. DA MOTORLAR

DA motorlar uzun yıllar boyunca sanayi uygulamalarında kullanılmaktadır. DA motorları asansörlerde, taşıma sistemlerinde kağıt ve plastik çelik üretiminde ve daha bir çok alanda uygulamalarda görebilmekteyiz.

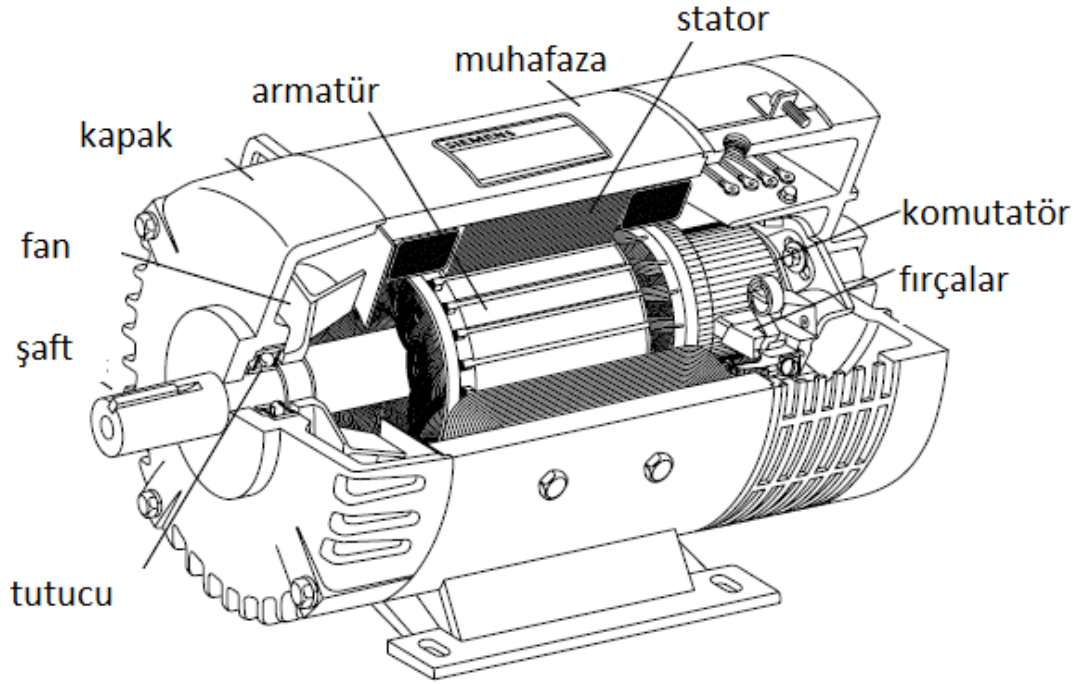


Şekil 2.1 Çeşitli Doğru Akım Motorları [7]

2.1 DA Motorun Yapısı

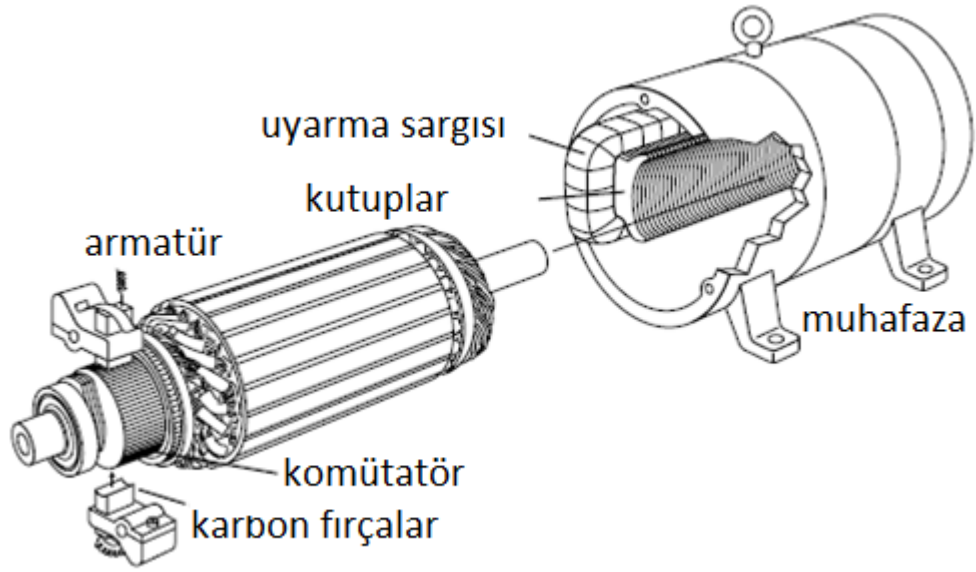
Başlıca DA motor birkaç temel yapıdan oluşur.

- Çerçeve
- Şaft
- Mil yatağı
- Stator sargıları
- Armatür
- Komütatör
- Fırçalar



Şekil 2.2 DA Motorun İç Yapısı [7]

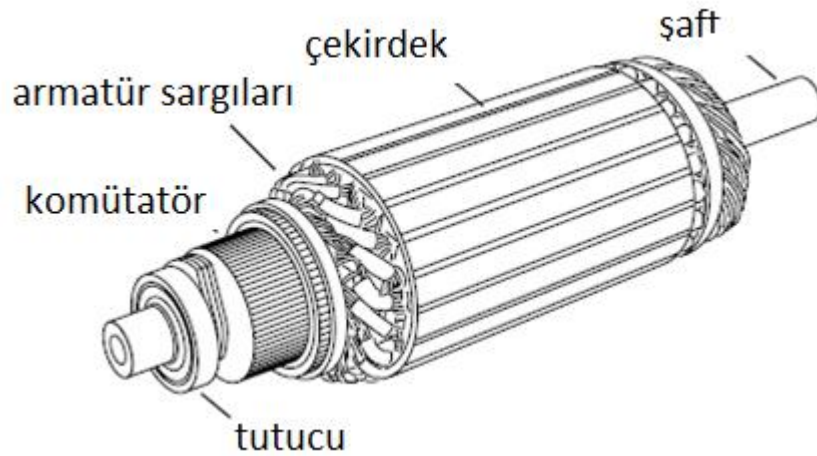
Aşağıdaki resimde DA motorun elektriksel içeriği gösterilmektedir. Dikkat edilmesi gereken bir husus statordaki sargılara stator sargıları, rotordaki sargılara da armatür sargıları denmesidir. Uyarma motorun kutupları tarafında olacaktır. Bilindiği üzere küçük DA motorlarda uyarma sargıları yoktur onun yerine mıknatıslar kullanılır, ancak büyük DA motorlarında uyarma, elektromanyetik yol ile olur. Armatür sargıları uyarma sargıları ile bire bir bağlantılıdır [7].



Şekil 2.3 DA Motorun Armatür ve Rotor Sargıları [7]

➤ Armatür sargıları

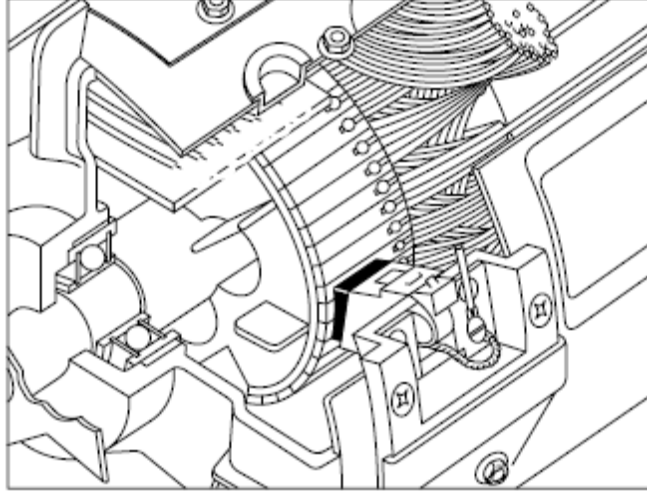
Rotor sargıları, armatör, stator kutuplarının arasına konumlandırılmış ve mil yatağı ile de desteklenmektedir. Armatür başlıca şaft, demir çekireği, armatür sargıları ve komutatörden oluşur.



Şekil 2.4 DA Motorun Rotoru [7]

➤ Fırçalar

Fırçaların asıl görevi motor için gerekli gerilimi nakletmektir. Fırçaların yapısı biraz kompleks olduğu için motorda en fazla problem çıkaran kısımdır. Fırçalardan kaynaklanan başlıca problemler kıvılcım yani ateşlenme ve gerilim düşüşü kayıplarıdır[7].



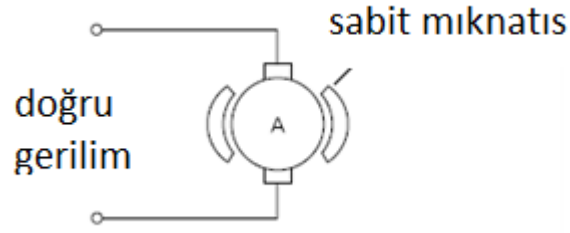
Şekil 2.5 DA Motorun Fırçaları [7]

2. 2 DA Motor Çeşitleri

DA motorlar uyarma sargılarına göre gruplandırılırlar, şöyle ki: sabit mıknatıslı, seri, şönt ve kompond uyarmalı motorlar.

2. 2.1 Sabit Mıknatıslı Motorlar

Sabit mıknatıslı motorlarda uyarma sargıları yerine mıknatıs parçaları kullanılır. Bu motorların en büyük avantajı kalkışta yüksek momentte çalışabilirliğidir. En büyük dezavantajı ise ancak belirli bir yüke kadar tolere edilebiliyor olmalarıdır. Dolayısıyla yüksek moment istemeyen ufak çaplı işlerde tercih sebebi olurlar.

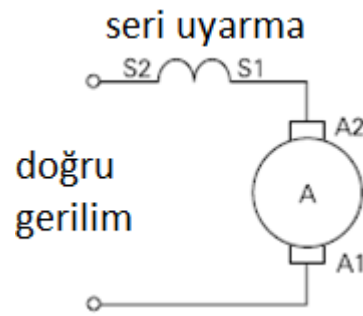


Şekil 2.6 Basit Bir DA Motor [7]

2. 2. 2 Seri Uyarmalı Motorlar

Seri uyarmalı motorlarda uyarma sargıları rotor sargılarına seri olarak bağlanır. Ancak bir farkla ki, uyarma sargıları biraz daha kalın bir tel ile sarılmalıdır. Çünkü armatürün tüm akımını üstlerinde taşırlar.

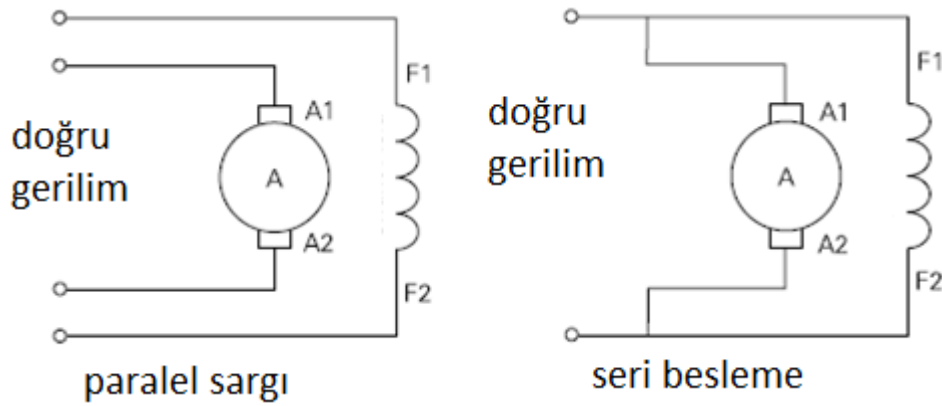
Seri uyarmalı motorların en karakteristik özelliği kalkış momentinin yüksek oluşudur. Ancak yüke karşı çok hassastırlar. Bu yüzden hassaslık gerektiren işlerde fazla tercih edilmezler. Ayrıca bu motorlar yüksüz olarak çalıştırılmaz; aksi takdirde motor kaçar ve etrafına zarar vermeye başlar. Bu yüzden sabit olarak bir kısım yükler motora bağlanmalıdır. Sonuç olarak seri uyarmalı motorlar çeşitli hız kademeleri gerektiren işlerde kullanılamazlar[7].



Şekil 2.7 Seri Uyarmalı DA Motor [7]

2.2.3 Şönt Uyarmalı Motor

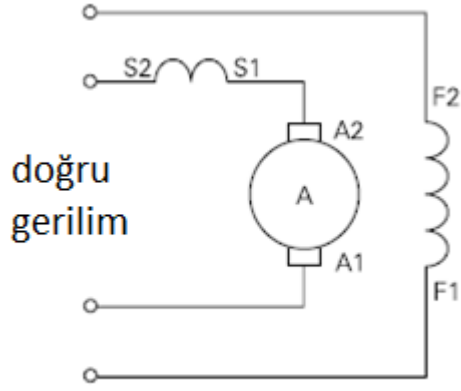
Şönt uyarmalı motorlarda uyarma sargıları rotor sargılarına paralel olarak sarılırlar. Bu motorlarda çok güzel hız kontrolü yapılır. Şönt uyarmalı motorlarda istenilirse uyarma sargıları dışardan da harici olarak beslenebilir. Ancak çok dikkat edilmesi gereken bir husus, uyarmanın asla sıfırlanmamasıdır. Aksi takdirde motor kaçır ve etrafına büyük hasar verir. Bunlara ilaveten bu motorlar motorun dönüş yönü çok kolay değiştirilebilir. Bu regeneratif frenlemede kullanılabilir.



Şekil 2.8 Şönt Uyarmalı Da Motor [7]

2.2.4 Kompound Uyarmalı Motor

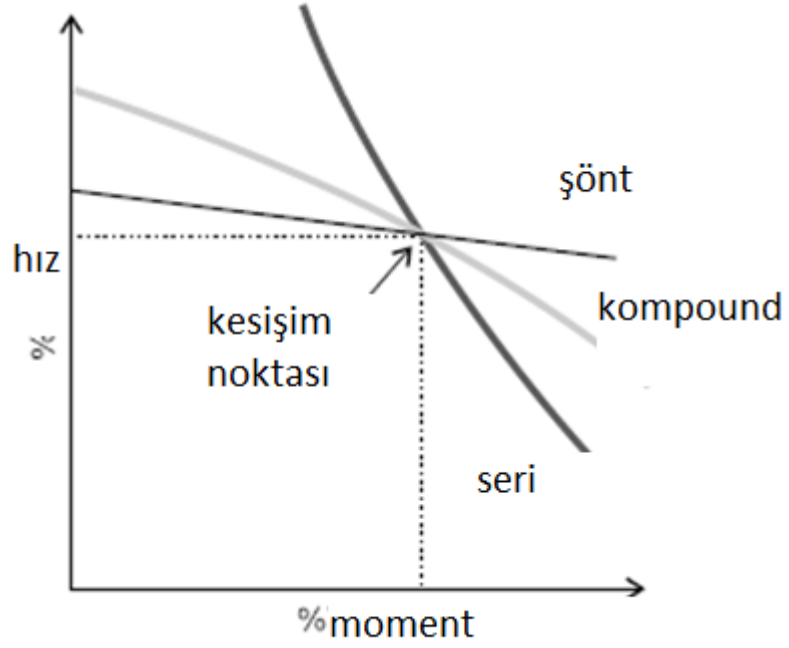
Kompound uyarmalı motor, seri ve şönt uyarlamalı motorların bir nevi birleşimidir. Seri uyarmalar çok iyi kalkış momenti sağlarken, şönt uyarmalar da çok iyi hız kontrolü yapma imkanını verir. Bunlara rağmen seri sargıları yüzünden yine de hız kontrolünde bazı sakıncalar doğurabilir. Bu yüzden 4 bölge kontrollü sistemlerde kullanılması fazla tercih edilmez.



Şekil 2.9 Kompound Uyarmalı Motor [7]

2.2.5 Da Motorların Karşılaştırılması

Grafikte net olarak motorların hız ve tork ilişkileri karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Kesişim noktasını şöyle düşünebiliriz; sol tarafı için motorun üzerinden bir kısım yük alınmış ve motor hızlanmaya başlamış, tam tersi olarak ise motor aşırı olarak yüklenmeye maruz bırakılmış ve dolayısıyla hızı düşmüştür.



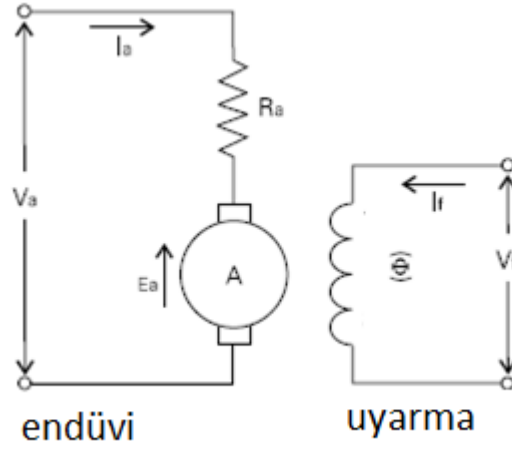
Şekil 2.10 DA Motorların Karşılaştırılması [7]

2.3 DA Motorlarda Hız ve Tork İlişkisi (Şönt Motorlar)

DA motorlar için hız ve tork ilişkisi, DA motorların sürücülerini anlamada ve kullanmada bize gereklidir.

2.3.1 DA Motorun Eşdeğer Devresi

Eşdeğer devre elemanlarına kısaca değinirsek; herhangi bir doğru akımdan gelen besleme gerilimine $[V_a]$, uyarma sargılarına uygulanan gerilime $[V_f]$, armatür sargılarındaki dirence $[R_a]$, V_a gerilimi uygulanınca akan akıma $[I_a]$, uyarma sargılarında oluşan akıya $[\varphi]$ diye tanımlarsak, devreyi oluşturabiliriz[7].



Şekil 2.11 DA Motorun Eşdeğer Devresi [11]

Besleme Gerilimi [V_a]

DA motorun uçlarına uygulanan gerilimi formülize edersek;

$$V_a = (K_t \phi n) + (I_a R_a)$$

V_a = Uygulanan doğru gerilimi

K_t = Motor tasarım sabiti

φ = Uyarma akısı

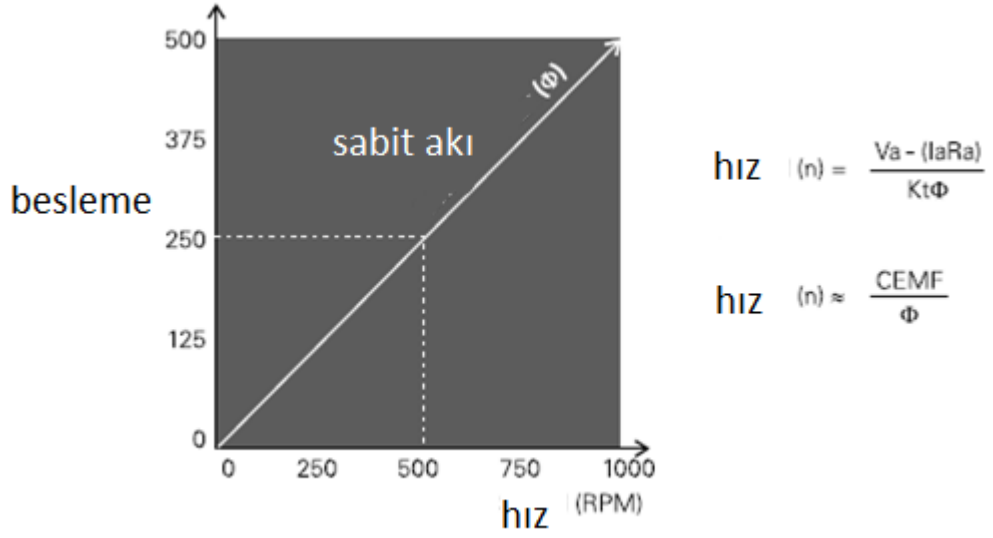
n = Rotor hızı

I_a = Armatür akımı

R_a = Armatür sargı direnci

➤ Motor hızı

Motor hızı ile uygulanan gerilim arasında lineer bir ilişki vardır (sabit bir φ akısı altında). Örneğin uygulanan gerilim nominal gerilimin %50'si ise motorun dönüş hızı da nominal değerinin %50'si civarındadır.



Şekil 2.12 DA Motorun Gerilim-Hız İlişkisi [11]

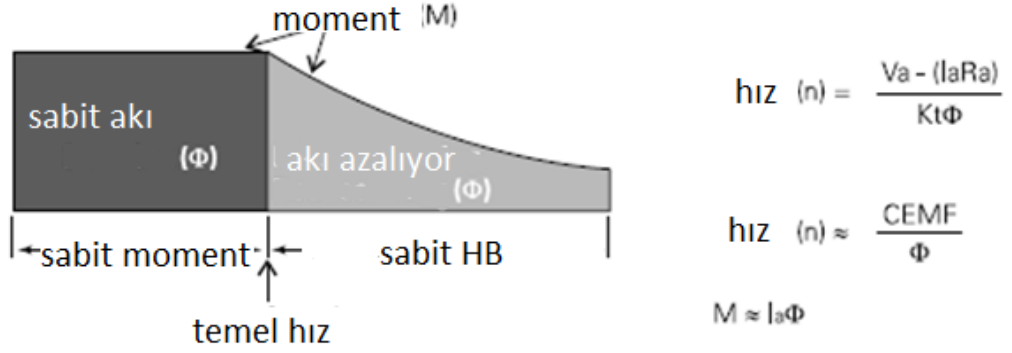
2.3.1 Motor Torku

DA motorlarda motorun torku uygulanan gerilim ve uyarılarda oluşan akı ile orantılıdır.

$$M = I_a \phi \quad [7]$$

2.3.1.1 Sabit Tork

Anma hızı uygulanan anma gerilimi ve anma akısına tekabül eder. Motorlarda sabit bir tork bölgesi vardır. Bu tork bölgesi, önceden belirlenmiş gerilime göre anma hızında çalışan motorun torkudur. Ancak gerçek tork motorun yüküne bağlıdır.

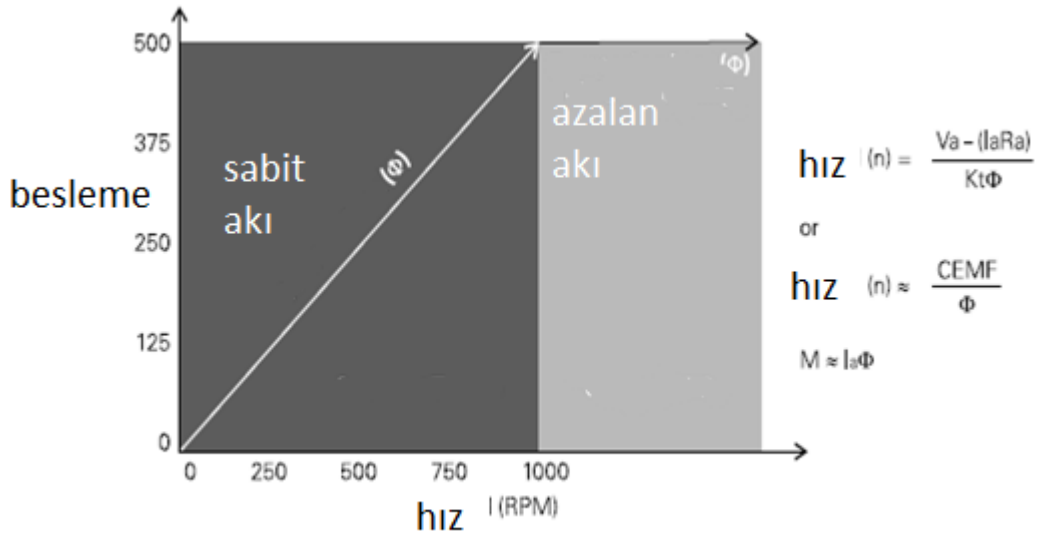


Şekil 2.13 Sabit moment [11]

2.3.1.2 Sabit Tork ve Beygir Gücü

Bazı uygulamalarda motor anma hızından daha hızlı çalışması gerekir. Motorun bunu yapabilmesi için uygulanan gerilimin artırılması gerekir. Ancak motora anma geriliminden yüksek gerilim uygulanırsa motor ısınır ve zarar görebilir. Bunun yerine motora uygulanan uyarma akısı değiştirilir. Tabii ki unutulmaması gereken nokta motor hızlandıkça torkunun da düşeceğidir.

Yukarda anlatılanları grafik şeklinde incelersek:



Şekil 2.14 Sabit Tork ve Beygir Gücü [11]

Beygir gücünün sabit kalmasının sebebi hızın artmasıdır.

Formülize edersek:

$$HP = \frac{\text{moment} \times \text{hız}}{5250}$$

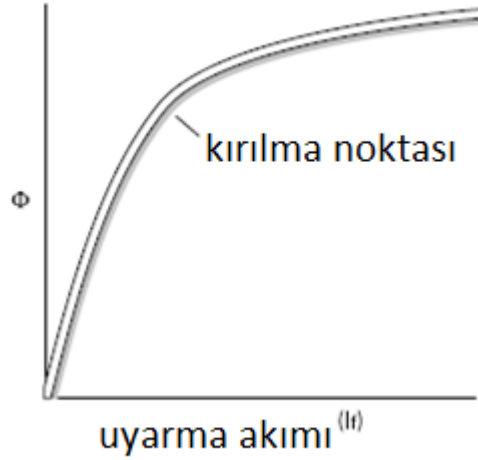
2.3.1.3 Alan Sargılarında Saturasyon

Hız ve tork formüllerinden de kolaylıkla görüleceği gibi uyarma akısının yoğunluğu direkt olarak motorun hızı ve torku üzerinde etkilidir. Örnek vermek gerekirse, uyarma akısı bir mertebe arttırılırsa; motor hızı düşer bunun yanında tork artar.

$$M = I_a \times \phi \quad [11]$$

$$n = \frac{(V_a - I_a R_a)}{\phi} \quad [11]$$

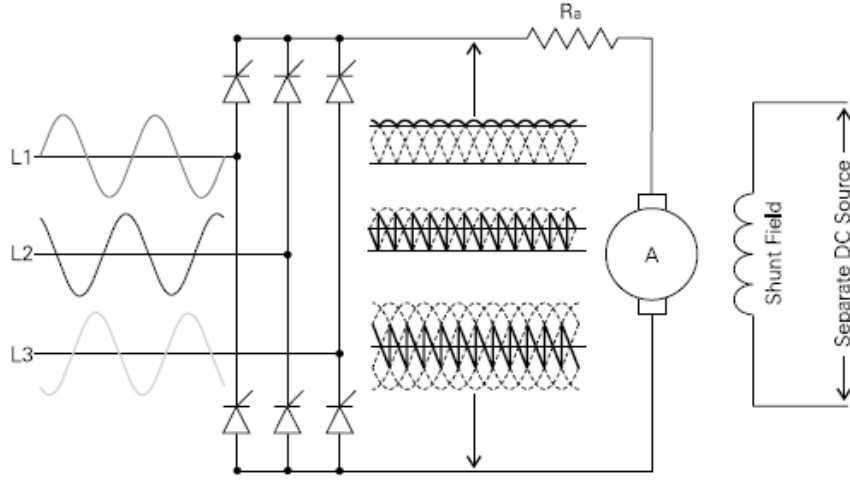
Uyarma akımı ile akı arasında lineer bir ilişki yoktur. Uyarma akımı arttırıldığında akı da artacaktır; ancak öyle bir noktaya gelinir ki, uyarma akımı her ne kadar arttırılırsa arttırılsın akı artmaz işte bu noktaya saturasyon (doyma) noktası denir.



Şekil 2.15 Alan Sargılarında Saturasyon [11]

2.4 DA Motor Sürücü Esasları

DA motor kontrolü genelde thyristör köprüleri ile uç gerilimi değiştirilerek yapılır.

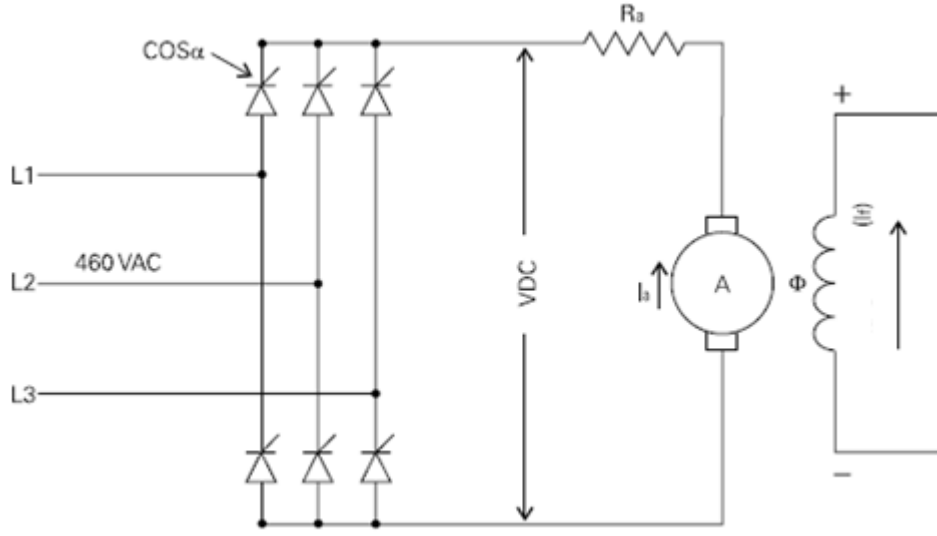


Şekil 2.16 DA Motorun Sürücü Devresi [11]

Önemli bir nokta, uygulanan gerilim DA motorun plaka değerlerinde tanımlanmış olan değerinden büyük olamaz. Armatür sargıları genelde 500 V DA'ya göre yapılmıştır. Dolayısıyla uç gerilimi ile ayarlamalar 0 ile 500 volt arasında olmalıdır.

➤ Temel uygulamalar

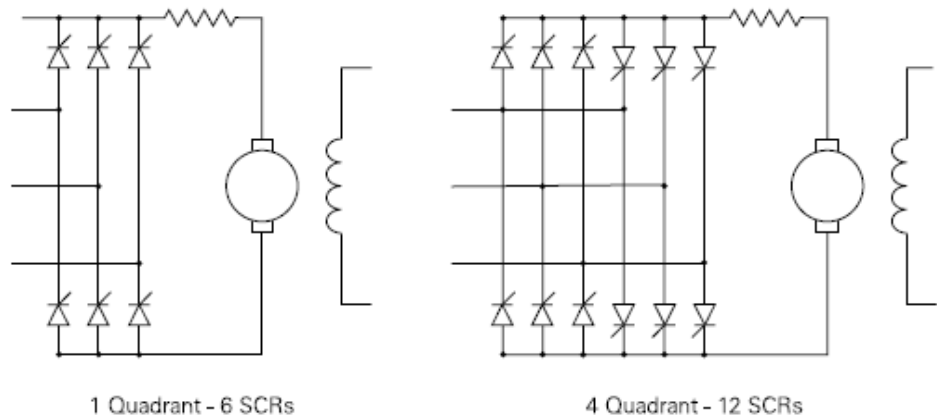
DA sürücü sistemleri motorun istenilen hızda dönmesine yardımcı olurlar. Hız ayarı yapılarak da bir nevi tork ayarı yapmış oluruz.



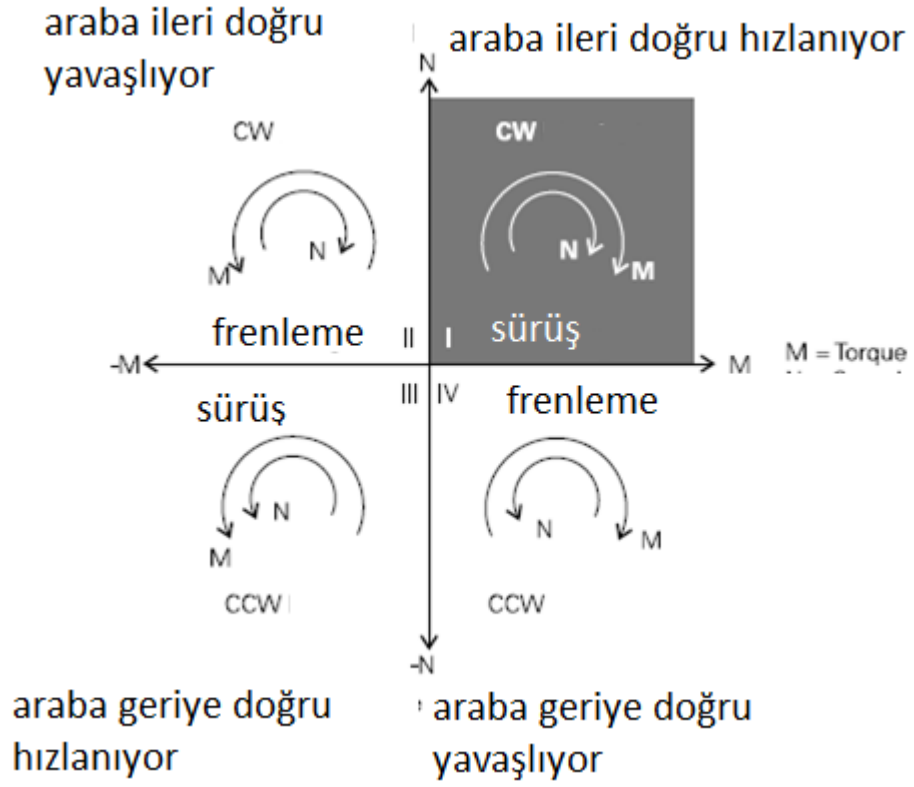
Şekil 2.17 DA Motorun Sürücü Devresi [11]

2.4.1 DA Motor Sürücü Çeşitleri

1 bölgede kontrol için DA sürücüleri 6 adet thyristöre ihtiyaç duyarlar. Bunun yanında, hız-tork diyagramında dönüş yönüne göre ve torkun yönüne göre 4 bölgede kontrol vardır. 4 bölgede kontrol yapmak için ise 12 adet thyristöre ihtiyaç duyulmaktadır.



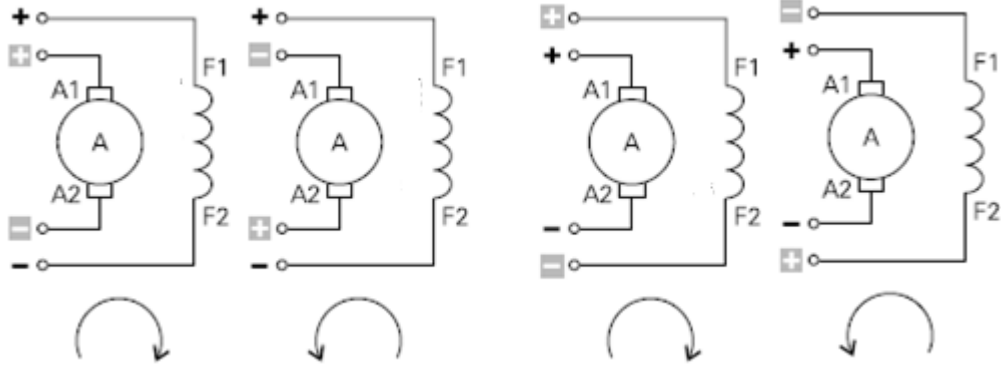
Şekil 2.18 1 ve 4 Bölgede Kontrol [11]



Şekil 2.19 DAM'ın 4 Bölgede Kontrolü [11]

2.4.2 DA Motorun Dönüş Yönünü Değiştirmek

Bunun için bilinen 2 yol vardır; armatür uçlarını değiştirmek ve uyarmanın uçlarını değiştirmek.



Şekil 2.20 DA Motorunun Dönüş Yönü Değişimi [11]

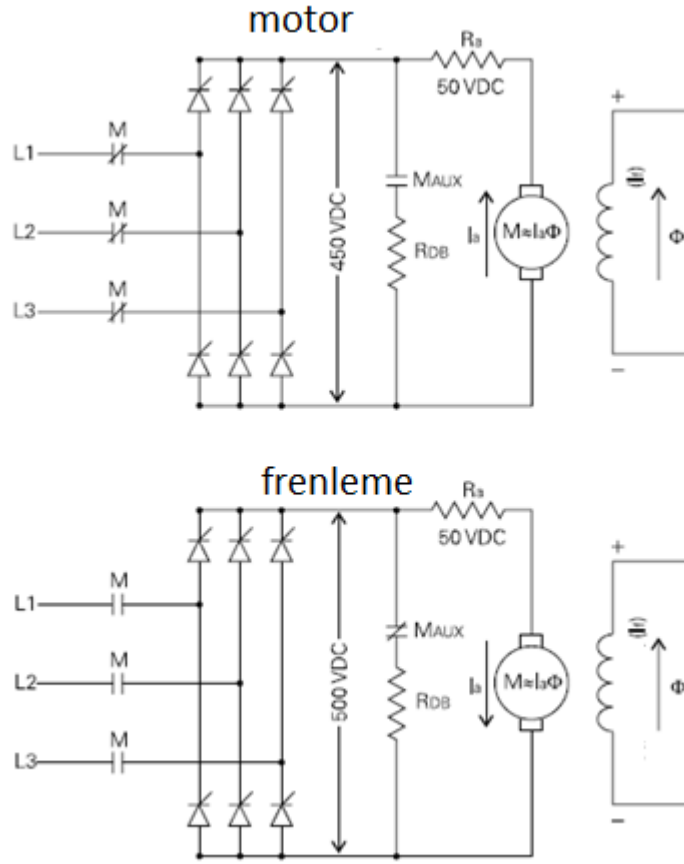
2.4.3 Frenleme Tipleri

Tek bölgede motoru durdurmak için basitçe uygulanan gerilim kaldırılır ve motor atalet momentine göre durur. Alternatif olarak ise uygulanan gerilim aniden değil de yavaş yavaş kaldırılır ve böylece motor fazla sarsılmadan yavaş yavaş durur.

2.4.3.1 Dinamik Frenleme

Bu frenleme sistemi tek bölgeli motor kontrolünde motoru hızlıca durdurmak için uygulanır. Unutulmaması gereken bir nokta: bu frenleme sistemi ani olarak uygulandığından motorda ısınmalara sebep olur. Dolayısıyla ardarda yapılan 3 frenlemeden sonra motor en aşağı 15 dakika soğumaya bırakılmalıdır.

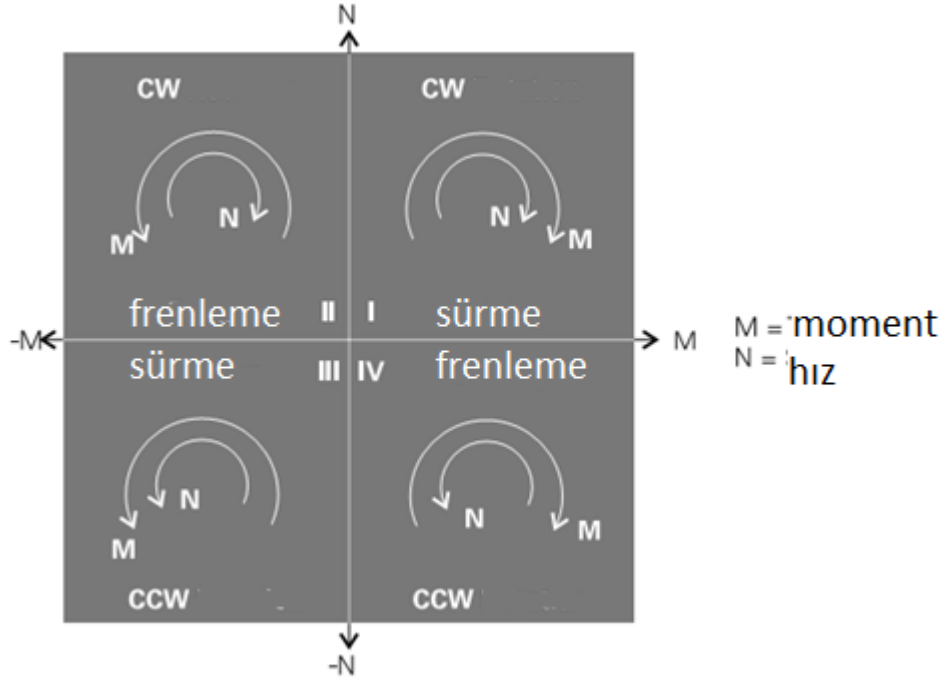
Dinamik frenlemede armatür sargılarına bir direnç ve kapasite elemanı paralel olarak bağlanır. Böylece uç gerilimi kesilen motorun, içindeki zıt elektromotor kuvveti direnç ve kapasite elemanı üzerinden boşaltılmış olur [11].



Şekil 2.21 DAM'da Frenleme [11]

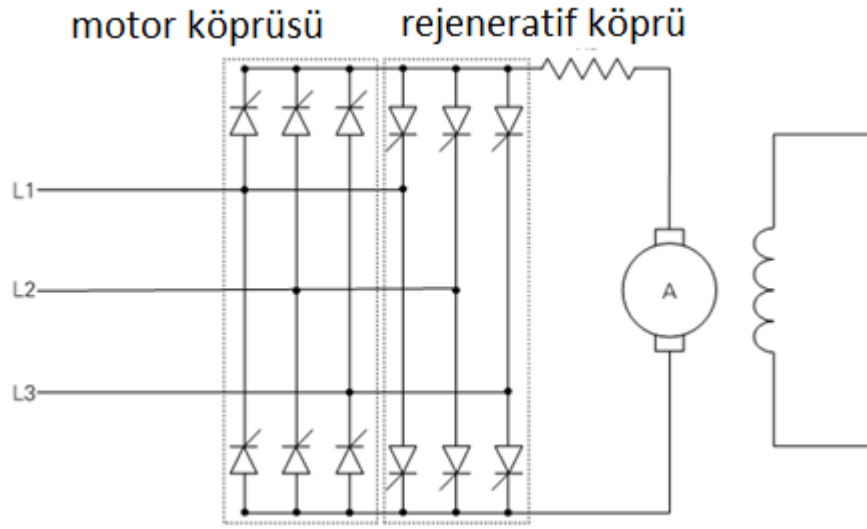
2.4.3.2 Regeneratif Frenleme

4 bölgede kontrol motorun tam kontrol sistemi için kullanılır. Ancak biz burada motor frenleme konusunun altında bahsedeceğiz. Bu sistemin çalışmasını şu şekilde anlatabiliriz; eğer motor uç gerilimi aniden kesilirse, motor yükünden dolayı bir eylemsizlik momenti gösterir. Böylece motor bir generatör olarak davranır. Yani motor mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Buna benzer bir olay şu an yaygınlaşmaya başlayan *Hibrit Motorlu* arabalarda da kullanılmaktadır. Araba rampadan aşağı inerken motor elektrik üretir.



Şekil 2.22 DA Motorunun 4 Bölgede Kontrolü [11]

4 bölgede kontrolü sağlayabilmemiz için gerilim kesilince motorun içinde kalan zıt elektro motor kuvveti sıfırlanmalıdır. Bunun en mantıklı yolu, elektrik enerjisini tekrar şebekeye geri vermektir. Bunu regeneratif frenleme sistemi denen sistemle yapabiliriz. Regeneratif frenleme için devreye ikinci bir köprü katı konmalıdır. Birinci köprü sistemi motoru sürmek için; ikinci sistem ise motordaki enerjiyi alternatif akıma çevirip şebekeye geri vermek içindir. İşte buna regen, bu sisteme de kompleksi ile regeneratif frenleme denir.

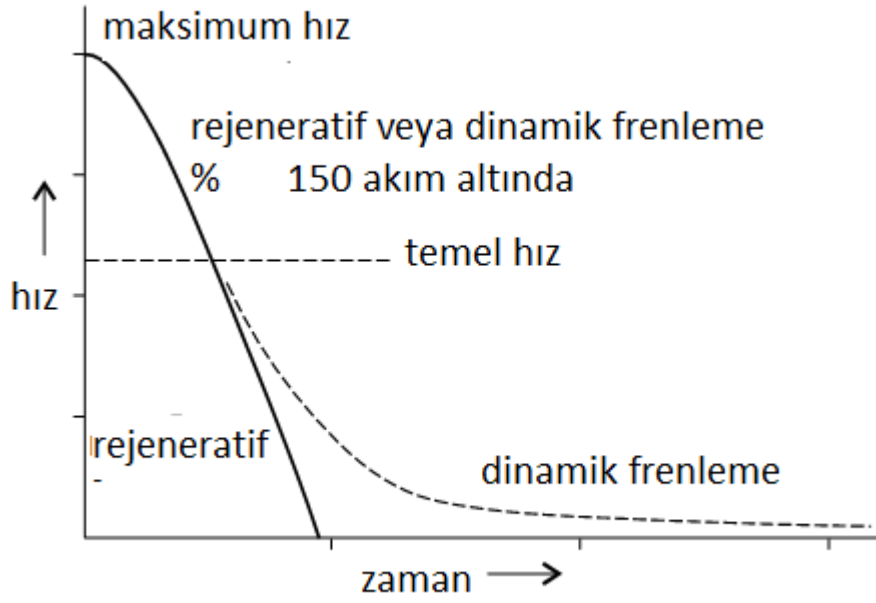


Şekil 2.23 Regeneratif Frenleme [11]

Regeneratif Ve Dinamik Frenleme Sistemlerinin Karşılaştırılması

Regeneratif ve dinamik frenlemede maksimum hızdan nominal hıza düşmesi için aynı oranda enerji gerekir. Çünkü motorun temel hıza kadar inmesinin sebebi uyarmanın kesilmesidir. Yani maksimum hız ile minimum hız arasındaki farkı oluşturan unsur aşırı uyarmadır, o da olmayınca motor sert bir şekilde nominal hızına geriler. Önemli olan nominal hızdan sonraki kısımdır. Regeneratif frenlemede motor sıfır hıza hemen düşerken, dinamik frenlemede bundan bahsetmek söz konusu değildir.

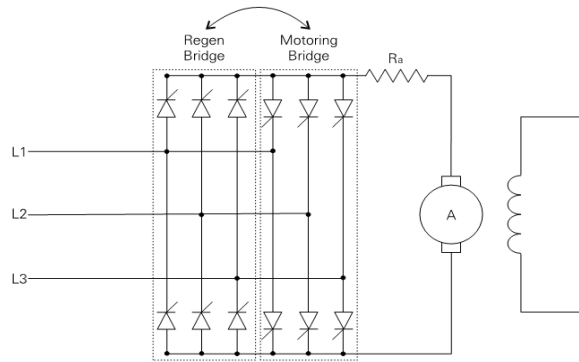
Bunlara ek olarak; regeratif frenlemede, dinamik frenlemedeki gibi bekleme veya soğutma gibi bir ihtiyaca gerek yoktur [11].



Şekil 2.24 DA Motoru Frenleme Sistemlerinin Karşılaştırılması [11]

2.4.3.3 Ters Yönde Frenleme

4 bölgede kontrol sistemi sayesinde çok kolay bir şekilde motorun yönü uç gerilimleri ile oynanarak değiştirilebilir. Bunun için 2 diyot köprüsünü kullanmak gerekir; regen ve sürücü köprü sistemlerini.

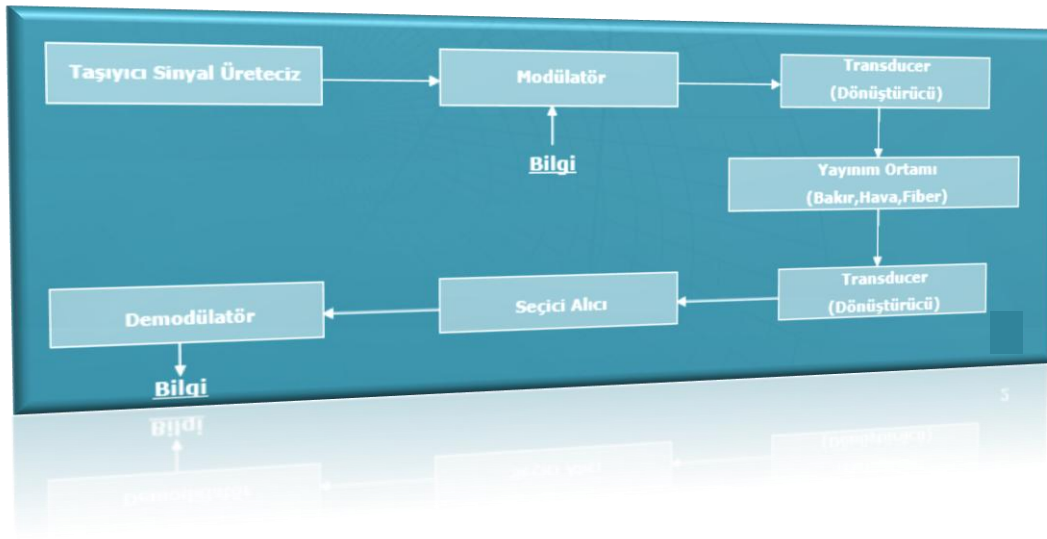


Şekil 2.25 DA Motorunun 2 Bölgede Kontrolü [11]

3. HABERLEŞME

3.1 Tanımlar

Haberleşme kısaca; bilginin bir yerden başka bir yere hatasız olarak iletilmesi olayına denir. Haberleşmedeki temel prensip şudur; iletilecek olan bilgi türü, önce elektrik, elektromanyetik veya optik enerjiye dönüştürülerek uzak mesafelere iletilir ve karşı tarafta tekrar eski orijinal haline dönüştürülür [8].



Şekil 3.1 Genel Haberleşme Diyagramı [8]

Verici: Gönderilecek bilgiyi ortamda iletilecek hale getiren, gerekli kodlamaları ve kuvvetlendirmeyi yapan elektronik devrelerdir. Vericilerin gücüne göre iletim yapabildikleri mesafeler değişmektedir[8].

İletim Ortamı: Verici tarafından ilettime hazır hale getirilen sinyalin gönderildiği ortamdır.

Alıcı: Verici tarafından kodlanmış olarak gönderilen sinyalin kodunu çözerek bilgi sinyalini orijinal haline dönüştüren elektronik devrelerdir.

Frekans: İşaretin 1 saniyedeki tekrarlama (cycle-saykıl) sayısıdır. Birimi Hertz'dir
Frekansın Formülü;

$$f=1/T$$
$$f= \text{Frekans}$$

$$T = \text{Periyot}$$

Periyot: İşaretin bir saykılını tamamlama süresidir. Birimi saniyedir. Frekansın tersidir.

Periyodun Formülü;

$$T = 1/f$$

$$f = \text{Frekans}$$

$$T = \text{Periyot}$$

Dalga Boyu: Bir işaretin 1 saykılının aldığı yola dalga boyu denir. Λ Simgesi ile gösterilir. Birimi metredir.

Dalga Boyunun Formülü;

$$\Lambda = \text{Işık hızı} / \text{Frekans}$$

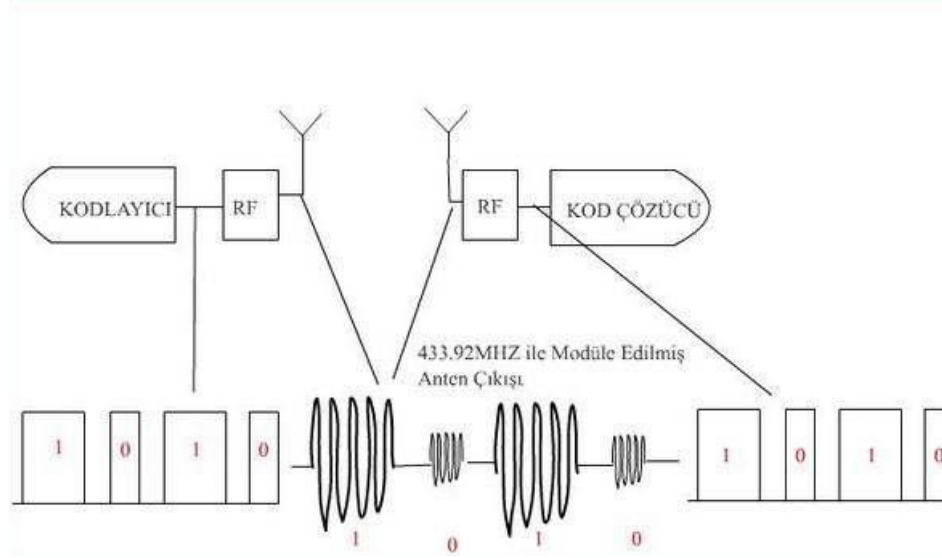
Sayısal (Dijital) Haberleşme: Bazı sistemlerde dönüştürücü, sistemin her iki ucundaki insanlar veya makineler tarafından anlaşılabilir ve önceden belirlenmiş kod darbeleri veya değerleri şeklinde elektronik sinyaller üretir. Bu tip sinyallere “Dijital Sinyal” adı verilir. Örneğin network sistemleri arasındaki haberleşmede kullanılan sinyalizasyon verilebilir. Dijital sinyaller kullanılarak yapılan haberleşmeye “Dijital Haberleşme” adı verilir. Son yıllarda haberleşme sistemlerinde yaşanan büyük değişimle birlikte genlik modülasyonu(AM), frekans modülasyonu(FM), ve faz modülasyonu(PM) gibi geleneksel analog haberleşme sistemlerinin yerine modern haberleşme sistemleri geçmektedir. Sayısal haberleşme sistemlerinin, işleme ve çoğullama kolaylığı, gürültüye bağımsızlık gibi önemli avantajları vardır [3].

Sayısal haberleşmede iletilecek kaynak bilgi sayısal ya da analog biçimde olabilir. Kaynak bilginin analog olduğu durumlarda, iletimden önce bu bilgi sayısal darbelere çevrilmelidir. Alıcı tarafta alınan sayısal bilgiler tekrar analoga çevrilir.

Modülasyon: Bilgi işaretinin genellikle daha uzak mesafelere gönderilebilmesi için kendinden çok daha yüksek frekanslı bir taşıyıcının sinyal üzerine bindirilmesine modülasyon denir. Modülasyon işlemi sırasında taşıyıcı sinyalin genlik, frekans, faz vb. gibi özellikleri, bilgi sinyaline ve yapılan modülasyonun türüne göre değişime uğrar. Modülasyonun önemini belirtmek gerekirse: Bilgi işaretini göndermek için gerekli anten boyu, dalga boyunun katları olmak zorundadır. Anten boyları genellikle $\lambda/2$ ve $\lambda/4$ uzunluktadır. Bilgi işaretinin frekansı düşük olduğundan dalga boyları çok büyüktür. Dolayısıyla bilgi işaretini modülersiz olarak iletilebilmesi için kullanılacak anten boyları da çok büyük olmak zorundadır. Çoğu zaman bu büyüklükte anten

kullanmak imkânsızdır. Halbuki bilgi sinyali kendinden çok yüksek frekanslı bir taşıyıcı sinyal ile modüle edildiğinde bilgi çok daha küçük boyutlu antenler vasıtasıyla gönderilebilir[2].

3.2 Kablosuz Haberleşme



Şekil 3.2 Kablosuz Haberleşme Dşyagramı [10]

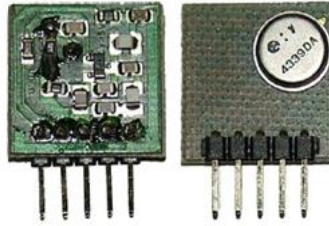
Radyolu sistemler, özellikle çok adresli sistemler ve spread-spectrum radyolar (928-952 MHz) haberleşme için yeterli bant sunmanın yanı sıra dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmedikleri için güvenilir bir iletişim ortamı sağlarlar. Ancak radyo iletişimde frekans lisansı (tahsisi) zorunludur. Geniş bir alana yayılan dağıtım otomasyonu sistemi için farklı bölgelerde değişik frekans kullanmak ve bunun, sonucunda, özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde, çok miktarda frekans tahsisi zorunlu olabilecek, bir kısım yerlerde ise frekans bulmak büyük sorun olacaktır.[5]

Bunun yanı sıra 150-170 MHz bandında çalışan radyo sistemlerinde arazi ve binalar antenlerin birbirlerini görmesini engellemekte ve sinyal kalitesini bozmaktadır. Bu durumlarda ek maliyet getiren tekrarlayıcılar kullanmak gerekmekte, kimi zaman tekrarlayıcı istasyon anteni yüksekliklerini arttırmak da sorunu çözmeye yetmemekte, tekrarlayıcı sayısını çoğaltmak zorunlu olmakta bu da maliyeti daha da arttırmaktadır. Bir merkez ile çok sayıda RTU' nun haberleştiği 150-170 MHz ve 450-470 Mhz bandındaki radyo sistemlerinde, bir RTU' nun veri iletişimi süresinde ve sıklığındaki kısıtlamalar çok fazladır ve dağıtım transformator merkezini

kapsayan dağıtım otomasyon sisteminde büyük bir dezavantaj olmaktadır. Antenlerin birbirlerini görmesi gerekmeyen VHF telsizlerde ise sağlanan bant dardır ve veri iletişimi çoğu zaman güvenilir olmayabilir [10].

- ❖ Radyo Frekans İletişim Avantajları:
 - ✓ İletişim için yeterli band sağlar,
 - ✓ Dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmez,
 - ✓ Yüksek güvenilirlik sağlar.
- ❖ Dezavantajları:
 - ✗ Lisans gerektirir,
 - ✗ Mikrodalga haberleşmede, iki kule arasında sonradan kurulan binalar ve yetişen ağaçlar sorun çıkarır,
 - ✗ Tekrarlayıcılar (repeater) maliyeti artırabilir.

Kullanılan Kablosuz Alıcı ve Vericiler



ATX-34 RF verici biriminin önden ve arkadan görüntüsü

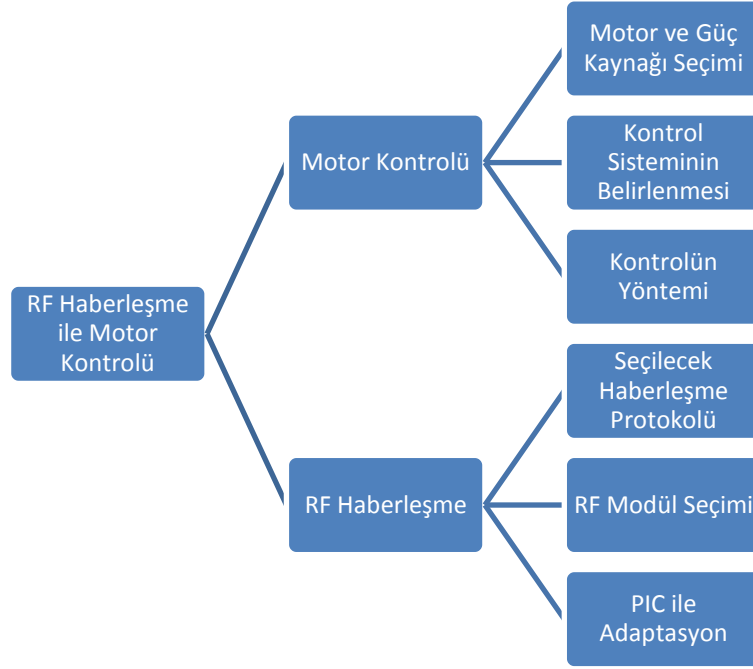
Şekil 3.3 RF Verici [6]



ARX-34 RF alıcı biriminin önden görüntüsü

Şekil 3.4 RF Alıcı [6]

4. KONTROL DEVRESİ VE TASARIMI



Tablo 1 Kontrol Devresi Çalışma Planı

4.1 Çalışma Planının Açıklanması

➤ Motor Kontrolü

Bu projede DA motorun kontrolünden kast edilen; motorun hızının ayarlanması, durdurulması ve dönüş yönünün değiştirilmesidir.

➤ Motor ve Güç Kaynağının Seçimi

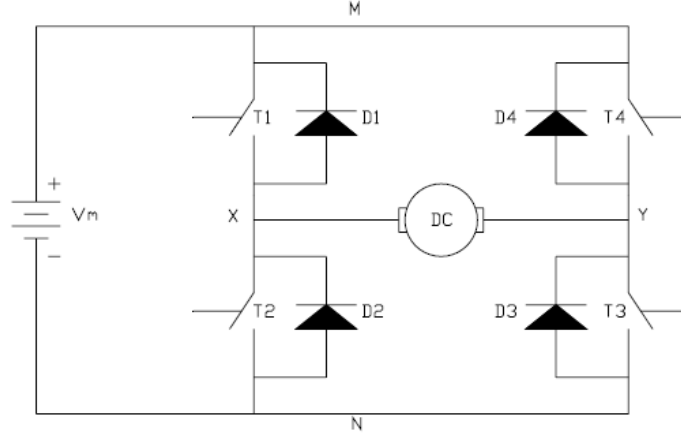
Yapılan projede seçilen motor tipi doğru akım motorudur. Güç kaynağı ise doğru gerilim kaynağıdır.

➤ Kontrol Sisteminin Belirlenmesi

Proje kullanılan motor tipi DA motor olduğu için, kontrolü DA motorun uç gerilimi ayarlanarak yapıldı. Çünkü DA motorlar için uç gerilimi ile dönüş hızı arasında doğru bir ilişki vardır.

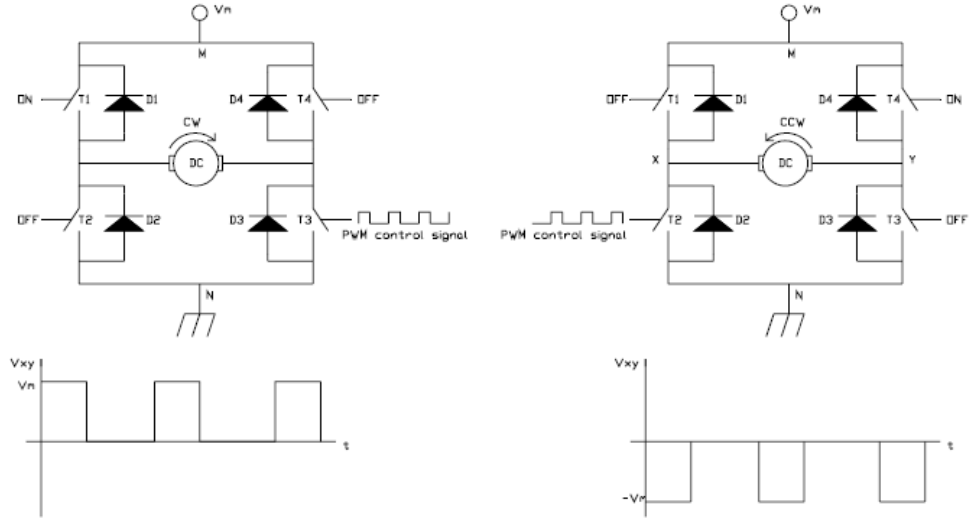
➤ Motor Kontrolü Nasıl Yapıldı

Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi DA motorlarda uç gerilimi ile motorun dönüş hızı arasında doğru orantı vardır. Yani uygulanan gerilim arttırılırsa, motorun dönüş hızı artacak; tam tersi uç gerilimi azaltılırsa da motorun dönüş hızı azalacaktır. Buna ek olarak uç geriliminin yönü değişirse motorun dönüş yönü değişecektir. Temel olarak kontrol sistemimiz şekilde gösterilmiştir



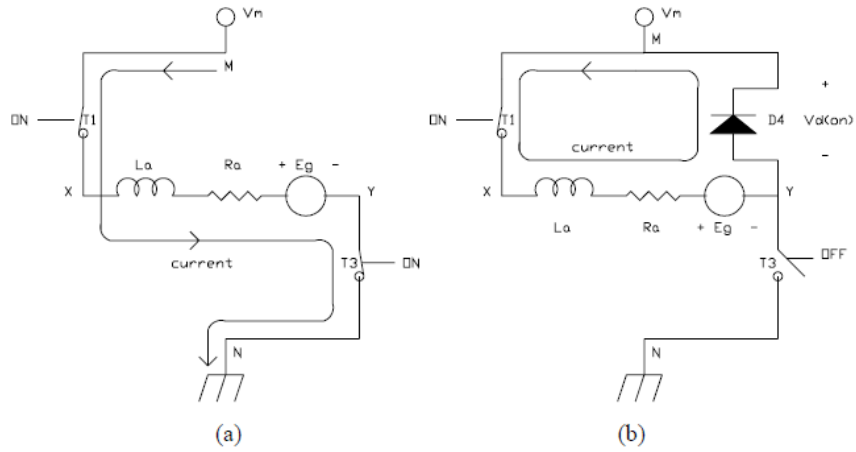
Şekil 4.1 Basit bir kontrol devresi [12]

Şekilden de görüleceği gibi diyotlar aktif olduğundan motora şu an gerilim uygulanmamaktadır. Ancak T1 ve T3 anahtarları kapatılırsa motor saat yönünde dönmeye başlayacak ve gitgide hızlanacaktır. Başka taraftan T1 ve T3 anahtarları açılır ve T2 ve T4 anahtarları kapatılırsa bu sefer de motor saat yönünün tersi yönde dönmeye başlayacak ve gitgide hızlanacaktır.



Şekil 4.2 Anahtarlama [12]

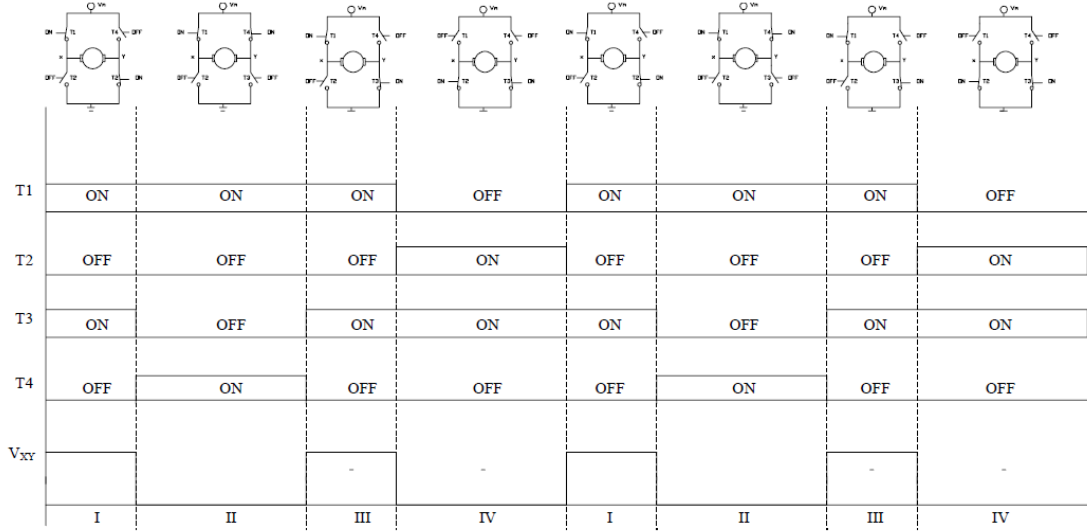
Görüldüğü üzere anahtar çiftleri açırken motor uçlarında artı gerilim görülecek, kapalı iken motorun uçlarında eksi yani motorun kendi zıt elektromotor kuvveti görülecektir. Bize gerekli olan artı gerilimdir. Çünkü motoru ancak ve ancak artı gerilim ile döndürebiliriz.



Şekil 4.3 Anahtarlamaya Göre Çalışma Durumu

Hız ayarının nasıl yapılacağına gelirsek, motora anahtarlama yapacağız. Yani motora artı bir gerilim sağlayacak anahtarları belirli bir oranda açıp kapatarak motor

uçlarındaki ortalama gerilimi değiştireceğiz. Aşağıda tüm olasılıklar sırasıyla gösterilmiş ve sonucunda oluşacak V_{xy} gerilimi belirtilmiştir



Şekil 4.4 Anahtarlamadaki Tüm Olasılıklar [12]

Anahtarlamamanın nasıl yapıldığına gelirsek, bunun için 4 tane NPN tipi transistör kullandık. Bilindiği üzere transistörler anahtarlama elemanı olarak da kullanılabilirler. Bunun için bazına direkt bir gerilim uygularsak transistörün kolektöründen emiterine bir akım akar (anahtar “on”), aksi takdirde transistör çalışmaz (anahtar “off”).

Transistörün bazına uygulanacak darbe gerilimleri ise belirli bir duty-circle oranı ile mikroişlemci bacağından verildi.

➤ RF Haberleşme

Projemizin asıl gayesi olan kablosuz kontrolden bahsedilecek.

➤ Kullanılacak Haberleşme Tipi

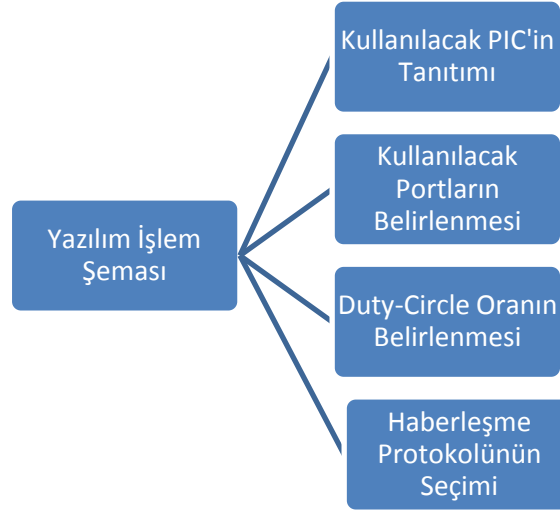
Bu projede PIC’lerle çalıştığımız için sayısal haberleşmeden yararlanacağız. Bilgilerin havadan taşınmasını ise FM frekans kontrolü ile sağlayacağız.

➤ RF Modül Seçimi

Bu projede kullanılacak RF modüller, 433 MHz frekansla çalışan, kullanımı yaygın olan RF alıcı-verici kullanıldı.

➤ PIC ile Adaptasyon

RF alıcı-vericilerin data uçları direkt olarak kullanılan PIC'in bir bacağına bağlandı. RF alıcı vericiler birbirleri ile direkt bağlantılı olduğu için PIC'ler sanki iki farklı bacağı birbirine bağlıymış gibi çalıştı.



Tablo 2 Yazılım Çalışma Planı

➤ Kullanılan PIC'in Tanıtımı

Yazılım yaparken ilk başlangıç noktamız PIC'in tanıtımıdır. Çünkü hangi bacakların giriş, hangisinin çıkış olacağı ona göre belirtilir. Ayrıca devre tasarımı için de PIC'in datasheeti okunmalı ona göre devre tasarlanmalıdır. Bu projede "16f84A" MicroChip markalı PIC kullanıldı. Bu PIC'in datasheeti eklerde sunulmaktadır.

➤ Duty-Circle'in Belirlenmesi

Duty-Circle, bilindiği üzere periyot oranıdır. Yani periyodun kaçta kaçında çalışılacak kaçta kaçında durulacak onu gösterir. Örneğin, 5 Hz frekansta Duty-Circle 0.2 için; 40 milisaniye çalış, 160 milisaniye bekle demektir. Dolayısıyla bu da çıkış ortalama gerilimini değiştirecek ve bize motorun hızını ayarlamamıza yardımcı olacaktır. Bu çalışmada mikroişlemcilerin içerisine önceden 3 adet özel durum yüklendi.

1. Durum: periyodu 5 saniye olmak üzeri 2 saniye on, 3 saniye off olarak çalışacak
2. Durum: periyodu 5 saniye olmak üzeri 5 saniye on olarak çalışacak

3. Durum: periyodu 5 saniye olmak üzeri 5 saniye off olarak çalışacak

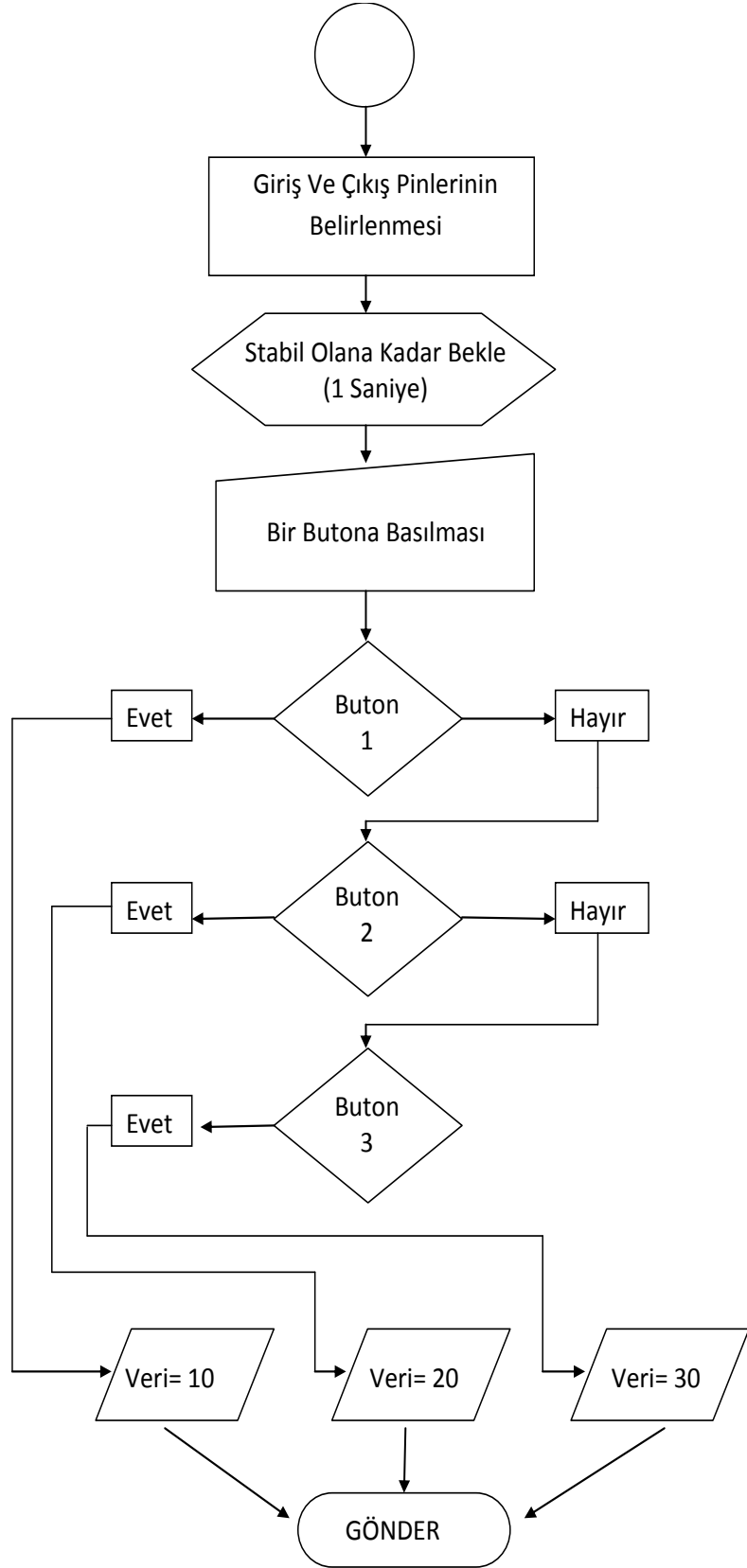
➤ Haberleşme Protokolünün Seçimi

Bu projede mikroişlemciler RF haberleşme ile beraber kullanıldığı için, sayısal haberleşme seçildi. Sayısal haberleşmede de bir bilgi aktarılırken bir protokole uygun olması şarttır. Bu projede RS232 standartları kullanıldı.

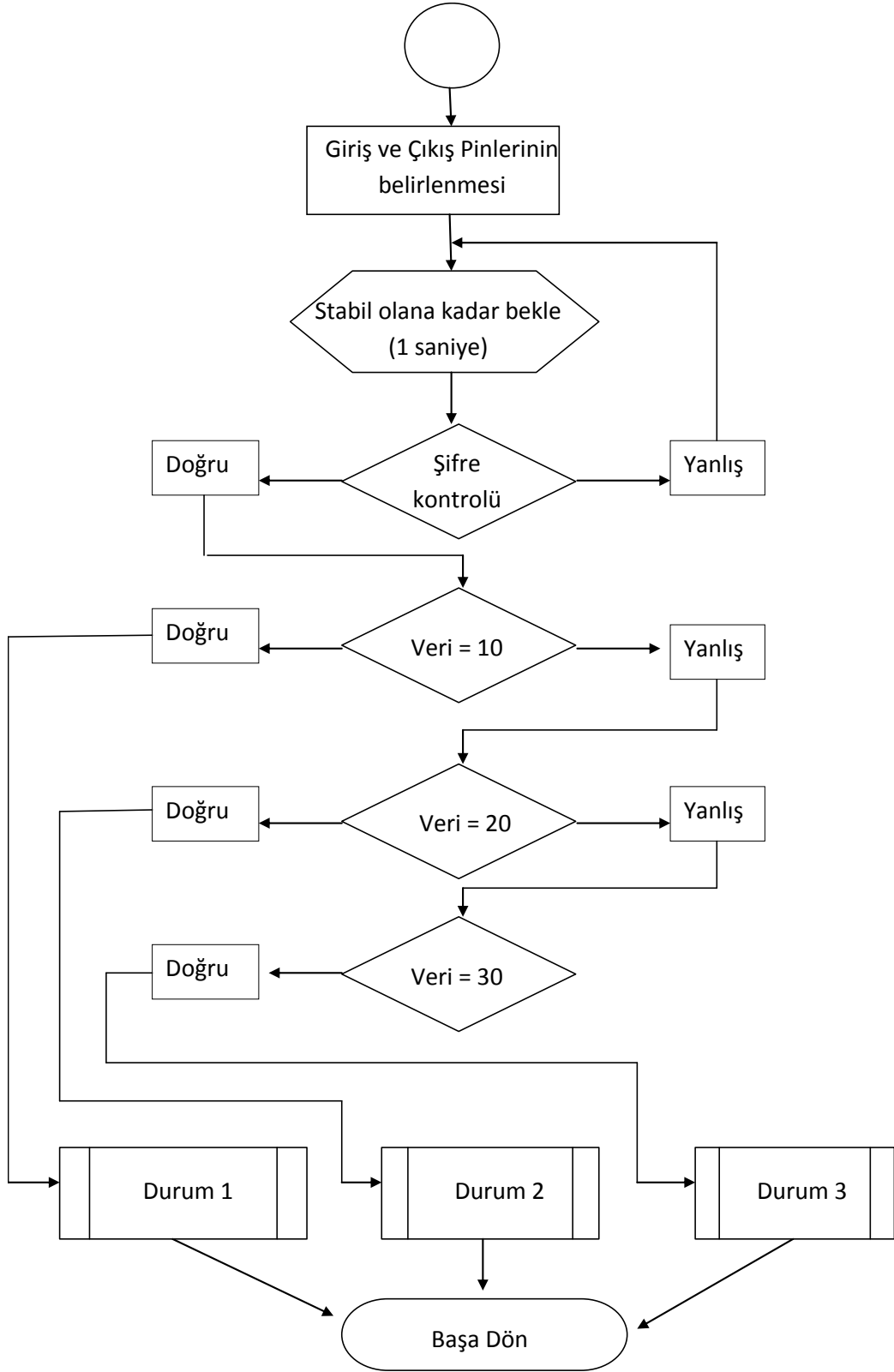
➤ Şifreleme

Şifreleme RF haberleşmelerde olmazsa olmazdır. Çünkü sinyaller havada birbirine karışabilir ve bu da kargaşaya yol açabilir. Bunu önlemek için her yollanan datanın önüne basit bir şifre konuldu. Şifremiz “urfa” olarak kodlandı.

Tablo 3 Verici Yazılımı Akış Diyagramı



Tablo 4 Alıcı Akış Diyagramı



4.2 Kullanılan Yazılım ve Malzemeler

Bu projeyi hazırlarken birçok programı aynı anda kullanmak gerekti.

Kullanılan programlar:

- ❖ Proton ide
- ❖ Micropro
- ❖ Proteus
- ❖ PSIM

Proton ide: Bir yazılım programı olan “Proton Ide” mikroişlemcilerde algoritma oluşturmaya yarar. Bu projede alıcı ve verici için oluşturulan algoritmalar bu programda yazılıp derlendi ve *HEX* dosyası haline getirildi.

Micropro: Oluşturulan *HEX* dosyalarını mikroişlemciye yüklememize yarar.

Proteus: Sanal ortamda gerçek zamanlı gibi uygulama yapmaya yarar. Bu projede “Proteus” programı sayesinde fazla yorulmadan sanal ortamda deneyler yapılarak, sağlıklı bir ürün ortaya çıkarıldı.

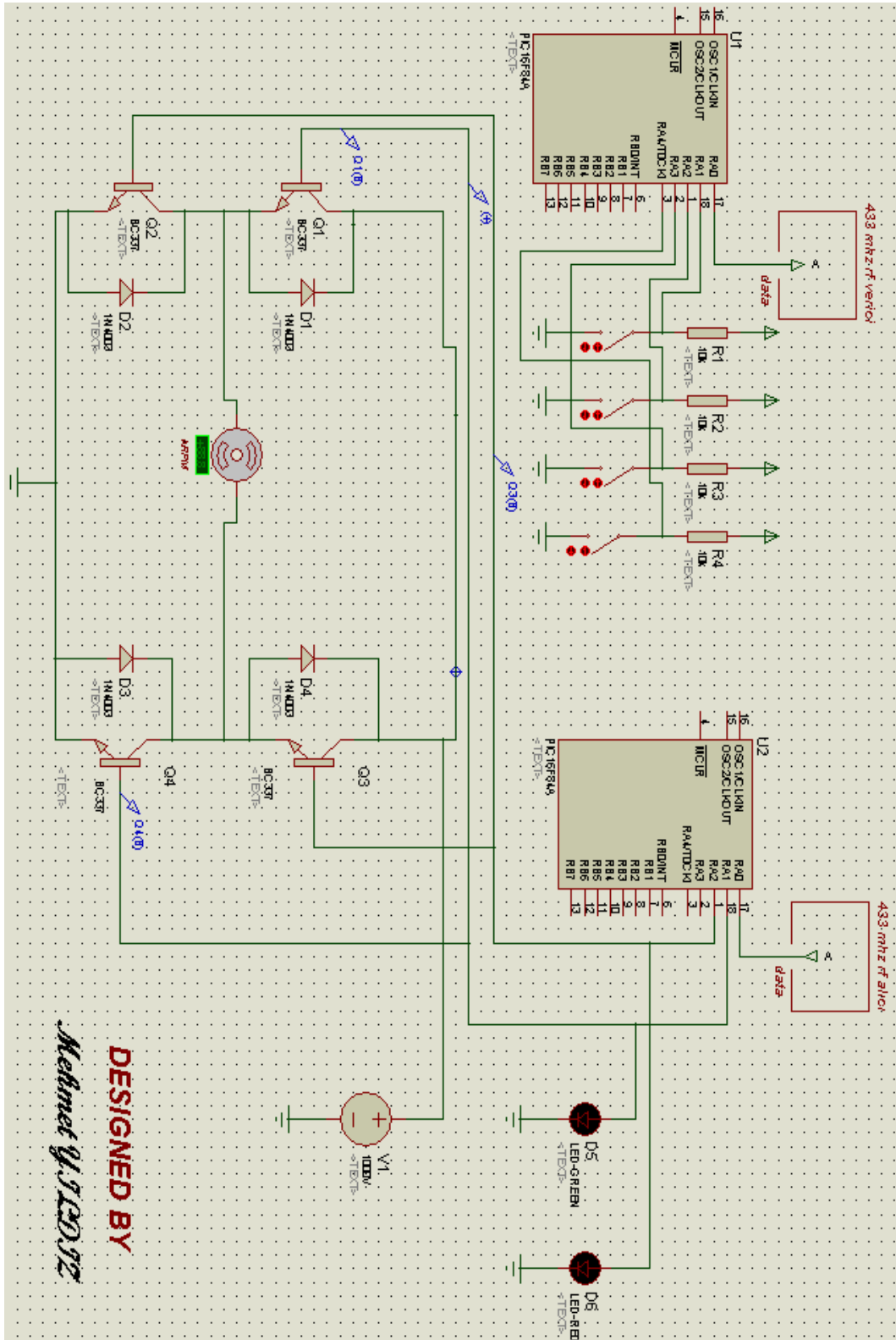
PSIM: Tam bir kullanıcı dostu olan “PSIM” programı elektriksel denemeler yapmamıza yardımcı olur. Bu projede “PSIM” sayesinde kontrol devremizi tasarladık.

.....
Devreyi tasarlarken kullandığımız başlıca malzemeleri sıralarsak:

- ✓ 1 adet 5v DA Motor
- ✓ 1 adet 433 Mhz Rf alıcı
- ✓ 1 adet 433 Mhz RF verici
- ✓ 1 adet Bc337 tipi NPN transistor
- ✓ 2 adet RF anten
- ✓ 2 adet 16F84A PIC
- ✓ Bunlara ek olarak çeşitli direnç, diyot, LED, vs...

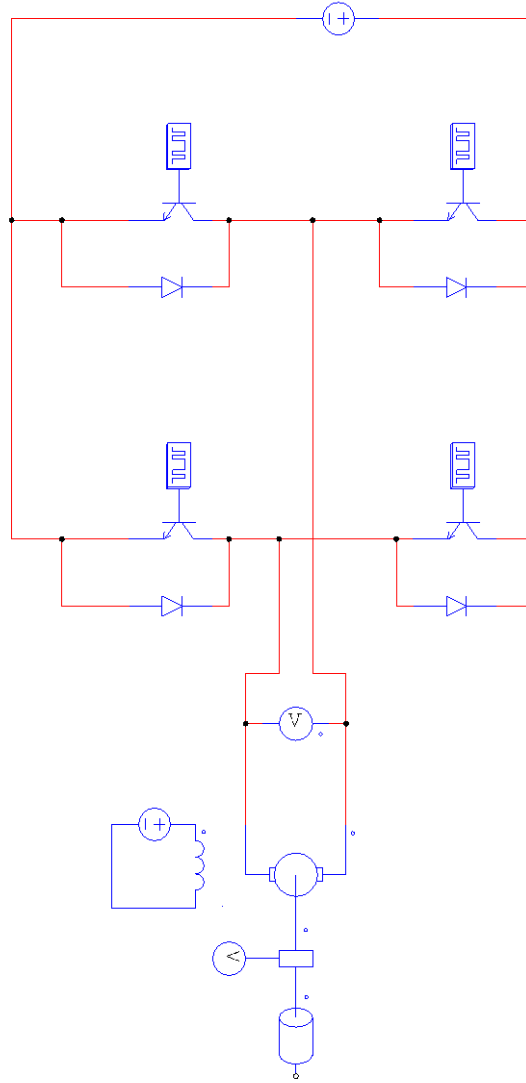
4.3 Şemalar ve Tasarımı

Projenin tasarımında Proteus programından yararlanıldı. Devrenin şeması:



Şekil 4.5 Devre Şeması

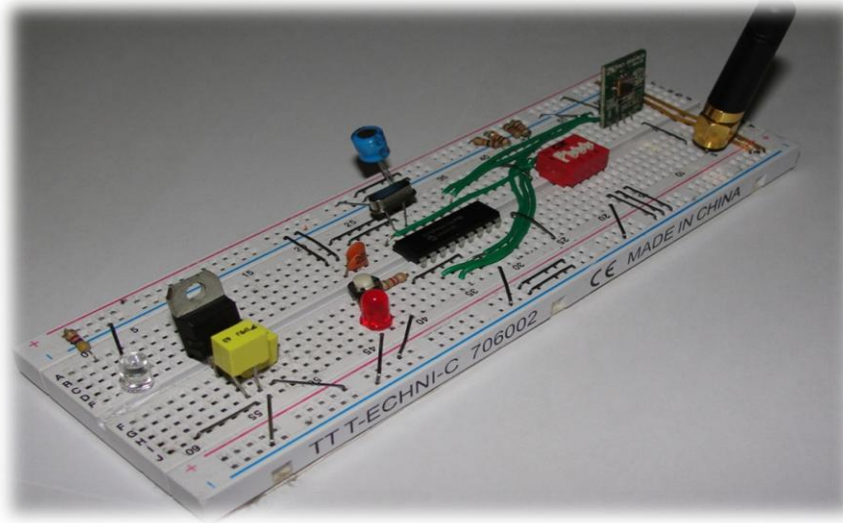
Kontrol katını Psim programı ile baştan çizersek:



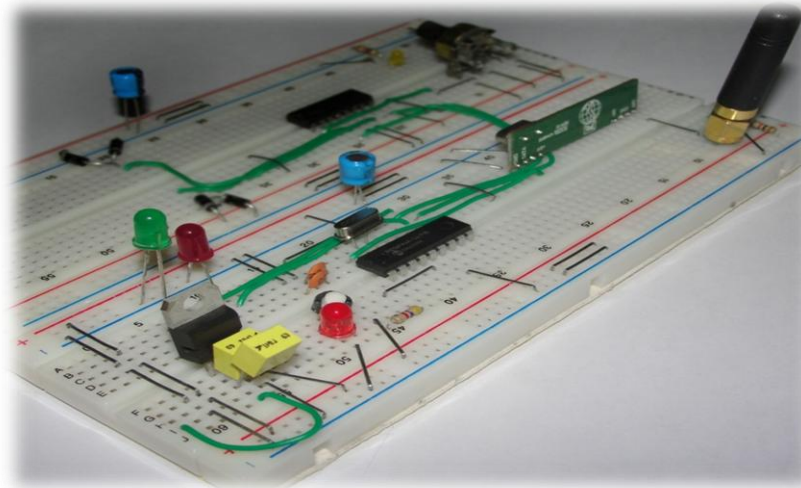
Şekil 4.6 Kontrol Katı

4.4 Bread Board Devre Kurulumu

Breadboard deneysel devrelerin lehim ve plaket kullanmadan oluşturup çalıştırılabileceği bir düzenektir. Üzerindeki delikleri, elektriksel olarak birbirine bağlayan birçok metal parça vardır. Bu parçalar, delikten sokulacak telleri sıkıca yerinde tutacak şekillerde üretilmiş ve plastiğin içerisine sağlamca yerleştirilmişlerdir. Breadboard'un kullanım kolaylığı sebebiyle tasarlanan sürücü devre öncelikle breadboard üzerinde denenmiştir.

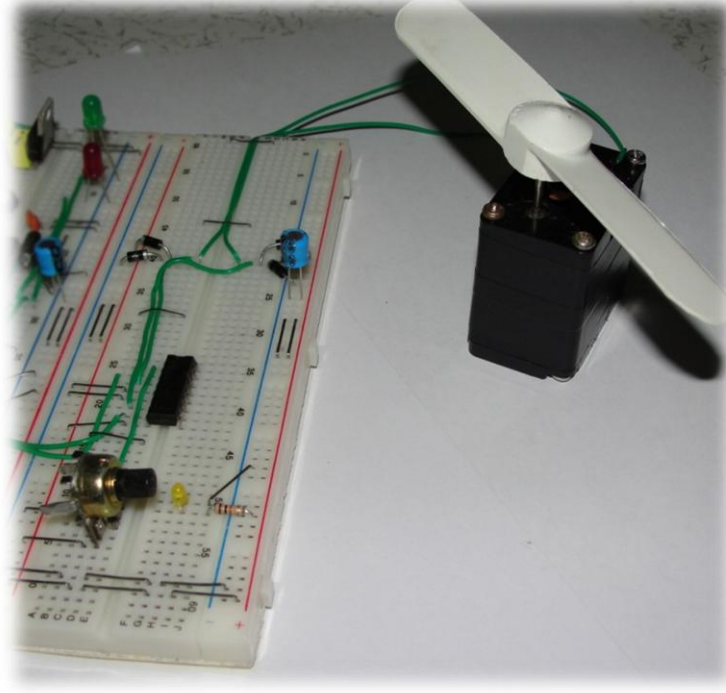


Şekil 4.7 Verici Devresi



Şekil 4.8 Alıcı Devresi

Resimlerden de görüleceği gibi 2 adet neredeyse aynı devre oluşturuldu. Birincisine RF verici takıldığı için “verici devresi”; ikincisine RF alıcı takıldığı için “alıcı devresi” denildi. Yukardaki her iki devrede gerçeklenirken Proteus programı ile oluşturulan devre Őemasına sadık kalındı.



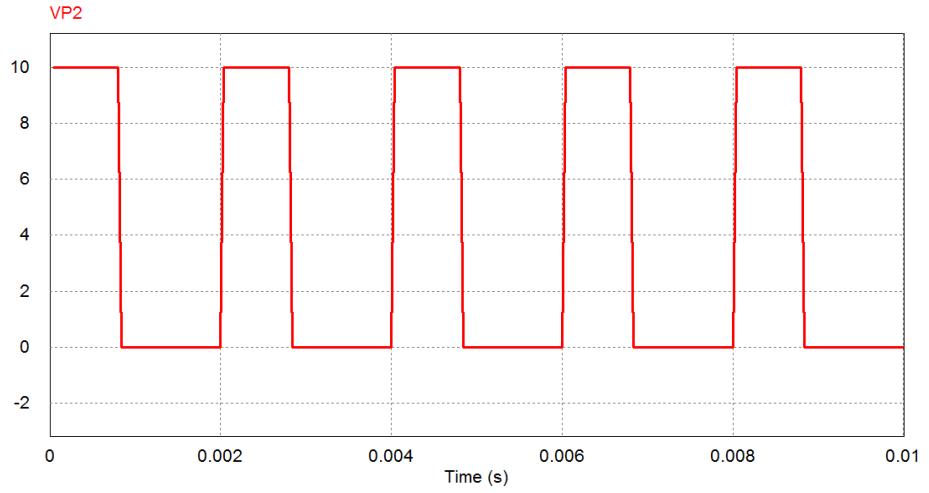
Şekil 4.9 Projenin Son Hali

5. TESTLER VE SONUÇLARI

Uzun uğraşlar sonucu RF kontrollü motor kontrolü projesinde başarıya ulaşıldı ve çeşitli testler ve sonuçlar çıkartıldı.

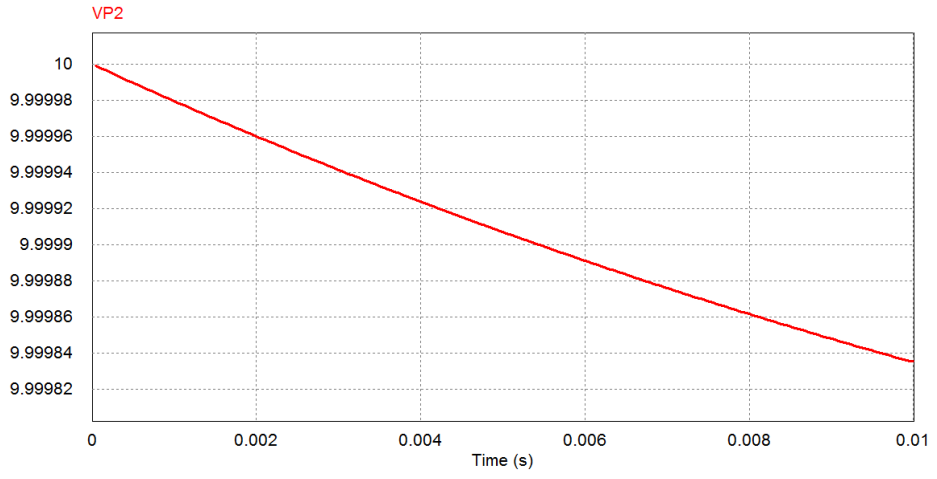
Bilindiği üzere bu projede motorun hız kontrolünü uç gerilimini değiştirerek yaptık. Uygulanan 4 basamağa göre motorun uç gerilim grafikleri şöyle çıktı.

1. Durum (200 ms on, 300 ms off)



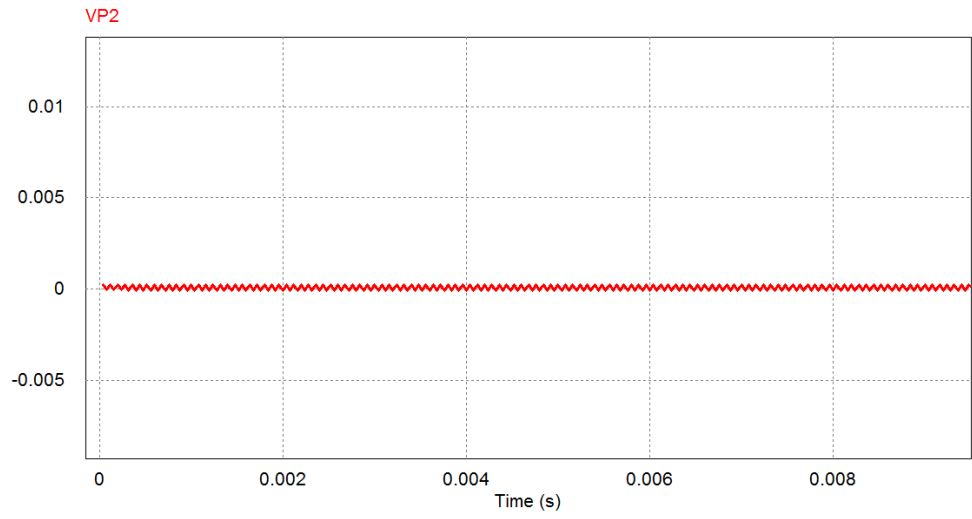
Şekil 5.1 ilk Durum Uç Gerilimi

2. Durum (600ms on, 0 ms off)



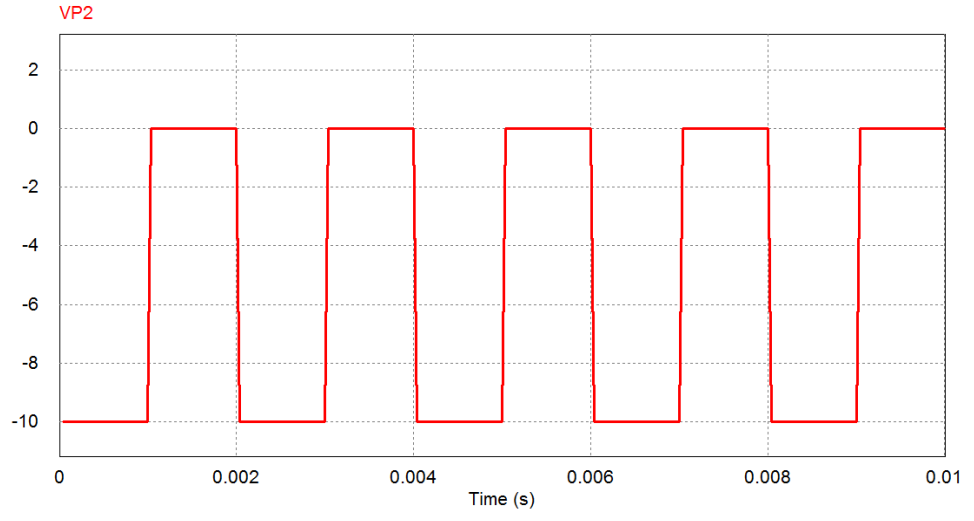
Şekil 5.2 ikinci Durum Uç Gerilimi

3. Durum (0 ms on, 600ms off)



Şekil 5.3 Üçüncü Durum Uç Gerilimi

4. Durum (300 ms on, 300ms off) (Ters yönde çalışma modu)

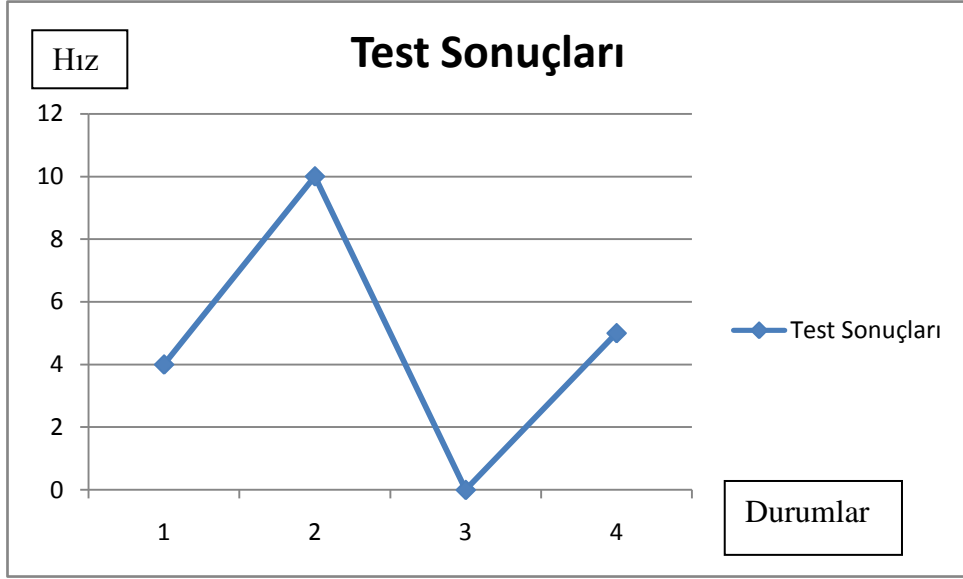


Şekil 5.4 Dördüncü Durum Uç Gerilimi

Sonuç:

Test Sonuçları				
	Açık olan süre	Kapalı olan süre	Ortalama Gerilim	RMS
	Ms	Ms	V	V
1. Durum	200	300	4	6,324
2. Durum	500	0	10	10
3. Durum	0	500	0	0
4. Durum	300	300	5	7,07

Çıkan sonuç aynı zamanda motorun hız zaman grafiğini de verir:



Şekil 5.5 Hız Zaman Grafiği (Oransal)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Proje başarı ile tamamlandı testler ve sonuçlar kaydedildi. Projede RF haberleşme; 433 Mhz ile çalışan RF modülleri ile sağlandı ve PIC 16f84A mikroişlemci kullanılarak doğru akım motoru kontrol edildi. Tasarlanan sistemin baskı devreye aktarımı için ise Proteus programı kullanılmıştı.

Bu araştırma sonucunda, kablosuz bir şekilde uzaktan motor kontrolü başarıyla yapıldı. Genel olarak prototip bir yapıya sahip olan proje de sonucun daha sağlıklı alınabilmesi için bazı geliştirilmesi gereken konular ortaya çıkmıştır. Örneğin anten tasarımı; çünkü yapılan testlerde de görüldü ki, bilgisayar simülasyonları ile projenin gerçekleşmiş hali birebir aynı değil. Yapılan kontroller sonucunda yazılımın ve devre tasarımının nerdeyse kusursuz bir şekilde simülasyondan gerçeğe aktarıldığı, ancak devrenin %100 performans ile çalışmadığı gözlemlendi. Alınan profesyonel yardımlar neticesinde hatanın antenden kaynaklandığı net bir şekilde ortaya çıktı.

Gelelim bu tarz bir projenin nerelerde kullanılabileceğine. Kablosuz kontrolün rahatlığı ve konforu iyi anlaşıldığı günümüzde, kablosuz kontrolü akıllı sistemleri adepde ederek, bu uygulamadaki gibi, daha kullanışlı ürünler ortaya çıkartabiliriz. Güzel bir örnek tarla sulama sistemlerinden bahsedilebilir. Ülkemizin güneyindeki arsalar ortalama olarak 100 dönüm civarındadır ve bu tarlalar bir kuyudan sulanarak hizmet vermektedir. Ancak bilindiği üzeri tarla sulamak hiçte kolay bir iş değildir. Şöyle ki, mahsüle göre su miktarı belirlenir, hava sıcaklığına göre sulama saatleri belirlenir, kullanılan sulama tipine göre akan suyun basıncı belirlenir, kuyudaki su miktarına göre çalışma süresi belirlenir ve asla dalgıç motorları susuz kuyuda çalıştırılmaz. Yukarda sayılan tüm işlemler çiftçinin kuyu başına bir kere gitmesi demektir ki bu da çiftçinin gün içerisinde kuyunun yanına on veya yirmi defa gitmesi demektir. Bu işlem 100 dönümlük arazide gün içinde yaklaşık 50 kilometre yol eder. Ne yazık ki günümüzde, çiftçiler kendilerine çok kolaylık sağlayacak bu projedeki gibi kablosuz kontrol sistemlerinden yeterince faydalanamamaktadır. Faydalan müşteriler ise büyük firmaların standart paketlerini kullanmak zorundalar ki bu da

istenilen bir şey değildir. Zaten büyük firmaların standart bir paket çıkarmalarının altında yatan asıl sebep sattıkları ürünlerin ithal olmasıdır. Yani kendileri üretmedikleri, dışarıdan hazır olarak aldıkları için kontrol sisteminin içine dokunamıyorlar ve dolayısıyla kapalı bir kutu şeklinde hazır gelen sistem bir fayda sağlamıyor. Yapılan bu projede hiçbir şekilde analog eleman kullanılmadığı için her şey mikroişlemciler üzerinden kolaylıkla değiştirilebilir. Bu sayede direkt müşterinin istediği tarz bir senaryo yaratılıp daha faydalı uygulamalar yapılabilir.

Başka bir uygulama alanı akıllı ev sistemleridir. Eskiden evler yığma taş yapılardan oluşup içinde hiçbir teknolojik yapı ihtiva etmezlerdi. Ancak günümüzde evler klima sistemleri, su ısıtma sistemleri, aydınlatma sistemleri ve güvenlik sistemleri gibi birçok teknolojik sistemlere ev sahipliği yapmaktadırlar. Konforlu bir yaşam için evlere taşınan bu sistemleri daha konforlu bir hale sokulabilir. Tabî ki bu da ancak teknolojik sistemleri kablosuz olarak ve uzaktan kontrollu yaparak olur. Sadece evdeyken değil işten veya şehir dışından yapılan kontrol, insanlara daha konforlu, rahat ve güzel bir yaşam alanı sağlayacaktır.

Son söz; devremiz prensip olarak kusursuz çalıştı ancak bu projenin devamı olarak profesyonel bir uygulama yapılmak istenirse, başta anten tasarımı olmak üzere bazı konuların tekrar gözden geçirilmesi ve gerekirse profesyonel bir yardım alınması gerekir.

KAYNAKLAR

- [1] **Younkin G. W.** “Industrial Servo Control Systems - Fundamentals and Applications” 2003
- [2] **Özdemir A., Yazıcı İ. & Kunduz T.** “Mikrodenetleyici Tabanlı Kablosuz Kontrol ve Kumanda Sistemi Tasarımı” 2004
- [3] **Coşkun B.** “Kablosuz Haberleşme Teknolojisi (Sabüt İp) Kullanılarak Enerji Otomasyonu (Scada Projesi)” Eskişehir 2000
- [4] **MEGEP** “Analog Ve Sayısal Haberleşme”,Ankara 2007
- [5] **Zengin F., Şanlı M., Urhan O., Güllü M.K.,** “Rf İle Çok Noktadan Kablosuz Sıcaklık Ölçümü”
- [6] **UDEA** “Ürün Kılavuzu Version 1.2 ” Mayıs 2006.
- [7] **SIEMENS** “ Education Notes, DC Motors”.
- [8] **Çubuk M.** “Haberleşme Sistemlerinde Kullanılan Temel Kodlama Ve Sıkıştırma Teknikleri” Doktora Tezi
- [9] **Alper T., A.** “Analog Haberleşme” Mersin Üniversitesi.
- [10] **Ergül T.** “RF Multi Kontrol” Bitirme Tezi, 2009
- [11] **SIEMENS** “ Education Notes, DC Motor Rating”.
- [12] **ECE Lab.6 Chapter 7, “DC Motor Drive” The Ohio State University.**

EKLER

Ekler A

PIC 16F84A Datasheet

BC337 NPN Transistor Datasheet

Ekler B

Alıcı Yazılımı

Verici Yazılımı

Ekler C

RF Modül Datasheet

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Mehmet YILDIZ

Doğum Yeri ve Tarihi: ŞANLIURFA / 24.11.1985

Adres: Gülfem Hatun Mahallesi Aziz Mahmud Efendi
Sokak Aktaş Apt. no 29/5 Üsküdar/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İ.T.Ü ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ