

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BİR AZALTAN-ARTIRAN DA-DA (BUCK-BOOST) DÖNÜŞ TÜRÜCÜ TASARIMI  
VE GERÇEKLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Teknik Elektrik Öğretmeni Erol CAN**

**HAZİRAN 2010  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BİR AZALTAN- ARTIRAN DA-DA (BUCK-BOOST) DÖNÜŞTÜRÜCÜ  
TASARIMI VE GERÇEKLENMESİ**

**Teknik Elektrik Öğretmeni Erol CAN**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Yüksek Lisans (Elektrik Mühendisliği)”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20/5/2010  
Tezin Savunma Tarihi : 22/06/2010**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. H.İbrahim OKUMUŞ**

**Jüri Üyesi : Prof. Dr. Sefa AKPINAR**

**Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin PEHLİVAN**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2010**

## ÖNSÖZ

Endüstride, tarımda ve sosyal yaşamın pek çok alanında, teknolojinin gelişmesiyle enerji kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Gerek elektrik enerjisinin üretim şekli, gerekse enerjinin kullanılan cihazlara göre değişiklik göstermesi alternatif akım ve doğru akım üzerinde çalışmaların yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Alternatif akım transformatörlerle rahat bir şekilde dönüştürebilirken doğru akım daha farklı ve daha karmaşık elektronik yapılar gerekmektedir. Bundan dolayı doğru gerilimdeki bu değişiklik ihtiyacı karşılamak için dönüştürücüler sanayide ve doğru akımla beslenen sistemlerde gerek gerilim regülatörü olarak gerekse azaltıp ve artırmak için gittikçe önemi artan güç elektroniği sistemleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmamda dönüştürücü devrelerinin endüstri, tarım gibi alanlarda kullanımının önemini görmemin yanında, yapım aşamasında programlama dillerinin ne kadar önemli olduğunu gördüm. Mikrodenetleyicilerin geliştirilen yazılımlarla devre kontrolündeki etkinliklerini ve devrenin daha ekonomik oluşmasını sağladığını gördüm.

Yüksek Lisans Tez çalışmam da, danışmanlığımı üstlenen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim Okumuş'a değerli katkı ve yönlendirmelerinden dolayı en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca sürekli destek olan, üzerimdeki sorumlulukları elinden geldiğince azaltmaya çalışan hayat arkadaşım, biricik oğlumun annesi Merih CAN'a, dualarını eksik etmeyen bugünlere gelmemiz için her türlü fedakarlığı yapan annem'e yürekten teşekkür ediyorum. Ayrıca tez çalışmam boyunca en ufak yardımını olan herkese teşekkürler.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. DA-DA Dönüştürücüler .....	2
1.2.1. Anahtarlamalı DA–DA Dönüştürücüler.....	2
1.2.2. İzolasyonlu DA–DA Dönüştürücüler .....	3
1.2.3. İzolasyonsuz Temel DA–DA Dönüştürücüler .....	3
1.2.3.1. Azaltan Dönüştürücüler .....	3
1.2.3.2. Artıran Dönüştürücü .....	7
1.2.3.3. Azaltan-Artıran Dönüştürücü.....	9
1.3. DA –DA Azaltan-Artıran Dönüştürücü Devre Elemanları .....	10
1.3.1. Mosfet .....	10
1.3.1.1. Azaltan Kanallı (Depletion, Deplasyon) Mosfet'ler .....	11
1.3.1.1.1. Azaltan Kanallı Mosfet Tipleri .....	11
1.3.1.2. Çoğaltan Kanallı (Enhancement).....	12
1.3.1.2.1. Çoğaltan Kanallı Mosfet tipleri .....	12
1.3.1.3. Mosfet'lerin Bazı Özellikleri .....	13
1.3.1.4. Mosfet 'lerin Yapısı .....	13
1.3.2. PIC 16F84A .....	14
1.3.2.1. PIC'in Yapısı .....	14
1.3.2.2. PIC Çeşitleri .....	15
1.3.2.3. PIC Bellek Çeşitleri .....	16

1.3.2.4.	Yüksek Performanslı RISC CPU Özellikleri .....	16
1.3.2.5.	Çevresel Özellikler .....	17
1.3.2.6.	Özel Mikro Denetleyici Özellikleri .....	17
1.3.2.7.	PIC 16 F84'ün yapısı .....	20
1.3.2.7.1.	Mikro Denetleyicide Komut İşletimi .....	22
1.3.2.7.2.	W Register.....	22
1.3.2.7.3.	Veri Belleği – Data Memo .....	24
1.3.2.7.4.	Yığın hafıza ( Stack Memory).....	24
1.3.2.3.5.	Program Sayıcı ( Program Counter ).....	25
1.3.2.7.6.	Durum Yazmacı ( Register ).....	26
1.3.2.7.7.	I / O portları (input / output) (Giriş / Çıkış).....	27
1.3.2.8.	Giriş İşlemi.....	27
1.3.2.9.	Çıkış İşlemi .....	28
1.3.2.10.	Resetleme İşlemi ( Power on Reset).....	29
1.3.2.10.1.	VDD' yi Direk Olarak Resetleme .....	29
1.3.2.10.2.	PIC' in Dışarıdan Resetlenmesi .....	30
1.3.2.10.3.	Butonla Reset .....	30
1.3.2.11.	Osilatör Modelleri .....	31
1.3.2.12.	RC Osilatör.....	33
1.3.3.	Bobin .....	33
1.3.4.	Kondansatör .....	35
1.3.4.1.	Kondansatör Nedir .....	35
1.3.4.2.	Kondansatör Özellikleri .....	35
1.3.4.3.	Kondansatör Çeşitleri .....	35
1.3.4.3.1.	Sabit Kondansatörler .....	36
1.3.4.3.1.1.	Seramik Kondansatörler .....	36
1.3.4.3.1.2.	Elektrolitik Kondansatörler .....	37
1.3.4.3.1.3.	Metalize Kondansatörler.....	37
1.3.4.3.1.4.	Mika Kondansatör.....	38
1.3.5.	Diyot .....	38
1.3.5.1.	Diyot Nedir.....	38
1.3.5.2.	Diyot Çeşitleri .....	38
1.3.5.2.1.	Doğrultmaç Diyotları .....	38

1.3.5.2.2.	Sinyal Diyotları .....	39
1.3.5.3.	Diyotun Doğru Polarlanması .....	39
1.3.5.4.	Diyotun Ters Polarlanması .....	39
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR .....	40
2.1.	Giriş .....	40
2.2.	Azaltan-Artıran Dönüştürücünün Simulik Uygulamaları .....	40
2.2.1.	Azaltan-Artıran Dönüştürücünün Kontrolsüz Simulik Uygulamaları.....	40
2.2.2.	Azaltan-Artıran Dönüştürücünün PI Kontrolü Yazılım.....	47
2.2.3.	Azaltan-Artıran Dönüştürücünün PI Kontrolle Çıkışının Sabitlemesi .....	53
2.3.	Mikro İşlemci Tabanlı Azaltan-Artıran Dönüştürücü .....	57
3.	TARTIŞMA .....	68
4.	SONUÇ .....	69
5.	ÖNERİLER .....	70
6.	KAYNAKLAR.....	71
7.	EKLERİ.....	73

## ÖZGEÇMİŞİM

## ÖZET

Bu çalışmada son yıllarda gittikçe önemi artan DA-DA Azaltan-Artıran dönüştürücüler incelenerek, PIC 16F84A tabanlı bir denetim yönteminin geliştirilmesi ve dönüştürücü sistemin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Sanayide kullanılan DA-DA dönüştürücülerden farklı olarak PIC 16F84A kullanılarak devrenin daha işlevsel olması sağlanmıştır. Bir başka önemli durum ise kullanılan mikrodenetleyicinin boyutlarının küçük ve maliyetinin düşük olması dönüştürücünün toplam maliyetini düşürmüştür.

Tasarlanan dönüştürücü, güç devresi ve dönüştürücüyü denetlemek için kullanılan mikrodenetleyici devresinden oluşmaktadır. İstenilen çıkış gerilim seviyesine göre dönüştürücü Azaltan veya Artıran konumunda çalışmaktadır.

Öncelikle, DA-DA Azaltan-Artıran dönüştürücü anahtarlama süresi kullanılarak Azaltan (Buck) veya Artıran (Boost) konumunda çalıştırılmıştır. Daha sonra anahtarlama sürelerinde hiç bir değişiklik yapmadan dönüştürücü, PI denetleyicinin aldığı geri beslemelerle azaltan veya artıran konumunlar da çalışmasına yönelik benzetim Matlab/Simulink ortamında başarıyla gerçekleştirilmiştir. Gerçek elemanlarla uygulama aşamasında dönüştürücü devre yapısının çalışma özellikleri PIC16F84A'ya yazılımla yüklenmiştir. Gerçekleştirme aşamasından sonra DA-DA dönüştürücü Azaltan veya Artıran konumlarda çalıştırılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Artıran, Azaltan, PIC, PI, Buck, Boost

## SUMMARY

### **Design And Implementation of A DC-DC Buck-Boost Converter**

In this study, by investigating DC-DC converters of which the importance have been increasing in recent years, a PIC16F84A based control method is developed and converter system is implemented. As with the difference between the DC-DC converters used in industry and the DC-DC converter designed in this study, PIC16F84A used in the DC-DC converter in this study is supposed more functional circuit. Another important case is that the microcontroller (PIC16F87A) is reduced the total cost of the DC-DC converter because of its small size and low cost.

The designed converter is formed by a power circuit and a microcontroller used for controlling the converter. The converter works as a Buck or Boost converter depend on the demanded output voltage level.

First of all, DC-DC Buck-Boost converter is operated in the mode of Buck or Boost by adjusting the switching time. Then, the controller simulation which has a feedback after PI controller is implemented successfully as a Buck or Boost converter in Matlab/Simulink without changing switching time. The specifications of the converter is transfered to PIC 16F84A by a software in the application step with real components. After the implementation step DC-DC converter is worked in the buck or boost mode and obtained successful results.

**Key Words:** PI, Converter, Buck, Boost, PIC



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Azaltan dönüştürücü genel yapı.....	3
Şekil 1.2. Azaltan dönüştürücünün indüktör akımı .....	6
Şekil 1.3. Artıran dönüştürücü devresi.....	7
Şekil 1.4. Gerilim ve akım dalga şekilleri.....	8
Şekil 1.5. Azaltan-Artıran dönüştürücü.....	9
Şekil 1.6. Azaltan-Artıran çeviricinin indüktör akımı .....	9
Şekil 1.7. Azaltan kanallı mosfet sembolleri .....	11
Şekil 1.8. Azaltan kanallı mosfet'in yapısı.....	11
Şekil 1.9. Çoğaltan kanallı mosfet'lerin sembolleri i.....	12
Şekil 1.10. Çoğaltan kanallı mosfet'lerin yapısı .....	12
Şekil 1.11. PIC 16f84a'nın üstten görünüşü.....	14
Şekil 1.12. PIC mimarisi. ....	18
Şekil 1.13. PIC bacakları .....	19
Şekil 1.14. PIC 16F84'ün yapısı.....	20
Şekil 1.15. Komut akışı / Bilgi iletim kanalı .....	21
Şekil 1.16. Mikro işlemcinin komut işletim sırası.....	22
Şekil 1.17. Program belleği ( memory )......	23
Şekil 1.18. Flash program belleği eeprom 1 kbyte.....	23
Şekil 1.19. Yığın hafıza .....	24
Şekil 1.20. Program Sayıcı.....	25
Şekil 1.21. Durum Yazmacı .....	26
Şekil 1.22. PIC 16f84a'nın giriş ve çıkışları.....	27
Şekil 1.23. Giriş işlemi.....	28
Şekil 1.24. Sink akımı.....	28
Şekil 1.25. Kaynak akımı .....	29
Şekil 1.26. VDD' yi direk olarak resetleme.....	30
Şekil 1.27. PIC' in dışarıdan resetlenmesi.....	30
Şekil 1.28. MCLR 'in butonla resetlenmesi.....	31
Şekil 1.29. Düşük güç kristali.....	31

Şekil 1.30. Kristal osilatör .....	32
Şekil 1.31. Seramik rezonatör.....	32
Şeki 1.32. Rezenatör ve XTAL osilatörün PIC'e bağlanış.....	32
Şekil 1.33. Bobin sembolleri .....	34
Şekil 1.34. Çeşitli bobin görünüşleri.....	35
Şekil 1.35. Kutuplu (elektrolitik) kondansatör sembolü.....	36
Şekil 1.36. Devrede montajlı elektrolitik kondansatörler .....	37
Şekil 1.38. P N birleşimi ve nötr bölgenin oluşumu .....	38
Şekil 1.39. Diyot sembolü.....	38
Şekil 2.1. Azaltan-Artıran Dönüştürücü. ....	41
Şekil 2.2. Dönüştürücünün çıkış voltajı ve İndüktör akım.....	42
Şekil2. 3. Azaltan-Artıran dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken .....	43
Şekil 2. 4. Azaltan-Artıran dönüştürücünün artırıcı olarak çalışırken .....	44
Şekil 2. 5. Dönüştürücünün Ortalama çıkış gerilimi Ortalama indüktör akımı.....	45
Şekil 2. 6. Dönüştürücü azatan olarak çalışması .....	46
Şekil 2. 7. Tek giriş çift çıkışlı negatif geri beslemeli PI kontrollü .....	47
Şekil 2. 8. PI kontrollü azaltan-artıran dönüştürücü .....	48
Şekil 2. 9. PI kontrollü dönüştürücünün yük akımı ve çıkış gerilimi.. .....	49
Şekil 2. 10. PI kontrollü dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken ki değerleri.....	49
Şekil 2. 11. PI kontrollü dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken tüm değerleri.....	50
Şekil 2. 12. PI kontrollü dönüştürücünün artırıcı çalışırken değerleri.....	51
Şekil 2. 13. PI kontrollü dönüştürücünün artırıcı çalışırken ortalama değerleri.....	51
Şekil 2. 14. PI kontrollü dönüştürücünün artırıcı çalışırken tüm değerleri. ....	52
Şekil 2. 15. PI kontrollü azltan-artıran dönüştürücü devresi. ....	53
Şekil 2. 16. Giriş gerilimi 35 volt olan dönüştürücünün çıkış değerleri .....	54
Şekil 2. 17. Giriş gerilimi 35 volt olan dönüştürücünün ortalama dğerleri .....	54
Şekil 2. 18. Giriş gerilimi 45 volt olan dönüştürücünün çıkış değerleri .....	55
Şekil 2. 19. Giriş gerilimi 45 volt olan dönüştürücünün ortalama değerleri. ....	56
Şekil 2.20. PIC 16F84A Kontrollü Azaltan-Artıran Dönüştürücü.....	57
Şekil 2.21. PIC 16F84A kontrollü dönüştürücü algoritması .....	58
Şekil 2.22. Dönüştürücüyü referans değerinde çalıştıracak sinyal değeri.....	59
Şekil 2.23. Dönüştürücüyü artırıcı modda çalıştıran sinyal'in simülasyon değeri .....	60

Şekil 2.24. Dönüştürücüyü azaltan modda çalıştırılan sinyal'in simülasyon değeri. ....	60
Şekil 2.25. Azaltan-Artıran dönüştürücü devresi.....	61
Şekil 2.26. Dönüştürücüyü artıran olarak çalıştırılan sinyalin'in osiloskop değerleri.....	62
Şekil 2.27. Dönüştürücüyü azaltan olarak çalıştırılan sinyalin'in osiloskop değerleri.....	62
Şekil 2.28. Dönüştürücüyü giriş değeriyle aynı çalıştırılan sinyalin osiloskop değerleri.....	63
Şekil 2.29. Dönüştürücü girişi çıkışa eşit olarak çalışırken osiloskop değeri .....	63
Şekil 2.30. Dönüştürücü çıkışının osiloskop ve voltmetre ile ölçümü.....	64
Şekil 2.31. Dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken osiloskolla ölçümü .....	65
Şekil 2.32. Dönüştürücü azaltan olarak çalışırken osiloskop ve voltmetre ile ölçümü.....	65
Şekil 2.33. Dönüştürücünün artıran olarak çalışırken osiloskolla ölçümü. ....	66
Şekil 2.34. Dönüştürücü artıran olarak çalışırken osiloskop ve voltmetre ile ölçümü .....	66
Şekil 2.35. DA-DA Artıran-Azaltan dönüştürücü.....	67

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1.1. PIC çetleri (Orta seri).....	18
Tablo 1.2. Mikro denetleyicide komut işletim tablosu.....	21
Tablo 1.3. Osilatörlerin frekans ve kapasite değerleri.....	33
Tablo 2.1. Azaltan-artıran dönüştürücünün parametreleri.....	41
Tablo 2.2. PI kontrollü azaltan-artıran Dönüştürücünün parametreleri.....	47
Tablo 2.3. PI kontrollü R-L yüklü azaltan-artıran dönüştürücünün parametreleri.....	56
Tablo 2.4. PIC 16f84a yazılımının makina kodları.....	59

## SEMBOLLER DİZİNİ

OSC1/CLOCKIN	Osilatör girişi / harici osilatör girişi
OSC2/CLKOUT	Osilatör girişi / OSC1 frekansının ¼ değerindeki çıkışı
MCLR	PIC'in reset girişi
RA0 – RA3	PIC'in giriş çıkış uçları
RA4/T0CLKI	Giriş Çıkış ucu / TMR0 için saat darbe giriş ucu
RB0/INT	Giriş Çıkış ucu / Dış kesmeler için giriş ucu
RB1-RB7	PIC'in çıkış uçları
GND	Güç kaynağının eksi (-) ucu
Vcc	Güç kaynağının artı (+) ucu
PWM	Darbe genişlik modülasyonu
RAM	Rastgele erişimli hafıza
ROM	Sadece okunabilir bellek
EEPROM	Elektriksel olarak yazılabilir ve silinebilir bellek
PIC	Programlanabilir ara yüz denetleyici
$\Omega$	Direnç birimi
Kp	Oransal kazanç
Ki	İntegral kazancı

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Teknolojinin giderek gelişmesi elektrik enerjisi kullanımının da giderek artmasına ve vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmesine neden olmuştur. Teknolojinin bu gelişimi; endüstri, iş yaşamı ve sosyal yaşam gibi her alanda kullanılan elektrikli cihazların yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Bu cihazlar yapılarına göre doğru akım ya da alternatif akım elektrik enerjisini kullanmaktadır. Aynı kaynaktan beslenen cihaz gerilimi kaynak geriliminin altında veya üstünde olabilir. Bu durumda alternatif gerilimi düşürmek için transformatörler kullanılırken doğru gerilimi düşürmek ya da yükseltmek için daha karmaşık yapıya sahip olan güç elektroniği dönüştürücü devreleri kullanılması gerekmektedir. Bu devrelerin kullanılma amaçlarına ve çalışma özelliklerine bakıldığında doğru akım transformatörleri de denilebilir. DA-DA dönüştürücüler doğru gerilimin seviyesini değiştirdiğinden dolayı doğru akım motorlarının hız ve moment denetiminde kullanılabileceği gibi güneş santralleri gibi yenilebilir enerji sistemlerinde de kullanılabilir. DA-DA Dönüştürücüler bu özelliklerinden dolayı endüstri tarım gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada bir Azaltan Artıran dönüştürücünün tasarlanıp gerçek elemanlarla devrenin gerçekleştirilmesi sağlanacaktır. Dönüştürücü PIC için geliştirilen programla daha esnek ve daha fonksiyonel hale getirilmektedir.

## 1.2. DA–DA Dönüştürücüler

Günümüzde güç elektroniğin de oldukça fazla uygulama alanı bulan DA–DA dönüştürücüler, akademik çalışmalarda yaygın bir şekilde ele alınmaktadır. Bu dönüştürücülerden temel olarak geniş bir aralıkta ayarlanabilen, düzgün ve regüleli bir DA çıkış gerilimi ile yüksek bir verim istenmektedir. DA gerilimini belirli bir gerilimin altına düşürebildiğinden veya belirli bir değerin üzerine çıkarabildiğinden dolayı DA transformatörler olarak da kabul edilen bu dönüştürücüler,

### 1. Anahtarlama DA–DA dönüştürücüler

2. Rezonanslı DA–DA dönüştürücüler şeklinde iki ana gruba ayrılır. Fakat DA–DA dönüştürücüler denildiğinde, genellikle anahtarlamalı dönüştürücüler anlaşılmaktadır. Bu durumda, rezonanslı dönüştürücüler özel bir tür olarak da kabul edilebilir [1].

### 1.2.1. Anahtarlamalı DA–DA Dönüştürücüler

Anahtarlamalı DA–DA çeviriciler, çoğunlukla Darbe Genişlik Modülasyon (PWM) tekniği ile kontrol edilmektedir. Yüksek hızlı geçiş cevabı ve yüksek güç yoğunluğu sebebiyle, bu dönüştürücüler sanayide yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu dönüştürücüler, geniş bir aralıkta ayarlanabilen, düzgün ve regüleli bir DA gerilimi sağlayabilmektedir. Anahtarlamalı temel DA–DA dönüştürücüler, anahtar olarak kontrollü yarı iletken güç elemanı, bir yarı iletken güç diyotu ve bir de anahtarlama endüktansından oluşan üç temel elemanın farklı şekillerde bağlanmasıyla elde edilir. Devrede ya tam iletimde ya da tam kesimde olarak çalıştırılan güç elemanına, güç anahtarı veya aktif eleman denilmektedir. Diyot ise yarı iletken pasif güç elemanıdır. Ayrıca, çalışma frekansına göre endüktans değerinin yeterince büyük olduğu ve böylece endüktanstan geçen akımın genellikle kesintisiz ve düzgün olduğu kabul edilmektedir. Anahtarlamalı DA–DA dönüştürücülerin çalışma prensibi, anahtarlanan endüktansın enerji aktarımına dayalıdır. Bu dönüştürücülerde, bir anahtarlama periyodu içerisinde ya güç anahtarı ya da güç diyotu iletimdedir. Genellikle, anahtar iletimde iken endüktansa enjekte edilen enerji, diyot iletimde iken çıkışa aktarılır [1]. Farklı şekillerde sınıflandırılan anahtarlamalı DA–DA dönüştürücülerin çok kabul gören bir sınıflaması aşağıda verilmektedir.

### 1.2.2. İzolasyonlu DA–DA Dönüştürücüler

- a) İleri yönlü (forward) dönüştürücü
- b) Geri dönüşlü (fly-back) dönüştürücü
- c) Push–pull dönüştürücü
- d) Yarım köprü ( half-bridge) dönüştürücü
- e) Tam köprü (full-bridge) dönüştürücü

Azaltan (Buck) dönüştürücü, Artıran (Boost) dönüştürücü, Azaltan–Artıran (Buck–Boost) dönüştürücü temel dönüştürücülerdir. Bunların dışındaki dönüştürücüler, bu ana

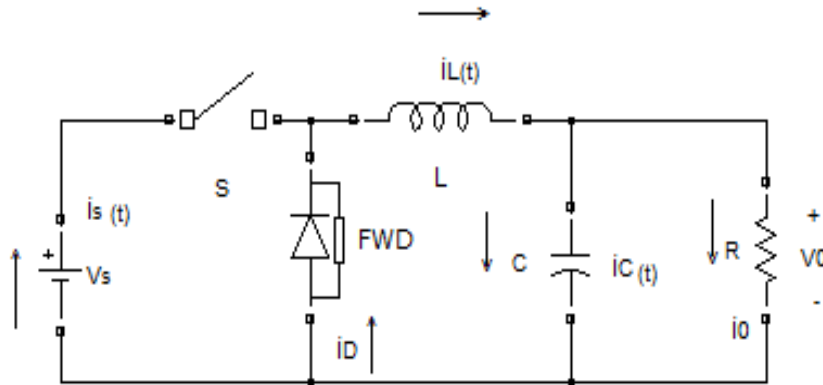
dönüştürücülerden birisinin karakteristiğine sahiptir. Bundan dolayı da topolojik olarak öncelikle bu dönüştürücülerin temel özellikleri incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca, genellikle izolasyonlu olarak kullanılan yarım ve tam köprü dönüştürücüler, izolasyonsuz olarak da gerçekleştirilebilmektedir. İzolasyonsuz azaltan ve artıran ile izolasyonlu push–pull dönüştürücüler daha çok kullanılmaktadır.

### 1.2.3. İzolasyonsuz Temel DA–DA Dönüştürücüler

- a) Azaltan (Buck) dönüştürücü
- b) Artıran (Boost) dönüştürücü
- c) Azaltan-Artıran (Buck–Boost) dönüştürücü
- d) Cuk dönüştürücü
- e) Sepic dönüştürücü
- f) Zeta dönüştürücü

#### 1.2.3.1. Azaltan Dönüştürücüler

Azaltan dönüştürücü, kendisinin sahip olduğu sabit yüksek bir gerilimi arzu edilen düşük seviyeye düşüren bir dönüştürücüdür. Ayrıca ileri yönlü dönüştürücü olarak adlandırılmakta olup devre topolojisi Şekil 1. 1. 'de verilmiştir.



Şekil 1. 1. Azaltan dönüştürücü genel yapısı



S anahtarı genellikle iletim konumu (on) veya kesme konumu (off) çalışan bir elektronelemandır. Açma ve kapatma süreleri genellikle gösterilmeyen uygun tasarlanmış kapı devreleri tarafından kontrol edilir. S anahtarının devrede olduğu an  $T$  (on) =  $DT$  'tir. Anahtarın açık olduğu zamanda  $t$  (off) =  $(1-D)T$ , fwd diyotu tüm bobin boyunca akımın sürekliliği için bir yol sağlar. Dönüştürücü sürekli moda çalışsın ya da çalışmasın bobin dalgacık yüzdelerini kontrol eder. Kapasitör C yükten harmonik akımlarını uzak tutmasıyla filtre işlerini sağlar. Şekil 1. 1. 'deki devredende anlaşılacağı üzere düşürücü dönüştürücünün iki tane enerji depo edeceği L ve C gibi elemanı mevcuttur. Bu iki eleman, kapasitör gerilimine bobin akımına bağlı eşitliğin oluşmasını sağlar. Anahtar kapalı olduğunda aşağıdaki gibi (1.1) eşitliği yazılabilir [22].

$$LC \frac{d^2 V_C(t)}{dt^2} + \frac{L}{R} \frac{dV_C(t)}{dt} + V_C(t) = V_S \quad (1.1)$$

Birinci dereceden ve ikinci dereceden diferansiyel denklemlerinin çözümünün  $V_C(t)$  ile toplamı bize S anahtarı kapalıyken  $V_S$  voltaj değerini verir. Benzer bir eşitlikte anahtar açık konumdayken yazılabilir. Eğer yük üzerinde bir voltaj olduğunu ve dolayısıyla kapasitörde de sabit bir voltaj oluştuğunu varsayarsak yukarıdaki diferansiyel denklemler basitleştirilmiş olur. Anahtar kapalı durumdayken indüktör gerilimi aşağıdaki denklem (1.2)'deki gibi yazılabilir.

$$\frac{dI_L(t)}{dt} = - \quad (1.2)$$

Devrenin yeteri süre işlem yaptığı ve kararlı durumuna ulaştığı varsayılır. Başka bir deyişle S anahtarı hemen kapanıyor olmadan önce belli bir miktar indüktör akımı,  $I_{Lmin}$  olabilir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi,  $T \rightarrow =$  için yukarıdaki denklemin çözümü aşağıdaki gibi olur.

$$I_L(t) = \frac{V_S - V_O}{L} + I_{Lmin} \quad (1.3)$$

İndüktör akımı zamanla doğrusal olarak artar ve maksimum değerini alır,  $t \rightarrow =$  gibi  $I_{Lmax}$  aşağıdaki gibi olur

$$I_{L_{max}} = \frac{V_S - V_O}{L} DT + I_{L_{min}} \quad (1.4)$$

$$I_L(t) = \frac{V_S - V_O}{L} t + I_{L_{min}} \quad (1.5)$$

İndüktör akımının maksimum ve minimum değerlerindeki değişim, dalgacık değerlerinin zirveleri arasındaki fark  $\Delta I_L$ , yukarıdaki (1. 4) eşitliğini düzenleyerek aşağıdaki (1. 6) gibi bir eşitlik elde ederiz.

$$\Delta I_L = I_{L_{max}} - I_{L_{min}} = \frac{V_S - V_O}{L} DT \quad (1.6)$$

Bu duruma göre akımdaki dalgalanma doğrudan D ile orantılı olduğu açıkça görülmektedir ve çıkış voltajı gerektiği için D üzerinde hiçbir kontrole sahip olamayabiliriz; ancak bu akım dalgalanmaları L ile ters orantılı ve L üzerinde bazı kontroller yapabiliriz. Bundan dolayı uygun indüktör seçimiyle akımdaki dalgalanmalar sürdürülebilir. Anahtar açık pozisyondayken devreyi incelediğimizde ise indüktör akımı devresini FWD diyotu üzerinden tamamlar ve  $0 < t < \dots$  için diferansiyel denklem aşağıdaki gibi olur.

$$\frac{dI_L}{dt} = -\frac{V_O}{L} \quad (1.7)$$

Birinci dereceden diferansiyel denklemin çözümünden ise aşağıdaki denklem elde edilir.

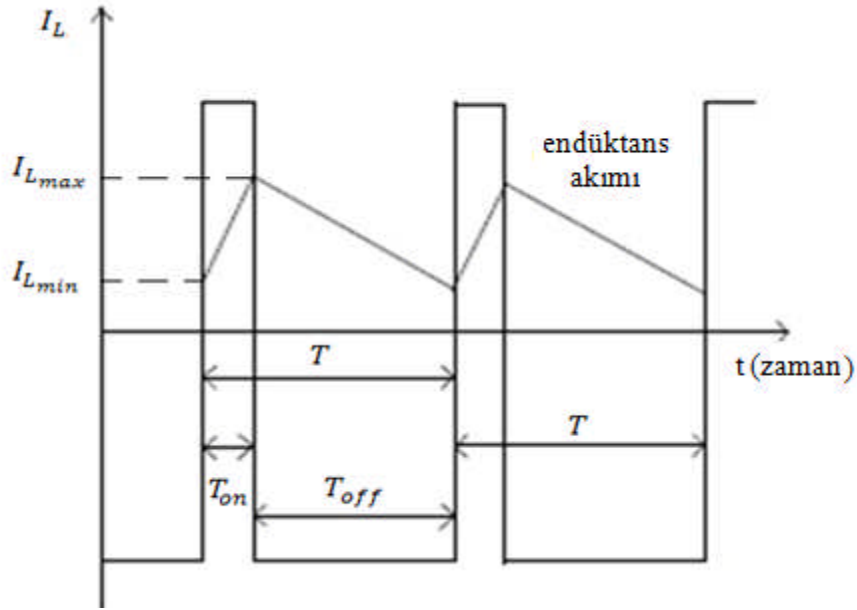
$$I_L(t) = -\frac{V_O}{L} t + I_{L_{max}} \quad (1.8)$$

Maksimum indüktör akım değeri, anahtarın devrede olduğu anda veya anahtarın kesime gittiği periyodun başındaki andır.  $t = (1 - D)T$  anında indüktör akımı minimum değerine azalır ve  $I_L(t) = I_{L_{min}}$  değeri aşağıdaki gibi olur [18, 19].

$$I_{L_{min}} = \frac{-V_o}{L} (1 - D)T + I_{L_{max}} \quad (1.9)$$

Bu eşitlik tekrar düzenlendiğinde indüktör akımının minimum ve maksimum değerleri arasındaki eşitliği veren denklemi aşağıdaki gibi elde etmiş oluruz.

$$\Delta I_L = I_{L_{max}} - I_{L_{min}} = \frac{V_o}{L} (1 - D)T \quad (1.10)$$



Şekil 1. 2. Azaltan dönüştürücünün indüktör akımı

(1.6) eşitliğiyle elde ettiğimiz maksimum ve minimum dalgacıklar arasındaki fark (1.10) eşitliğinde elde ettiğimiz dalgacılara eşit olduğundan bu iki eşitlik birbirine eşitlenerek (1.11) eşitliği aşağıdaki gibi elde edilir.

$$-(1 - D) = \frac{V_o}{L} (1 - D)T \quad (1.11)$$

Tekrar yukarıdaki eşitlik üzerinde işlem yaparak düzenlersek (1.12) eşitliğini elde ederiz

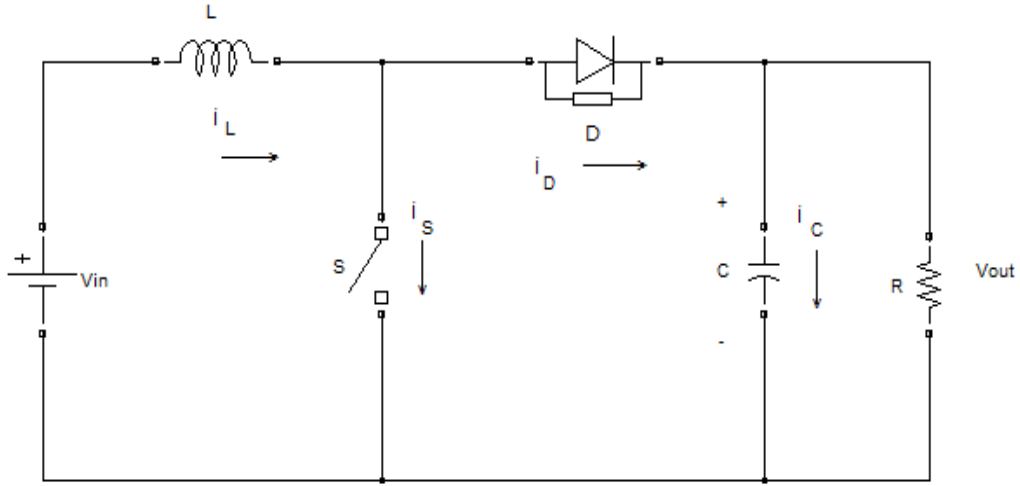
$$= \quad (1.12)$$

Elde ettiğimiz 1.12 denklemine göre çıkış voltajı D'nin değerine ve kaynak voltajına bağlıdır. D değeri 1 den küçük olduğundan çıkış voltajı kaynaktan her zaman küçük

olacaktır. Bu nedenden dolayı bu dönüştürücülere azaltan dönüştürücüler denir, aynı zaman da güç akışı kaynaktan yüke doğru olduğu ve kaynağa geri tekrar güç akışı olmadığı için ileri yönlü dönüştürücüler olarak ta adlandırılırlar [2, 14].

### 1.2.3.2. Artıran Dönüştürücü

Şekil 1,3'de temel bir artıran dönüştürücü görülmektedir. Bu devre giriş geriliminden daha yüksek bir çıkış gerilimi elde etmek istendiğinde kullanılır.



Şekil 1.3. Artıran dönüştürücü devresi

S anahtarı iletimde olduğunda  $V_L = V_{in} - V_{out}$ , ve kesimde olduğu durumda ise  $V_L = -V_{out}$ 'dir. Bu analizde, endüktans akımının sürekli aktığı (sürekli iletim) olduğu varsayılmıştır. Endüktans üzerindeki gerilim, Şekil 1. 4'de verilmiştir. Kararlı durumda endüktansın üzerindeki ortalama gerilim sıfır olacağından;

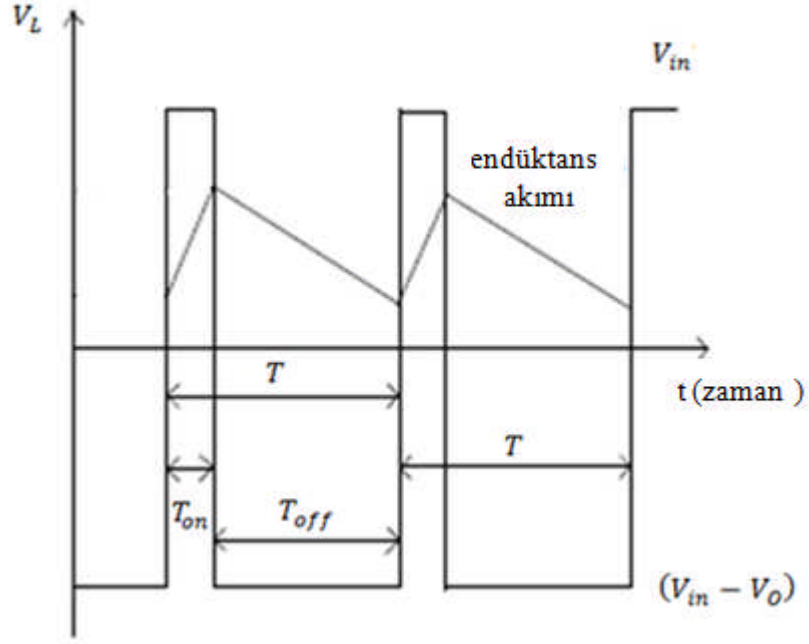
$$+ (V_{in} - V_{out}) - V_{out} = 0 \quad (1.13)$$

Bu denklem (1.14) gibi yeniden düzenlenebilir:

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{1}{1 - D} \quad (1.14)$$

Kayıpsız bir devre için güç dengesi aşağıdaki denklemi sağlar:

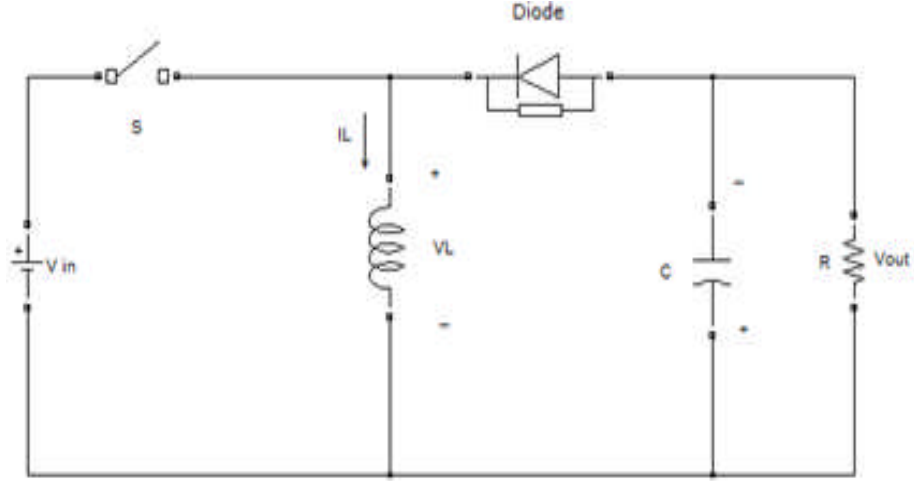
$$V_L = (1 - D) V_{in} \quad (1.15)$$



Şekil 1.4. Gerilim ve akım dalga şekilleri

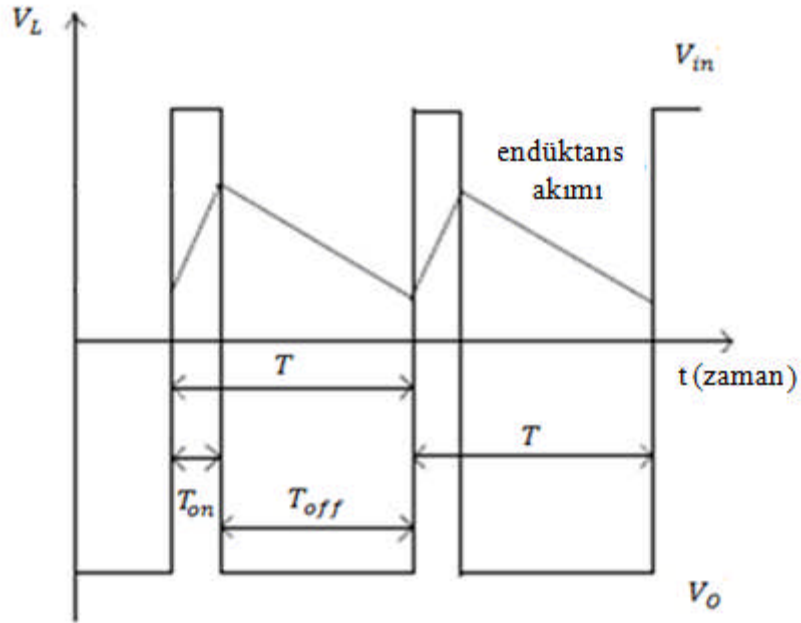
Çalışma oranı  $D$ , 0 ile 1 arasında olacağından, denklem 1.14'e göre çıkış Gerilimi mutlak olarak her zaman giriş geriliminden daha yüksek olacaktır [5, 13, 21].

### 1.2.3.3. Azaltan-Artıran Dönüştürücü



Şekil 1. 5. Azaltan-Artıran dönüştürücü

Azaltan-Artıran devrede, sürekli iletim olduğu durumda anahtar iletim konumundayken  $V_L = V_{in}$  'dır ve S anahtarı kesim konumundayken  $V_L = -V_{out}$  'dır. Bir periyot boyunca net akımın değişmemesinden dolayı endüktans üzerindeki ortalama gerilim sıfırdır [17,23].



Şekil 1.6. Azaltan-Artıran dönüştürücünün indüktör akımı

=

(1.15)

Gerilim oranları

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \quad (1.16)$$

ve buna karşılık gelen akım;

$$I_{out} = \frac{V_{out}}{R_L} \quad (1.17)$$

Çalışma oranı D, 0 ile 1 arasında olacağından çıkış gerilimi, mutlak olarak, giriş geriliminden daha düşük veya yüksek değerler arasında seyredebilir. Negatif işaret çıkış geriliminin ters yönde algıladığının göstergesidir [3, 6].

### 1.3. DA –DA Azaltan-Artıran Dönüştürücü Devre Elemanları

- a) Anahtar elemanı(Mosfet)
- b) Mikro işlemci PIC 16F84A
- c) Bobin
- d) Kondansatör
- e) Diyot

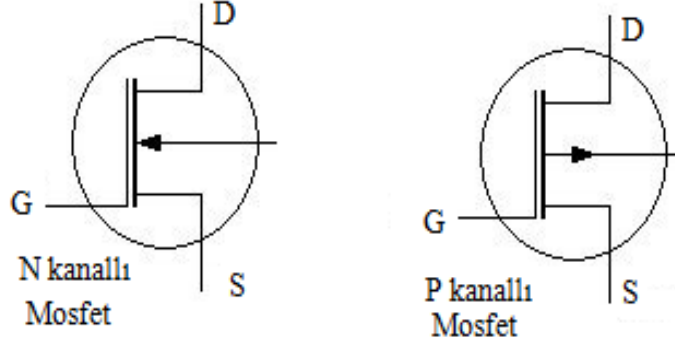
#### 1.3.1. Mosfet

Mosfet'ler (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, Geyt Ucu Kanal Maddesinden Yalıtılmış Alan Etkili Transistör) Gate (G) ucu kanal maddesinden oksit tabakalarıyla (silikon nitrat ve silikon oksit) yalıtılmış FET'lere MOSFET denir.

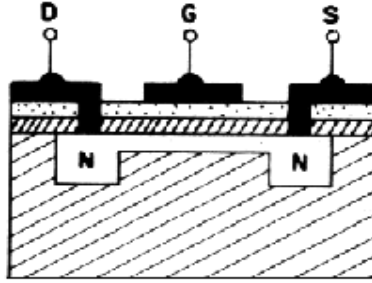
Mosfet çeşitleri şunlardır.

##### 1.3.1.1. Azaltan Kanallı (Depletion) Mosfet'ler

Kanal bölgesinde elektron ya da oyuk azaltma ilkesine göre çalışan elemandır. Azaltan kanallı MOSFET'lerde G ucuna uygulanan gerilimin değeri 0V iken D-S arasından bir miktar akım geçişi olmaktadır. G ucuna uygulanan gerilim pozitif yönde yükseltildiğinde D-S arasından geçen akım daha fazla artmakta, G ucuna uygulanan gerilim negatif yönde yükseltildiğinde ise D-S arasından geçen akım azalmaktadır.



Şekil 1.7. Azaltan kanallı Mosfet sembolleri



Şekil 1.8. Azaltan kanallı Mosfet'in yapısı

#### 1.3.1.1.1. Azaltan Kanallı Mosfet Tipleri

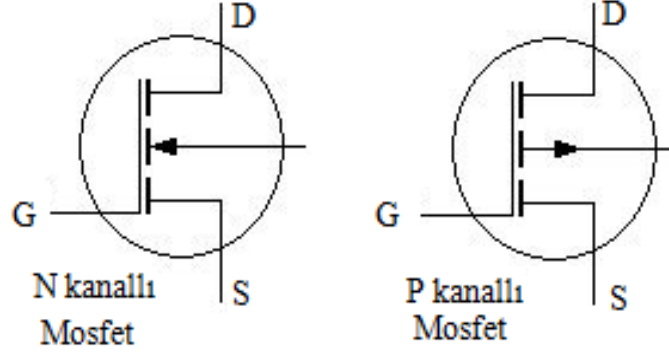
a) N kanallı azaltan Mosfet 'ler: Bunlarda akım D' den S'ye, N tipi maddenin içinden geçer.

b) P tipi azaltan kanallı Mosfet 'ler: Bunların yapısı N kanallıya benzer. Akım S' den D'ye doğru geçer.

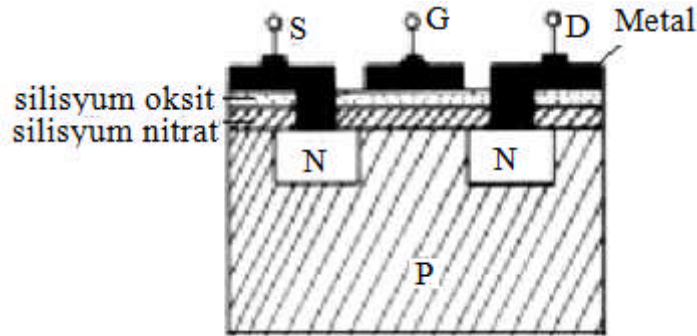
#### 1.3.1.2. Çoğaltan Kanallı (Enhancement) Mosfet



Mosfet'ler Kanal bölgesinde elektron ya da oyuk çoğaltma ilkesine göre çalışan devre elemanlarıdır. Bu tip mosfet'lerde G ucuna gerilim uygulanmadığı sürece D-S arasında akım geçişi olmamaktadır.



Şekil 1.9. Çoğaltan kanallı mosfet'lerin sembolleri



Şekil 1.10. Çoğaltan kanallı Mosfet'lerin yapısı

### 1.3.1.2.1. Çoğaltan kanallı Mosfet tipleri

a) N Kanallı Çoğaltan Mosfet'ler: Şekil 1.10'da yapısı verilen bu tip mosfet'lerde gövde olarak P tipi yarı iletken kullanılmıştır. Gövdenin iki ayrı kısmına iki adet N tipi madde yerleştirilmiştir ve bunlardan D-S uçları çıkarılmıştır. N maddelerinin üst yüzey aralığına gelecek biçimde yerleştirilen G ucu çok ince bir silisyum oksit ve silisyum nitrat tabakasıyla diğer uçlardan yalıtılmıştır. Bu tip Mosfet'lerde UG gerilimi 0 V tan itibaren pozitif yönde artırılacak olursa P tipi maddenin birleşim yüzeyine yakın olan kısmında eksi

(-) yüklü elektronlar toplanır. Bu bölgede biriken eksi (-) yükler ise D-S arasında akım geçişinin başlamasına yol açan kanal görevini üstlenir.

b) P Kanallı Çoğaltan Mosfet 'ler:P kanallı Mosfet 'ler N kanallı Mosfet 'lere benzer. Sadece akım taşıyıcı olarak artı yüklü oyuklar görev yapar. Bu tip Mosfet 'lerde de G'ye uygulanan gerilim 0 V iken D-S arasından akım geçişi olmaz. G ucuna uygulanan gerilim negatif yönde artırılınca P tipi maddenin birleşim yüzeyine yakın olan kısmında artı (+) yüklü oyuklar toplanır. Ve bu bölgede biriken artı (+) yüklü oyuklar D-S arasında akım geçişinin başlamasına yol açarak kanal görevini üstlenir.

### 1.3.1.3. Mosfet'lerin Bazı Özellikleri

1. Güç harcamaları çok azdır.
2. İç kapasiteleri düşüktür.
3. Mekanik dayanımları fazladır.
4. Çok hassas yapıları olduklarından statik elektriklenmelerde bozulabilirler. O nedenle montaj işlemlerinin topraklanmış havaya ile yapılması gerekir.

### 1.3.1.4. Mosfet 'lerin Yapısı

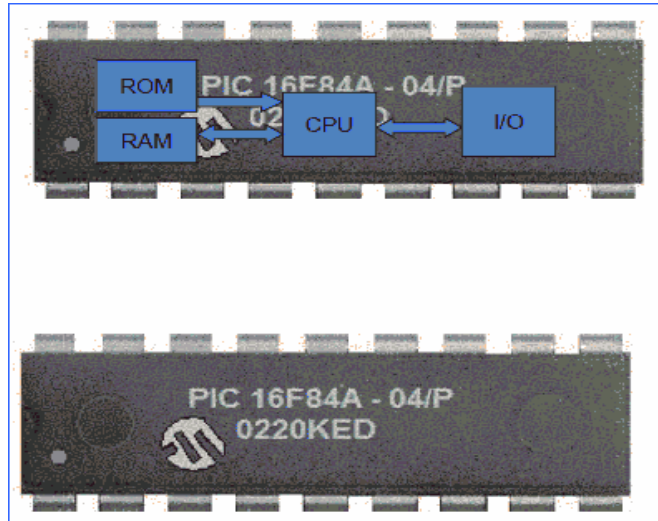
JFET 'ler klasik transistörlere göre büyük bir gelişme göstermelerine rağmen bazı sınırlamalara sahiptir. JFET 'lerin giriş empedansları klasik transistörlerden daha fazla olduğu için, JFET 'in girişine bağlanan sinyal kaynağından çekilen küçük miktardaki ters kapı akımı, sinyal kaynağını yükler. Bu yükleme etkisini azaltmak ve frekans cevabını (respond) geliştirmek için JFET'lere göre daha fazla gelişmiş başka bir alan etkili transistör yapılmıştır. Alan etkili transistörün (Fet) geliştirilmiş tipi genellikle Mosfet olarak bilinen metal oksit yarı iletkenidir. Mosfet kelimesinin açılımı metal oxide semiconductor field effect transistor 'dür. (Metal oksit yarıiletken alan etkili transistör). Mosfet, ingilizce açılımının baş harfleri bir araya getirilerek oluşturulmuştur. İzole edilmiş gate özelliğinden dolayı Mosfet 'lerin giriş empedansı son derece yüksek olup elektrotlar arası iç kapasitansı çok küçüktür. Bundan dolayı Mosfet 'ler normal transistörlerin, frekans sahasının çok daha üstündeki frekanslarda ve yüksek giriş empedanslı yükselteçlere ihtiyaç duyulan devrelerde daha fazla kullanılırlar. Bunun için Mosfet 'ler voltmetre, ohmmetre ve diğer

test aletlerinde kullanılırlar. Mosfet 'lerde, JFET 'lere ve klasik transistorlere nazaran gürültü daha az olup, band genişliği daha fazladır. Mosfet 'lerin bu üstünlüklerine nazaran bazı sakıncaları vardır. Şöyle ki; Mosfet yapısındaki ince silikon oksit tabakası, kolaylıkla tahrip olabilir. Mosfet 'e elle dokunulması halinde insan vücudu üzerindeki elektrostatik yük nedeniyle oksit tabakası delinerek, kullanılmayacak şekilde harap olabilir. Bundan dolayı Mosfet 'ler, özel ambalajlarında korunmaya alınmalı, Mosfet 'e dokunmadan önce kullanıcı, üzerindeki elektrostatik yükü topraklayarak boşaltmalıdır. Mosfet'i devre üzerinde montaj yaparken düşük güçlü havya kullanılmalı ve havya mutlaka topraklanmalıdır [11].

### 1.3.2. PIC 16F84a

#### 1.3.2.1. PIC'in Yapısı

PIC (Peripheral Interface Controller) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Çevresel (Dış) üniteleri denetleyen arabirim anlamına gelir. Bunun aracılığı ile çeşitli alıcıları(lamba, röle, motor vb.) kolaylıkla kontrol edebiliriz.



1.11. PIC 16F84A'nın üstten görünüşü [9]

PIC RISC mimarisi (Resuced Instruction Set Computer Özleştirilmiş Komut Seti) mimarisi adı verilen bir yöntem kullanılarak üretildiklerinden bir PIC programlamak için

kullanılacak olan komutlar oldukça basit ve sayı olarak da azdır. Örneğin PIC 16F84 mikro denetleyicisi 35 komut kullanılarak programlanabilmektedir. PIC mikro denetleyici genel özellikleri şunlardır;

a) Komut sayısı diğer CPU' lardan daha azdır: PIC ler RISC(Reduced Instruction Set Computer) denilen bir sistem mantığı ile üretildiklerinden komut sayıları azdır. (sadece 35 Adet) ve basittir. Bunun yanı sıra Z-80 CPU' da 158 adet komut mevcuttur.

b) Küçük gerilim altında işlem yapmak mümkündür: PIC' ler piyasada bulunan kuru pil olarak tabir ettiğimiz bataryalarla çalışabilmektedir. Çünkü çalışma gerilimleri 2 ila 6 Volt arasındadır.

c) Çıkış pininden yüksek akım alınabilir: PIC' in uçlarından direkt olarak LED sürebiliriz. Çünkü PIC yaklaşık 20mA çıkış akımını güvenli bir şekilde sağlayabilir.

d) Fiyatı oldukça ucuzdur: PIC16F84 normal bir PIC mikro denetleyici olup CPU' lardan çok daha ucuza satın alabiliriz [9].

### 1.3.2.2. PIC Çeşitleri

**Kelime Boyu:** Bir CPU veya mikrodenetleyicinin dâhili veri yolu uzunluğuna denir. (Kendi içlerindeki dâhili veri saklama alanları olan registerleri arasındaki veri alış verişini farklı sayıdaki bitlerle yapar işte buna kelime boyu denir.)

**Veri Yolu:** Bir CPU veya mikrodenetleyicinin chip dışındaki harici ünitelerle veri alışverişi kaç bit ile yapıyorsa buna veri yolu denir. PIC ler farklı kelime boylarında üretilmesine rağmen veri yolu tüm PIC ailesinde 8 bittir. Yani bir PIC I/O portu aracılığı ile çevresel ünitelerle veri alışverişi yaparken 8 bitlik veri yolu kullanır.

PIC yaklaşık 3 ayrı kategoride incelenebilir.

1) Düşük seri: 12 Bit kelime boyuna sahip eski kuşak PIC' lerdir. (12C5xx,16C5x)

2) Orta seri: 14 Bit kelime boyuna sahip PIC' lerdir. Bu seri oldukça kullanışlı ve tercih edilen bir seridir. Analog/dijital çevrime işlemi yapabilen ve seri porta sahip PIC' lerdir. (12C6xx,16C55x, 16C62x, 16C6xx, 16C7xx, 16F8xx, 16C92x)

3) Yüksek seri: 16 Bit kelime boyuna sahip PIC' lerdir. Yüksek performanslı olan bu PIC' lerin kullanımı zordur. (17Cxxx,18Cxxx) Microchip' in 2004 yılında ürettiği ve dsPIC adını verdiği mikrodenetleyici yukarıda saydığımız PIC' lardan farklıdır. Bu yeni tip mikrodenetleyiciler DSP (Dijital Signal Processing) teknolojisinin özelliklerini barındırır. Genellikle çok yüksek hızda veri algılama ve işleme uygulamalarında kullanılmak üzere

tasarlanmışlardır. C programlama dili ile programlamaya yatkın bir komut seti vardır. Bu tip mikro denetleyiciler: ds IC 30FXXXX 24 bit kelime boyu ve 16 bit veri yoluna sahiptir.

### 1.3.2.3. PIC Bellek Çeşitleri

1) Eprom: Silinebilir ve programlanabilir bellek Elektriksel olarak programlanabilir ultraviyole ışık ile silinebilir

2) Flash-eprom: Elektriksel olarak silinebilir ve programlanabilir bellek

3) Rom: Sadece okunabilir bellek

Mikro denetleyicilerde bellek olarak RAM veya ROM hafızalar kullanmaktadır. PIC16C84 ve PIC16F84 özellikleri tamamen aynı olan PIC'lerdir. Her ikisi de EEPROM belleğe sahip olmasına rağmen MICROCHIP ilk ürettiği PIC'leri C harfi (C harfi CMOS' dan gelmektedir) ile tanımlarken, son zamanlarda ürettiği EEPROM bellekli PIC'lere F harfi (FLASH) ile tanımlamaktadır. PIC16F84 ile PIC16F84A arasında da herhangi bir fark yoktur. PIC'i tanımlayan bu harf ve rakamlardan sonra yazılan 10/P, 04/P veya 20/P clock girişine uygulanacak max. frekansı belirtir. Örneğin PIC16F84A 10/P yazan pic'e max. 10 Mhz'e kadar frekans da kullanılabilir. CMOS teknolojisi ile üretilmiş olan PIC16F84 çok az enerji harcar. Flash belleğe sahip olması nedeniyle clock girişine uygulanan sinyal kesildiğinde registerleri içerisindeki veri aynen kalır. Clock sinyali tekrar verildiğinde PIC içerisindeki program kaldığı yerden çalışmaya başlar. CMOS entegrelerde ki giriş uçları muhakkak bir yere bağlanır. Bu nedenle kullanılmayan tüm girişler besleme geriliminin +5V'luk ucuna bağlanmalıdır [9].

### 1.3.2.4. Yüksek Performanslı RISC CPU Özellikleri

- Sadece 35 komut ile programlama
- İki sayıklık dallanma komutlarının dışındaki komutlar tek sayıl ile çalışır.
- İşlem hızı: DC – 20 MHz clock girişi DC – 200 ns işletim cycle
- 1024 kelimelik program hafızası
- 68 byte'lık Data RAM
- 64 byte'lık Data EEPROM
- 14-bit'lik komut uygulama genişliği
- 8-bit data genişliği

- 15 Özel fonksiyon donanım registeri
- Sekiz-seviye derinliğinde donanım stack
- Direct, indirect ve bağıl adresleme modları
- Dört interrupt kaynağı:-Harici RB0/INT pin, TMR0 timer overflow (zaman aşımı)  
PORTB<7:4> Kesme girişleri, Data EEPROM yazma

### 1.3.2.5. Çevresel Özellikler

- Yönü tayin edilebilen 13 I/O pini
- LED sürebilen yüksek sink/source akımları
- Her pin için maksimum 25 mA sink akımı
- Her pin için maksimum 20 mA source akımı
- TMR0: 8 bit'lik programlanabilir prescalerli 8-bitlik timer/counter

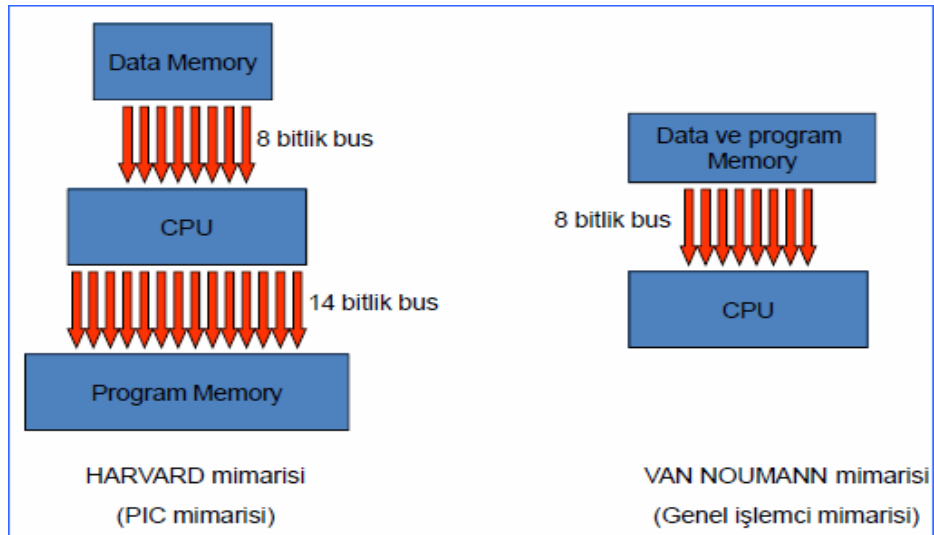
### 1.3.2.6. Özel Mikro Denetleyici Özellikleri

- 10,000 silme / yazma cycles Geliştirilmiş FLASH Program hafızası
- 10,000,000 tipik silme/yazma cycles EEPROM Data hafızası
- EEPROM veri saklama > 40 yıl
- Devre üzerinde seri Programlama™ (ICSP™) – via two pins
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT), Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT)
- Kod koruma
- SLEEP modda güç sağlama
- İsteğe bağlı osilatör seçeneği

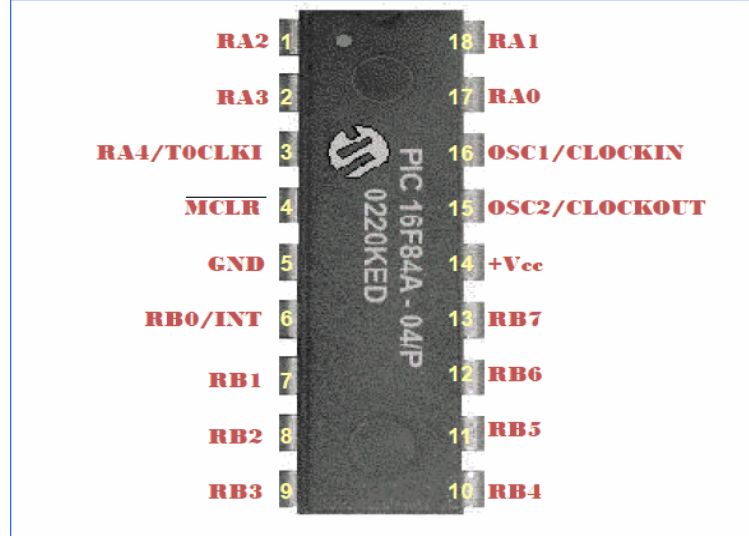
Tablo 1.1. PIC çeşitleri (orta seri) [9]

İşlemci	Bilgi	Hafıza	Hafıza	A/D	I/O port	Pin sayısı
---------	-------	--------	--------	-----	----------	------------

	Uzunluđu	Kapasitesi	tipi			
PIC16C54	12	0.5	E		12	18P DIP
PIC16C56	12	1	E		12	18P DIP
PIC16C64A	12	2	E		20	18P DIP
PIC16C71	14	2	E		33	18P DIP
PIC16C71	14	1	E	4CH	13	18P DIP
PIC16C74	14	4	E	8CH	33	18P DIP
PIC16F84	14	1	EE		13	18P DIP
PIC16F873	14	4	EE	5CH	22	18P DIP
PIC16F874	14	4	EE	8CH	33	18P DIP
PIC16F877	14	8	EE	8CH	33	18P DIP



Şekil 1.12. PIC mimarisi [9]



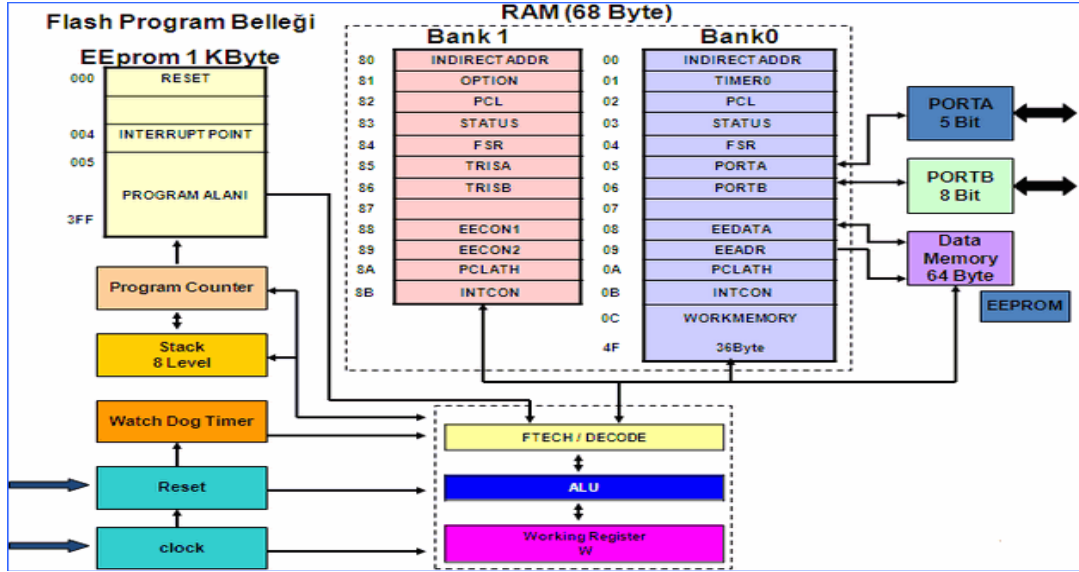
Şekil 1.13. PIC bacakları [9]

Pic bacaklarının fonksiyonlarını şu şekilde özetleyebiliriz;

- OSC1/CLOCKIN Osilatör girişi / External oscillator input
- OSC2/CLKOUT Osilatör girişi / OSC1 frekansının  $\frac{1}{4}$  değerindeki çıkış clock ucu
- MCLR (inv) Reset girişi
- RA0 – RA3 Giriş Çıkış uçları
- RA4/T0CLKI Giriş Çıkış ucu / TMR0 için clock puls giriş ucu
- RB0/INT Giriş Çıkış ucu / Dış kesmeler için giriş ucu
- RB1-RB7 Giriş Çıkış ucu
- GND Güç kaynağının eksi (-) ucu
- Vcc Güç kaynağının artı (+) ucu

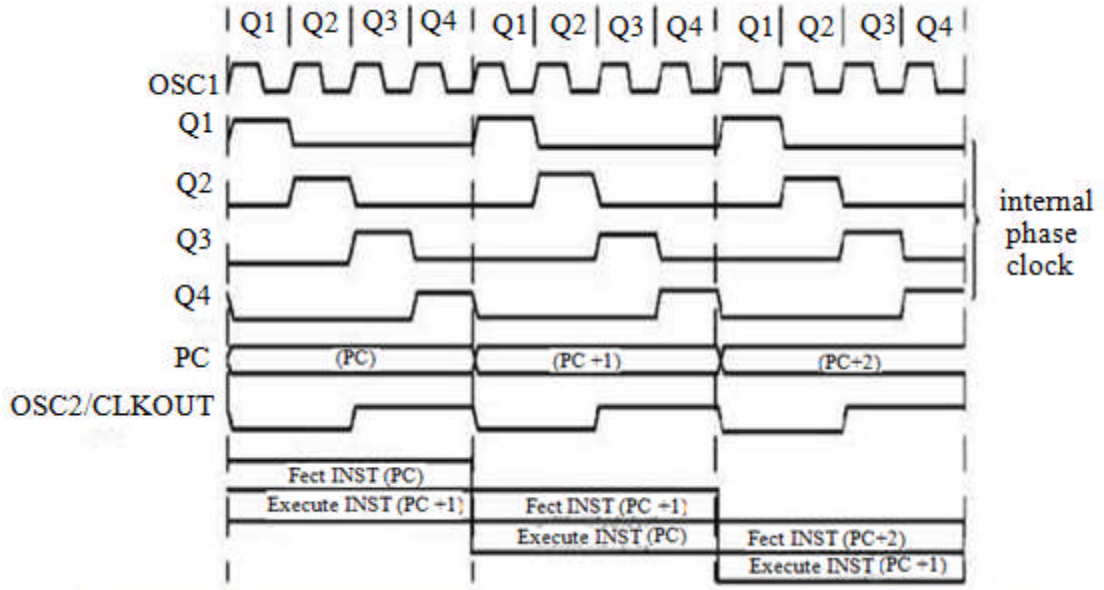


### 1.3.2.7. PIC 16 F84A'nın Yapısı



Şekil 1.14. PIC 16 F84'ün Yapısı [9]

PIC RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) denilen azaltılmış komut sistemini kullanmaktadır. Bu sistem sayesinde komutlar daha sade ve daha azdır. Bir PIC'i programlamak için 35 komut kullanılır. PIC'de bir komutun işletimi, genellikle dışarıdan uygulanan clock'lar ile gerçekleştirilmektedir. Program belleği (memory) (ROM) ve data belleği (memory) birbirinden bağımsızdır. (Harward mimarisine göre) Bu hafıza yapısı ile her iki hafızada aynı anda çalıştırılabilmekte ve böylece işletim çok daha hızlı olmaktadır. Data belleğinin genişliği yapıya göre değişiklik gösterir. (Program belleği 14 bit, data belleği 8 bit genişliğe sahiptir.) Çünkü 1 kelimenin makineye tanıtımı 14 bit ile gerçekleştirilir. Örneğin ;MOVLW B'01011111' komutunun karşılığı 11000001011111 dır. Bunun 6 biti olan 110000 MOVLW komutunu ifade eder, 01011111 ise data bölümünü tanımlar. Clock düzeni / Komut süresi: Dışarıdan giren clock (OSC1 den) içeride dörde bölünür. Bunlar Q1, Q2, Q3, Q4 olan bu bölümler kare dalga şeklindedir. Program sayacı (PC) her Q1 de bir artırılmakta ve komutlar program belleğinde işleme sokularak Q4 de sona ermektedir. Komutlar Q1 den Q4 e kadar çözülerek işleminin gerçekleşmesi sağlanır.



Şekil 1.15. Komut akışı / Bilgi iletim kanalı [9]

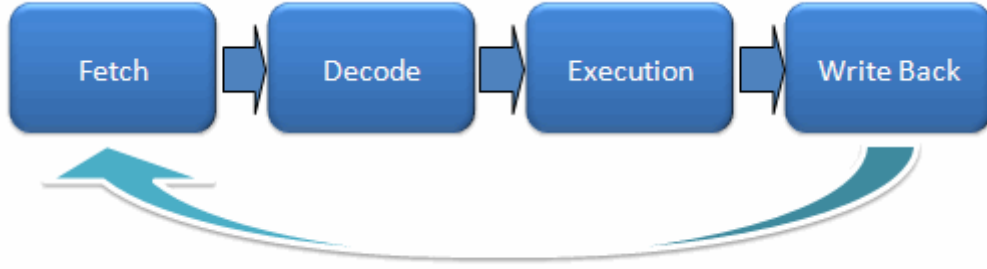
Bir komut süreci (*Instruction Cycle*) dört  $Q$ 'dan ( $Q1, Q2, Q3$  ve  $Q4$ ) meydana gelir. Fetch ve execute süreçleri devam ederken, decode veya write back olayları diğer komut süreçleri içinde aynı anda oluşur. Ancak ardışık düzenden dolayı her bir süreç bir cycle içinde gerçekleşir. Eğer bir komut, program sayacının değişmesine sebep olmuş ise (GOTO komutu gibi) sürecin tamamlanması için iki saykıla ihtiyaç vardır. Bir fetch saykılı  $Q1$  içinde Program sayacını (PC) bir artırarak başlar. Bu süreç  $Q2, Q3$  ve  $Q4$  süresince geçen işlemler sonrasındadır. Data memory  $Q2$  (okuma işlemi) süresince okunur ve  $Q4$  (geriye yazma) süresinde yazılır. (Pipeline (Ardışık komut işleme)): PIC bir süreç devam ederken, diğer komutu işleme alır.

Tablo 1.2. Mikro denetleyicide komut işletim tablosu [9]

	Q1	Q2	Q3	Q4
1.Komut	Fetch	Decode	Execute	Write Back
2.Komut		Fetch	Decode	Execute
3.Komut			Fetch	Decode
4.Komut				Fetch

### 1.3.2.7.1. Mikro Denetleyicide Komut İşletimi

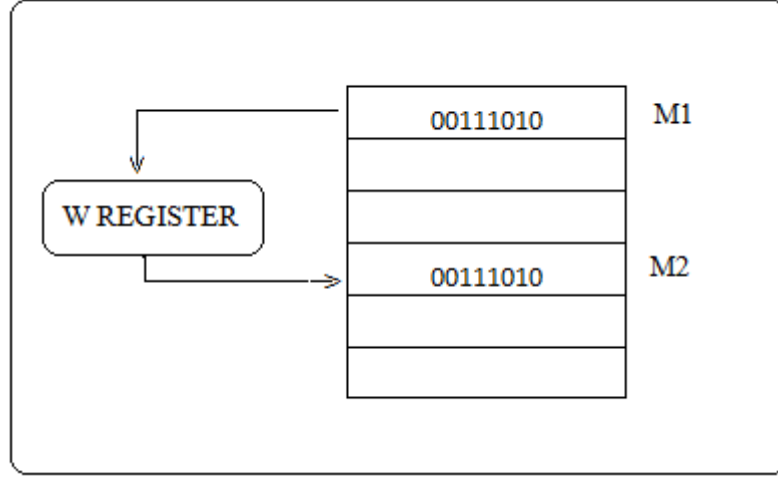
- a) Alma (Fetch) Hafızaya yüklenmiş olan program komutlarını alır.
- b) Kod çözme (Decode) Yazmaçtaki komutları kod çözücü (decoder) yardımıyla çözer.
- c) Uygulama (Execution) Çözülen komutları uygular ve bu işlemi sürekli tekrar eder.
- d) Geri dönüşüm (Write Back) Komutun işletilmesi sonucunda ortaya çıkan veri,registerlara veya hafızaya yazılır.



Şekil 1.16. Mikro işlemcinin komut işletim sırası [9]

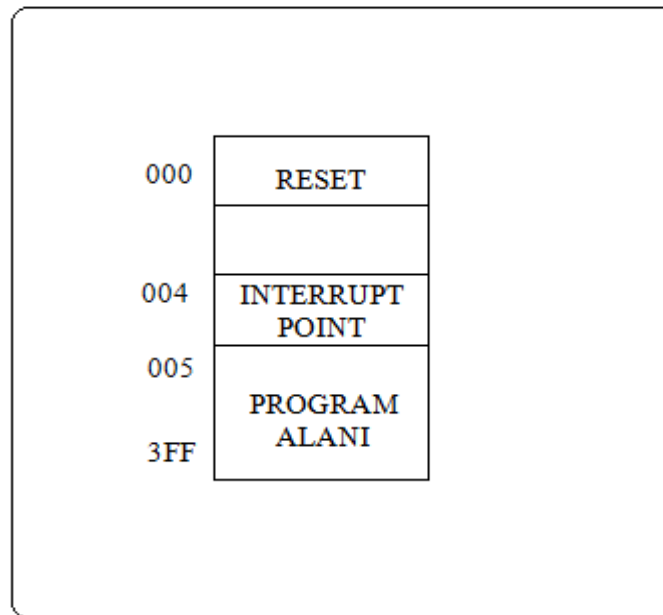
### 1.3.2.7.2. W Register

W (working) yazmacı bilgilerin geçici olarak depolandığı ve bilgilerin aktarılmasında kullanılan bir kısımdır. Direkt olarak ulaşamaz. PIC'te yapılan tüm işlemler ve atamalar bunun üzerinden yapılmak zorundadır. Örneğin M1'deki data bilgilerini M2'ye aktarmak istersek, önce M1'deki bilgileri W yazmacına aktarırız, daha sonrada geçici olarak W yazmacında bulunan bu bilgileri M2 kısmına aktarırız. M1'deki bilgiler M2'ye direkt olarak aktarılamaz, mutlaka W yazmacını kullanmak zorundayız [9].



Şekil 1.17. Program belleği (memory) [9]

Assembly’de kullanılan komutlarla yazılmış programın yüklendiği alandır. Bu alan PIC16F84’de EEPROM şeklindedir. Program yazıcısı kullanarak ROM’a programımızı rahatlıkla yazabiliriz. Çünkü elektrik sinyali ile yazılıp silinebilme özelliği vardır. Mikro denetleyici uygulayacağı komutları ve işlem sırasını bunun ilgili adreslerine bakarak uygular. İlgili adresler ise PC (Program Counter) program sayıcında saklanır. Bir PIC’te ROM belleğe yaklaşık 1 milyon defa program yazılabilir. Program belleğinin genişliği 14 bittir. PIC16F84 program belleğinin 1024 (1K) alanı, 000 dan 3FF kadar olan adrestedir.

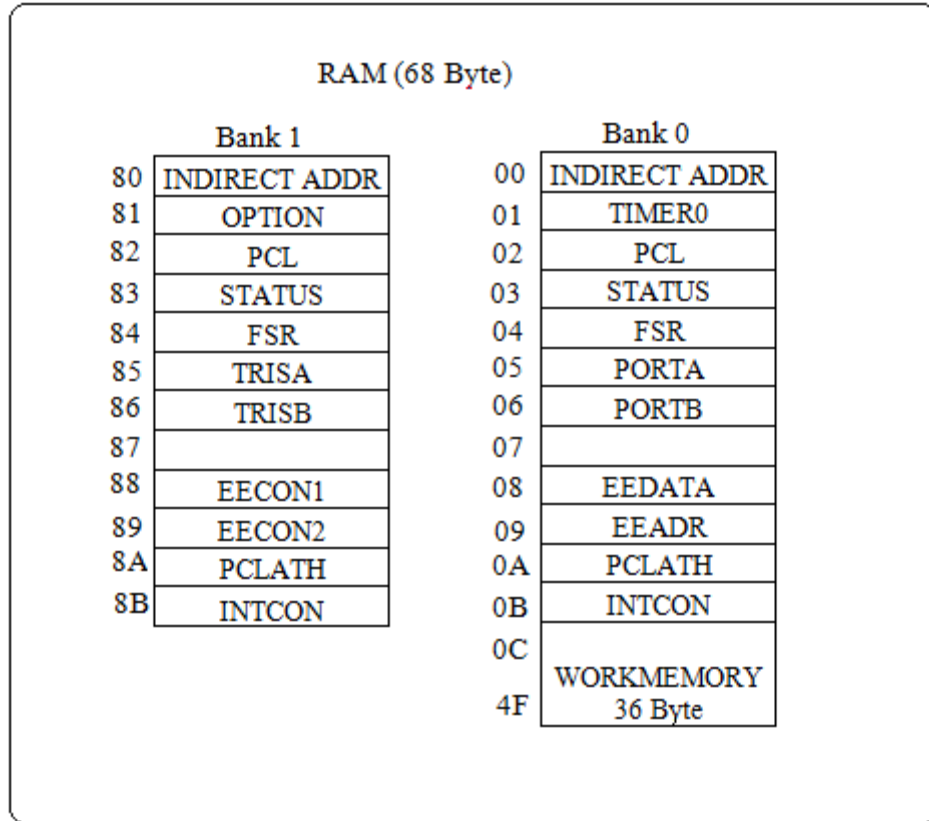


Şekil 1.18. Flash program belleği eeprom 1 kbyte [9]

### 1.3.2.7.3. Veri Belleği – (Data Memory, RAM)

Veri belleği iki tip alandan oluşur. Birincisi özel fonksiyon (Special Function Register) (SFR) yazmaç alanı, ikincisi ise genel amaçlı (General Purpose Register) (GPR) yazmaçtır. SFR yazmaç işletim kontrolü yapar. Veri belleği banklar halinde bölümlenmiştir. Bank 0 ve Bank 1 olarak iki bank vardır. Her iki bankta da SFR ve GPR alanları bulunur. SFR çevresel fonksiyonları kontrol eden registerlar için kullanılır. Bank bölümlenmesinden dolayı, bank seçimi için kontrol bitlerinin kullanımını gerektirir. Bu kontrol bitleri STATUS registerinde bulunur. Bank0'ı seçmek için RP0 bitini (ki bu STATUS'un 5. biti oluyor) temizlemek gerekir. Aynı bitin kurulması (set) ile de BANK1 seçilmiş olur. Her iki bankın ilk on ikisinin yerleşimi özel fonksiyon kayıtları için ayrılmıştır. Kalanı ise statik RAM olarak genel amaçlı kayıtları yürütmektedir [9].

### 1.3.2.7.4. Yığın hafıza (Stack Memory)

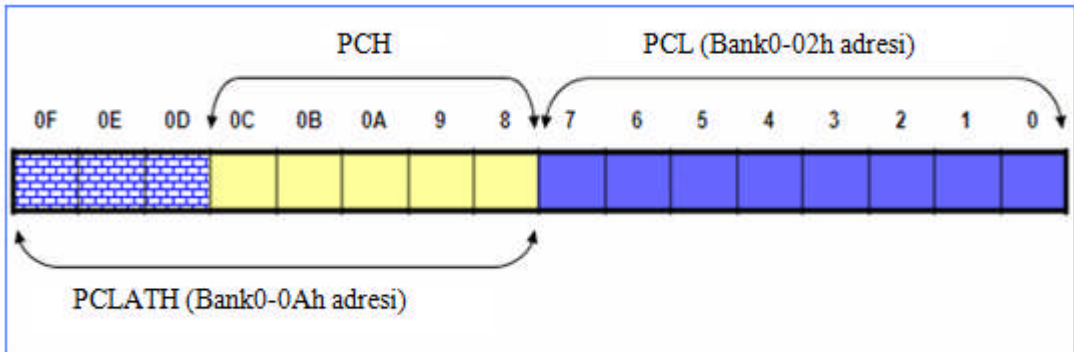


Şekil 1.19. Yığın hafıza [9]

PIC16F84, 8 derinliğinde ve 13 bit genişliğinde yığına (stack) sahiptir. Bu yığın alanı, program veya bilgi (data) yeri değildir ve direkt olarak okunamaz veya yazılamazlar. Temel amacı program içerisinde bir alt programa geçiş olduğunda program sayacının değerini saklamaktır. Örneğin; CALL komutu işletildiğinde veya kesme uygulandığı zaman, 13 bitlik (PC) program sayıcının tamamı, stack üzerine kopyalanır, bu işleme “pushed “ denir. Yığındaki bu adres alt programlar çalışıp bittikten sonra en sonunda bulunan ‘RETLW, RETFIE veya RETURN’ komutları ile stack’ dan program sayısına aktarılır, bu işlemede “popped” denir. Dolayısıyla program kaldığı yerden devam eder. Burada dikkat edilecek bir programda iç içe en fazla 8 altprogram veya kesme kullanabiliriz. Fazla kullandığımız takdirde yığın taşması dediğimiz (stack overflow) hatası belirir.

#### 1.3.2.7.5. Program Sayıcı ( Program Counter )

(PC) 13-bit genişliğindedir. Yürütülecek komutun program belleğindeki adresini tutar. Bu nedenle kendisi bir gösterge olarak görev yapar. Program sayıcının alt 8 bitine “PCL” düşük byte denir. PCL okunabilen – yazılabilen bir yazmaçtır. Üst 5 bitine ise “PCH” yüksek byte denir ki bu (PC <12:8>) arasındadır ve direk olarak okunup yazılamaz. RAM bellekte H’0A’ adresinde bulunan özel PCLATH (PC latch high) yazmacından okunup yazılabilirler. PCLATH’ın içeriği program sayıcının üst bitlerine transfer olur ve PC yeni bir değerle yüklenmiş olur. CALL, GOTO gibi komutlar PCL’e yazılırlar çünkü 256 byte’ dan küçüktürler [9].



Şekil 1.20. Program Sayıcı

### 1.3.2.7.6. Durum Yazmacı (Status Register)

7	6	5	4	3	2	1	0
R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-1	R-1	R/W-x	R/W-x	R/W-x
IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C

Şekil 1.21. Durum Yazmacı

R=Okunabilir bir W=Yazılabilir bit -n=Reset değeri İlk değer (enerji verildiği andaki değeri) 0 0 0 1 1 x x x

**bit7: IRP:** Bank seçme bit'i (Register Bank Select bit)

IRP bit'i PIC 16F84A'larda kullanılmaz. IRP sıfır olarak kalmalıdır.

bit 6-5: RP1:RP0: Bank seçme bit'i (Register Bank Select bit)

00 = Bank 0(00h-7Fh)

01 = Bank 1(80h-FFh)

Her bir bank 128 byte'dır. PIC16F84A 'da sadece RP0 kullanılır. RP1 sıfır olmalıdır.

bit 4: TO: Zaman aşım bit'i (Time-out bit)

1 = PIC' e enerji verildiğinde ve CLRWDT ve SLEEP komutu çalışınca

0 = WDT zamanlayıcısında zaman dolduğunda

bit 3: PD: Enerji kesilme bit'i (Power-down bit)

1 = PIC'e enerji verildiğinde ve CLRWDT komutu çalışınca

0 = SLEEP modu çalışınca

bit 2: Z: Zero bit (Sıfır bit'i)

1 = Bir aritmetik işlem veya mantıksal işlem sonucu 0 (sıfır) olduğunda

0 = Bir aritmetik işlem veya mantıksal işlem sonucu 0 (sıfır) olmadığında.

bit 1: DC: Taşma ve Ödünç bit'i (Digit carry/borrow bit)

(ADDWF ve ADDLW komutları için)

1 = Alt dört bitin 4. bitinde taşma meydana geldiğinde

0 = Alt dört bitin 4. bitinde taşma meydana gelmediğinde

bit 0: C: Taşma ve Ödünç bit'i (Carry/borrow bit)

(ADDWF ve ADDLW komutları için)

- 1 = En soldaki 7.bitte taşma olduğunda  
 0 = En soldaki 7.bitte taşma olmadığında

### 1.3.2.7.7. I / O Portları (input / output) (Giriş / Çıkış)



Şekil 1.22. PIC 16f84a'nın giriş ve çıkışları [9]

I/O portları kontrol sinyallerinin giriş ve çıkışlarıdır. PIC16F84'ün uçlarının çoğu I/O için ayrılmış olup program kontrolü için kullanılmaktadır.

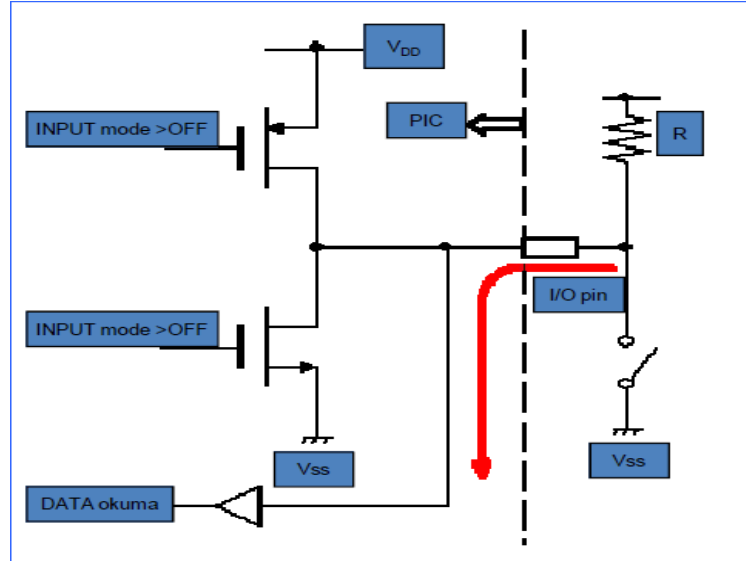
A portu 5 adettir (RA0,RA1,RA2,RA3,RA4 )

B portu 8 adettir. (RB0,RB1,RB2,RB3,RB4,RB5,RB6,RB7 ) toplam giriş veya çıkış olarak kullanılmak üzere 13 Adet ucu vardır.

### 1.3.2.8. Giriş İşlemi

Eğer PIC giriş (input) modun da olursa, Fet'ler çıkışları kapatır. Giriş sinyali (buffer) tampon üzerinden PIC'e doğru akar.

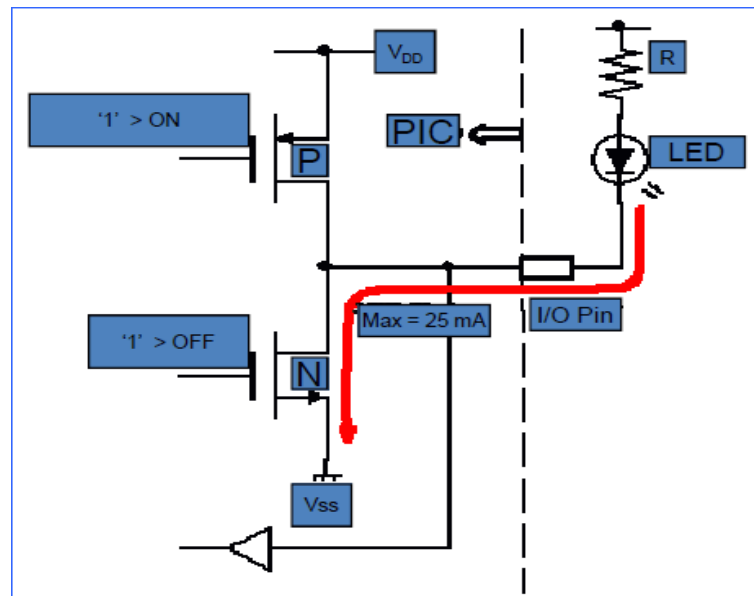




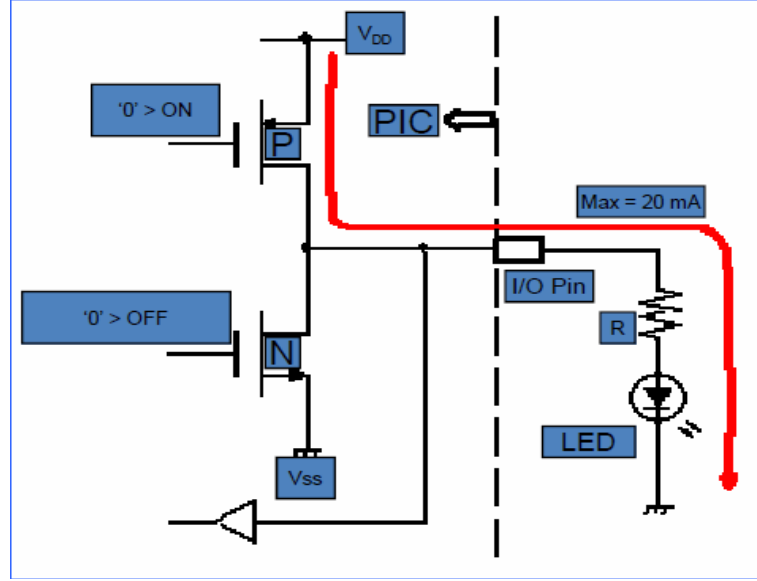
Şekil 1.23. Giriş işlemi [ 9]

### 1.3.2.9. Çıkış İşlemi

PIC'ten çıkış alınırken, akım gerilim kaynağından çıkış portuna doğru ise buna Sink akımı, I/O pininden gnd'ye doğru ise buna da kaynak ( Source ) akımı denir. Kaynak akımı en fazla 20 mA. iken, sink akımı ise en fazla 25mA.dir



Şekil 1.24. Sink akımı [9]



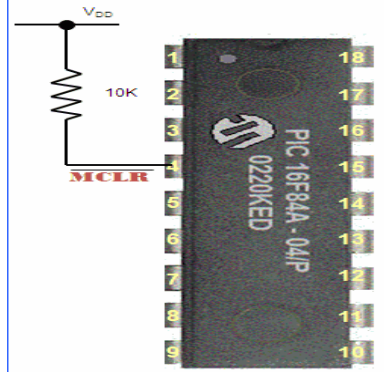
Şekil 1.25. Kaynak akımı

### 1.3.2.10. Resetleme İşlemi (Power on Reset)

PIC uçlarındaki gerilim (1,2V.-1,7V.)'a ulaştığında Power On Reset sinyali üretir ve PIC üzerindeki program baştan itibaren çalışmaya başlar.

#### 1.3.2.10.1. VDD' yi Direk Olarak Resetleme

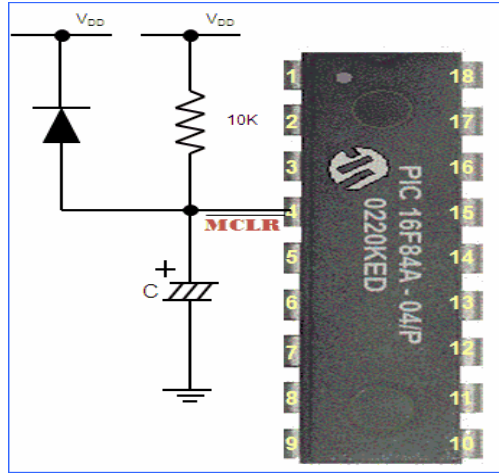
MCLR (*Memory Clear*) ucuna 0 V. uyguladığımızda, PIC16F84 reset edilmiş olur ve program başlangıçtaki adresine geri döner. MCLR ucu tekrar 5V olduğunda PIC16F84 programın çalışmasına ilk adresten itibaren devam eder. Kısaca MCLR ucu 0V. olduğunda program durur ve ilk adrese gider. Programın çalışabilmesi için MCLR ucunun tekrar 5V. olması gerekir. PIC'in resetinden yararlanabilmek için MCLR ucu direkt olarak VDD'ye bağlanır. Buna gerilim sınırlaması için direnç de eklenebilir.



Şekil 1.26. VDD' yi direk olarak resetleme [9]

### 1.3.2.10.2. PIC' in Dışarıdan Resetlenmesi

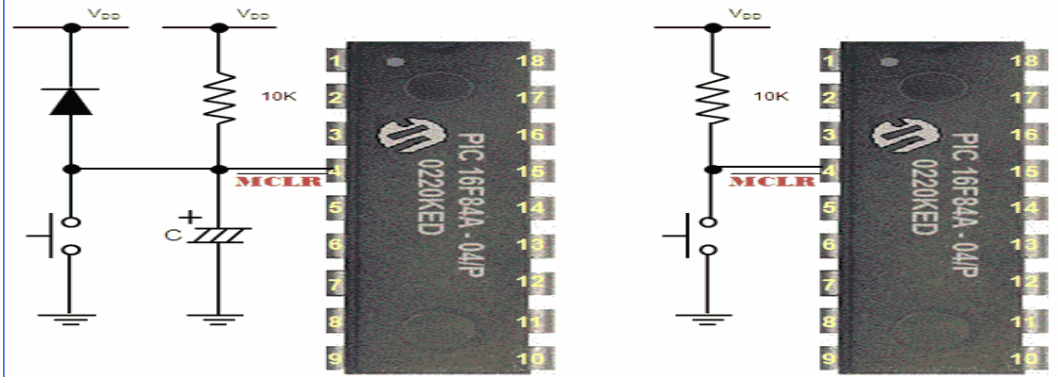
Eğer reset işlemi sırasında VDD geriliminin sıfıra düşüşü yavaş oluyor ise harici reset yapmamız gerekir. VDD gerilimini hızlı bir şekilde 0 yapmak için diyot ve kondansatör kullanılır. VDD gerilimi 0 V. olduğunda diyot, kondansatörün deşarj olmasını sağlar ve işlem hızlanmış olur.



Şekil 1.27. PIC' in dışarıdan resetlenmesi

### 1.3.2.10.3. Butonla Reset

MCLR ucuna düşük gerilim uygulamak için reset butonu vardır. Bu buton basılıp çekilir ve program ilk adresten itibaren çalışmaya başlar.



Şekil 1.28. MCLR 'in butonla resetlenmesi

### 1.3.2.11. Osilatör Modelleri

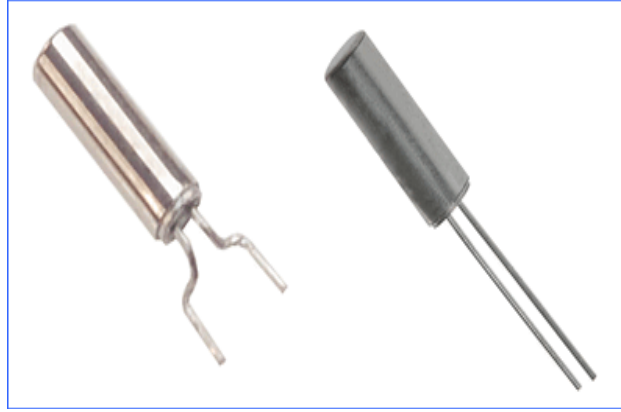
PIC16F84 dört değişik tip osilatör ile çalışabilir. Bunlar;

LP : Düşük güç kristal ile (*Low Power crystal*) yaklaşık 40KHz

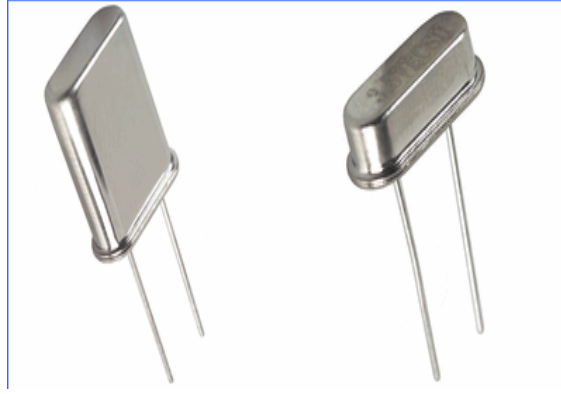
XT : Kristal / Rezanatör ile (*Crystal / Resonator*) 0 – 10MHz

HS : Yüksek hız kristali (*High Speed Crystal / Resonator*) 4 – 10MHz

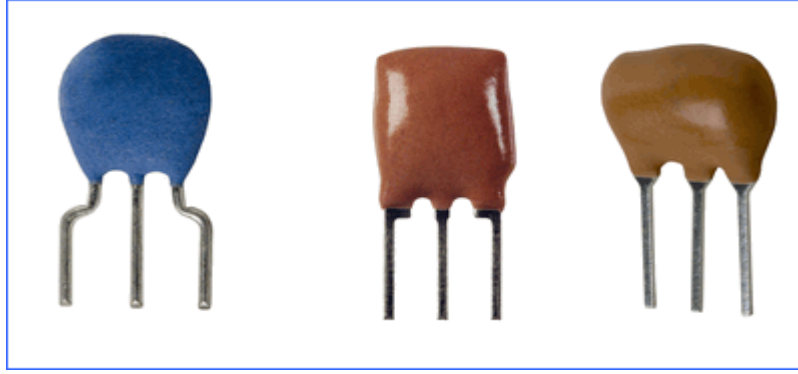
RC : Direnç / Kondansatör ile (*Resistor / Capacitor*) 0 – 4MHz



Şekil 1.29 Düşük güç kristali

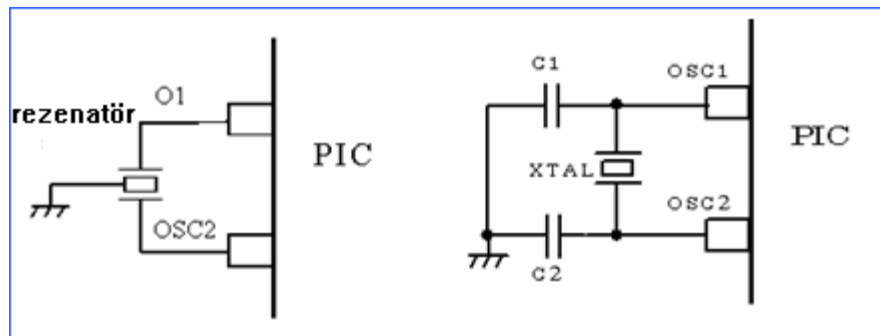


Şekil 1.30. Kristal osilatör



Şekil 1.31. Seramik rezonatör

XT, LP veya HS modeller kristal veya seramik rezonatörler OSC1/CLKIN ve OSC2/CLKOUT uçlarına bağlanırlar.



Şekil 1.32. Rezonatör ve XTAL osilatörün PIC'e bağlanması

Tablo 1.3. Osilatörlerin frekans ve kapasite değerleri [9]

Mod	FREKANS	OSC1/C1	OSC2/C2
LP	32kHz	68-100pF	68-100pF
	200kHz	15-33 pF	15-33 pF
XT	100 kHz	100-150 pF	100-150 pF
	2.0 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	4.0 MHz	15-33 pF	15-33 pF
HS	4.0 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	10 MHz	15-33 pF	15-33 pF

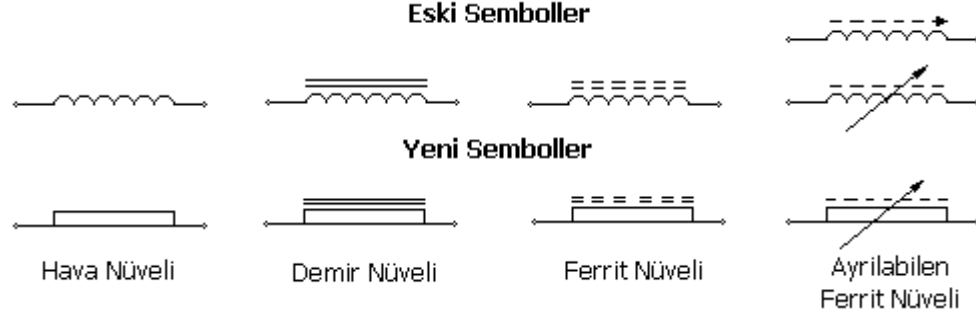
### 1.3.2.12. RC Osilatör

Zamanın çok hassas olmadığı durumlarda RC osilatör kullanılarak maliyet düşürülür. RC osilatör frekansı gerilim kaynağının özelliğine, direncin değerine, kondansatörün değerine ve işlem ortamının sıcaklığına bağlıdır. Buna ek olarak osilatör frekansı normal işlem parametrelerine göre sapmalar gösterir. Bu sapma % 20 civarındadır. Direnç değeri 4kohm'un altında olan osilatör işlemlerinde osilasyon sabit olmayabilir veya tamamen durabilir. Çok yüksek değerde dirençler ise (yaklaşık 1Mohm), gürültüye, neme ve sızmaya karşı çok hassaslaşır. Bu nedenle direnç değerini 5 k-ohm ve 100k-ohm arasında kullanılmalıdır. Her ne kadar osilatör bir kondansatör bağlanmadan çalışabilir olsa bile gürültüyü gidermek ve sabitliliği sağlamak için 20pF değerinin üzerindeki değerlerde bir kondansatörün kullanılması tavsiye edilir [9].

### 1.3.3. Bobin

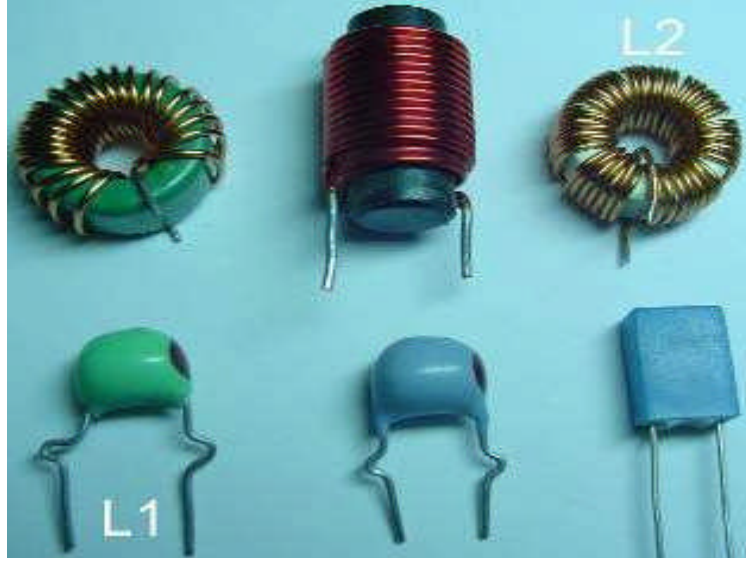
Telin oluşturduğu halkalara bobin denir. Bu teller bir nüve üzerine de sarılabilir veya ortası boş bir şekilde kendi ekseni etrafına da sarılabilir. Frekansın 100kHz'in altında olduğu durumlarda demir nüveler kullanılır. 10MHz'in üzerinde ki frekanslar da genellikle ferit nüveler kullanılır. 100MHz'in üzerindeki frekanslarda ise nüve olarak hiçbir şey kullanılmaz. Yani hava nüvelidir. Düşük frekanslı bobinler yüzlerce sarım sayısına sahip olabilirler, Ancak 1MHz'in üzerindeki frekanslarda sarım sayısı birkaç spirdir. Çoğu bobinler düşük DC dirence sahiptir. Çünkü bu bobinler bakır telden sarılır. Bobin

endüktans değerleri henri cinsinden ölçülür. Bobinler AC akımın akış yönüne göre zorluk gösterir. Gösterilen bu zorluğa Endüktif Reaktans denir. Endüktif Reaktans değeri indüktans ve frekans değerinin artmasıyla artar



Şekil 1.33. Bobin sembolleri

Devrelerde bulunan akım yollarının hepsi genel açıdan birer bobin görevi yapmaktadır. Bobinin bu yollardan farklı olan yanı uzunluk ve kendi üzerine olan etkisidir. İlk elektrik akımı bulan insan oğlu uzun bir teli metal parça üzerine sararak akım geçirdiğinde metalin mıknatıs görevi yaptığını ve akımın yönüne göre metalin uçlarında NS kutuplarının oluştuğunu bulmuştur. Bulan kişi yine Faraday(1791-1867)'dir. Kısacası bobin bir iletkenin üzerinden geçen akımı manyetik alan çizgilerine çevirerek yapısal olarak enerji dönüşümünü gerçekleştirmiştir. Ters durumda da yani bir manyetik cisim manyetik alan çizgileri bobini kesecek şekilde hareketlendirilirse bobin üzerinde bir akım oluşur işte bu temel akımdır. Normal devre içi kullanımında oluşan bu manyetik çizgiler farklı şekillerde sarıldığında kendisi üzerine ters manyetik alan kuvveti uygulayarak üzerinden geçen akımı yavaşlatmıştır. Bu sayede gecikmiş bir akım çıkıştan alınabilir. Bu durum yine kondansatör'de olduğu gibi AC devrelerde kullanılır. Etrafında bulunan dielektrik madde ve kullanılan iletkenin özelliği bobinin özelliklerini belirler [10].



Şekil 1.34. Çeşitli bobin görünümleri

### 1.3.4. Kondansatör

#### 1.3.4.1. Kondansatör Nedir

İki iletken levha arasına bir dielektrik madde konması ile yapılan devre elemanına kondansatör denir. Elektrik ve elektronik devreler için temel pasif devre elemanlarından biridir. Elektronikte iki kat arasında kuplaj, by pass, dekulaj, bloklama, ayar ve filtre elemanı olarak kullanılır. Ayrıca, güç katsayısının düzeltilmesinde, bir fazlı motorlarda ilk hareketi sağlamada ve kalkınma momentini artırmada kullanılır [12].

#### 1.3.4.2. Kondansatör Özellikleri

- 1- Kondansatör devreye uygulanan gerilimin maksimum değeri ile şarj olur.
- 2- Kondansatör D.A akımını geçirmez, A.A akımını şarj ve deşarj akımları şeklinde geçirir
- 3- Kondansatörler elektrik enerjisini yük şeklinde depo ederler.

#### 1.3.4.3. Kondansatör Çeşitleri

- a) Sabit değerli kondansatörler
- b) Ayarlı (değişken değerli) kondansatörler



### 1.3.4.3.1. Sabit Kondansatörler

Sınıflandırma üretimlerinde kullanılan dielektrik maddenin cinsine göre olur.

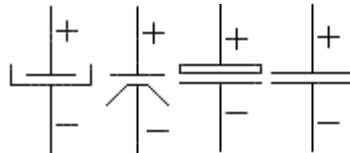
1. Seramik kondansatörler.
2. Elektrolitik kondansatörler.
3. Metalize kondansatörler.
4. Mika kondansatörler .

#### 1.3.4.3.1.1. Seramik Kondansatörler

Bu kondansatörlerde dielektrik madde olarak seramik kullanılır. Seramik üzerine eritilmiş alararak yapıştırılan gümüş tabakalar kutupları meydana getirir. Titanyum, baryum, titnat kondansatörler de buna benzer olarak yapılırlar. Titanyum kondansatör disk tipi ve tüp tipi olmak üzere iki çeşittir. Yüksek frekans kayıpları küçüktür. Baryum titinat kondansatörler ise küçük boyutta büyük kapasite elde edilmesi bakımından avantajlıdır. Fakat kapasiteleri sıcaklık ve nemden etkilenirler. Yüksek frekanslı devrelerde by pass kondansatörü olarak kullanımda tercih edilir.

#### 1.3.4.3.1.2. Elektrolitik Kondansatörler

Diğer kondansatörlerden farklı olarak kutuplandırılmıştır. Pozitif kutup olarak oksitlendirilmiş alüminyum, negatif kutup olarak normal alüminyum levha kullanılmıştır. Ancak alternatif akımda kullanım için kutupsuz tipleri de vardır. Bunlarda her iki kutup da oksitlendirilmiş alüminyum levha kullanılır. Küçük boyutlu olmasına rağmen kapasiteleri büyüktür. Yüksek ve alçak gerilimli devrelerde kullanılırlar [12].



Şekil 1.35. Kutuplu (elektrolitik) kondansatör sembolü



Şekil 1.36. Devrede montajlı elektrolitik kondansatörler

#### 1.3.4.3.1.3. Metalize Kondansatörler

Bu kondansatörlerde vernikli kağıta metal buharı özel bir metodla kaplanarak kondansatör levhaları teşkil ettirilir. Bu kondansatörlerin en önemli özelliği dielektrik denilse bile kendi kendini tamir edebilmesidir. Dielektrik delindiği zaman geçecek olan kısa devre akımı noktadaki metalize kağıt üzerindeki metali buharlaştırır. Bu buhar yalıtkanlığı tekrar sağlar. Çalışma gerilimleri 100 ila 700V arasında yapılabilir. Kapasiteleri ise 1nF-20µF arasında yapılır.

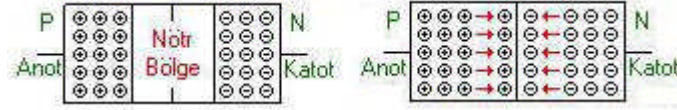
#### 1.3.4.3.1.4. Mika Kondansatörler

Mika kondansatörlerin iki tipi vardır. Birincisinde ince bir mika dielektrik olarak kullanılmıştır. İkincisinde ise bunlara ilave olarak metal yüzeylere gümüş film tabakası ilave edilmiştir. Bunlar metalize mika kondansatör ve gümüş kaplanmış mika kondansatör olarak isimlendirilir. Isı katsayısı ve ısı direnç ilişkileri iyidir. Bu özellikleri ile yüksek frekans ta kullanılırlar.

### 1.3.5. Diyot

#### 1.3.5.1. Diyot Nedir

Diyot tek yöne elektrik akımını ileten bir devre elemanıdır. Diyotun P kutbuna " Anot ", N kutbuna da " Katot " adı verilir. Diyot N tipi madde ile P tipi maddenin birleşiminden oluşur. Bu maddeler ilk birleştirildiğinde P tipi maddedeki oyuklarla N tipi maddedeki elektronlar iki maddenin birleşim noktasında buluşarak birbirlerini nötrlerler ve burada " Nötr " bir bölge oluştururlar. Şekil 1.38.' de Nötr bölge görülebilmektedir. Bu nötr bölge, kalan diğer elektron ve oyukların birleşmesine engel olur[9].



Şekil 1.38. P N birleşimi ve nötr bölgenin oluşumu



Şekil 1.39. Diyot sembolü

#### 1.3.5.2. Diyot Çeşitleri

Uygulamada kullanılan diyotlar temel olarak doğrultmaç (redresör, restefier) diyotları ve sinyal diyotları olmak üzere iki gruba ayrılır.

##### 1.3.5.2.1. Doğrultmaç Diyotları

Yüksek akımları taşıyabilen ve yüksek ters tepe gerilimlerine dayanabilen diyotlardır. Bu diyotlar güç kaynakların AA 'yi DA 'ye dönüştürmek için kullanılır.

### 1.3.5.2.2. Sinyal Diyotları

Yüksek frekanslarda çalışmaya duyarlı, düşük akımlarda ve gerilimlerde çalışabilen diyotlardır. Bu diyotlar sayısal (lojik) devre elemanı ya da radyo frekans (RF) devrelerinde sinyal ayırıcı (demodülatör) olarak kullanılır. Doğrultmaç ve sinyal diyotları silisyum ve germanyum gibi yarı iletken malzemeler ile yapılır. Germanyumdan üretilen diyotların üzerlerinden akım geçirildiğinde 0,2 voltluk, silisyumdan üretilen diyotların üzerlerinden akım geçirildiğinde ise 0,6-0,7 voltluk bir gerilim düşümü olur. Bu nedenle sinyal diyotlarının yapımında germanyum maddesi daha çok kullanılır [9].

### 1.3.5.3. Diyotun Doğru Polarlanması

Anot ucuna güç kaynağının pozitif (+) kutbu katot ucuna da güç kaynağının negatif kutbu bağlandığında P tipi maddedeki oyuklar güç kaynağının pozitif (+) kutbu tarafından, N tipi maddedeki elektronlar da güç kaynağının negatif (-) kutbu tarafından itilirler. Bu sayede aradaki nötr bölge yıkılmış olur ve kaynağın negatif (-) kutbunda pozitif (+) kutbuna doğru bir elektron akışı başlar. Yani diyot iletme geçmiştir [9].

### 1.3.5.4. Diyotun Ters Polarlanması

Diyotun katot ucuna güç kaynağının pozitif (+) kutbu, anot ucuna da güç kaynağının negatif (-) kutbu bağlandığında ise N tipi maddedeki elektronlar güç kaynağının negatif (-) kutbu tarafından, P tipi maddedeki oyuklarda güç kaynağının pozitif (+) kutbu tarafında çekilirler. Bu durumda ortadaki nötr bölge genişler, yani diyot yalıtıma geçmiş olur. Fakat diyota ters gerilim uygulandığında diyot yalıtımda iken çok küçük derecede bir akım geçer. Buna sızıntı akımı adı verilir. Bu istenmeyen bir durumdur. Sızıntı akımının miktarı diyotun yapımında kullanılan yarı iletken malzemeye bağlıdır [8].

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR**

### **2.1. Giriş**

Bu çalışmada daha önce topolojik bilgilerini verdiğimiz ve denklemlerle indüktör akımının anahtarın tetikleme süresine bağlı olarak gerilimle ilişkilendirdiğimiz sonuçları Matlab/Simulink ortamında yapılan uygulamalarla pratiğe dönüştürülmüştür. Bu yapılan çalışmalarda dönüştürücü sadece anahtarlama sürelerini değiştirerek değil kontrol sistemleri vasıtasıyla da dönüştürücü istenilen konumda çalıştırılmıştır. Matlab/ Simulink ortamında yaptığımız çalışmalarda elde ettiğimiz deneyimlerle dönüştürücü devresini oluşturulmuştur. Dönüştürücü devresindeki anahtarı kontrol etmek için simülasyonda gerçekleştirdiğimiz devre ye mikro denetleyici olarak PIC 16f84a kullanılmıştır. PIC'in programlanması ve makine kodları, devrenin açık şekli sunularak dönüştürücünün çalışması bir bütün olarak sunulmuştur.

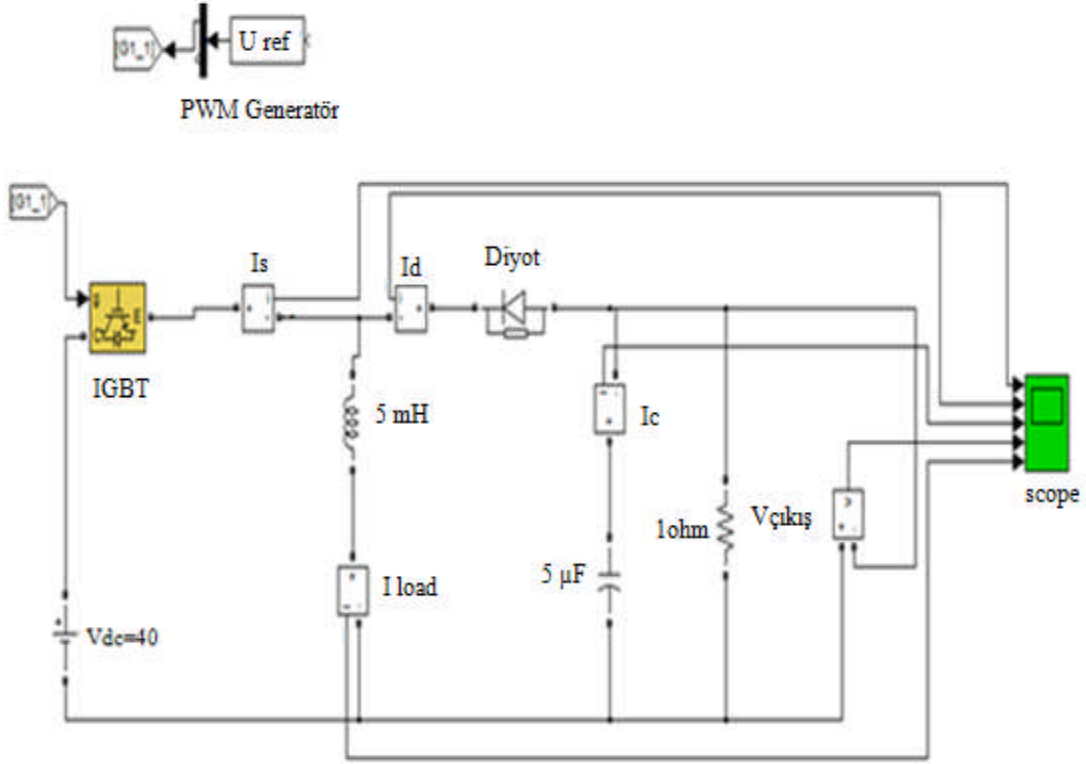
### **2.2. Azaltan-Artıran Dönüştürücünün Simulik Uygulamaları**

#### **2.2. 1. Azaltan-Artıran Dönüştürücünün Kontrolsüz Simulik Uygulamaları**

Belirli bir değerdeki d.a voltaj kullanılacağı amaç doğrultusunda kendi değerinden düşük bir seviyede ya da daha yüksek bir değerde voltaj gerekebilir. Bu durumu aşmak için sadece artıran ya da azaltan dönüştürücü devreleri kullanabileceğimiz gibi iki işlevi bir arada yapabilen Azaltan-Artıran(buck-boost) dönüştürücü kullanabiliriz. Buck-Boost konverteri Matlab/Simulink'te Tablo 2.1.' deki parametrelerle Şekil 2.1.' deki gibi tasarlayabiliriz.

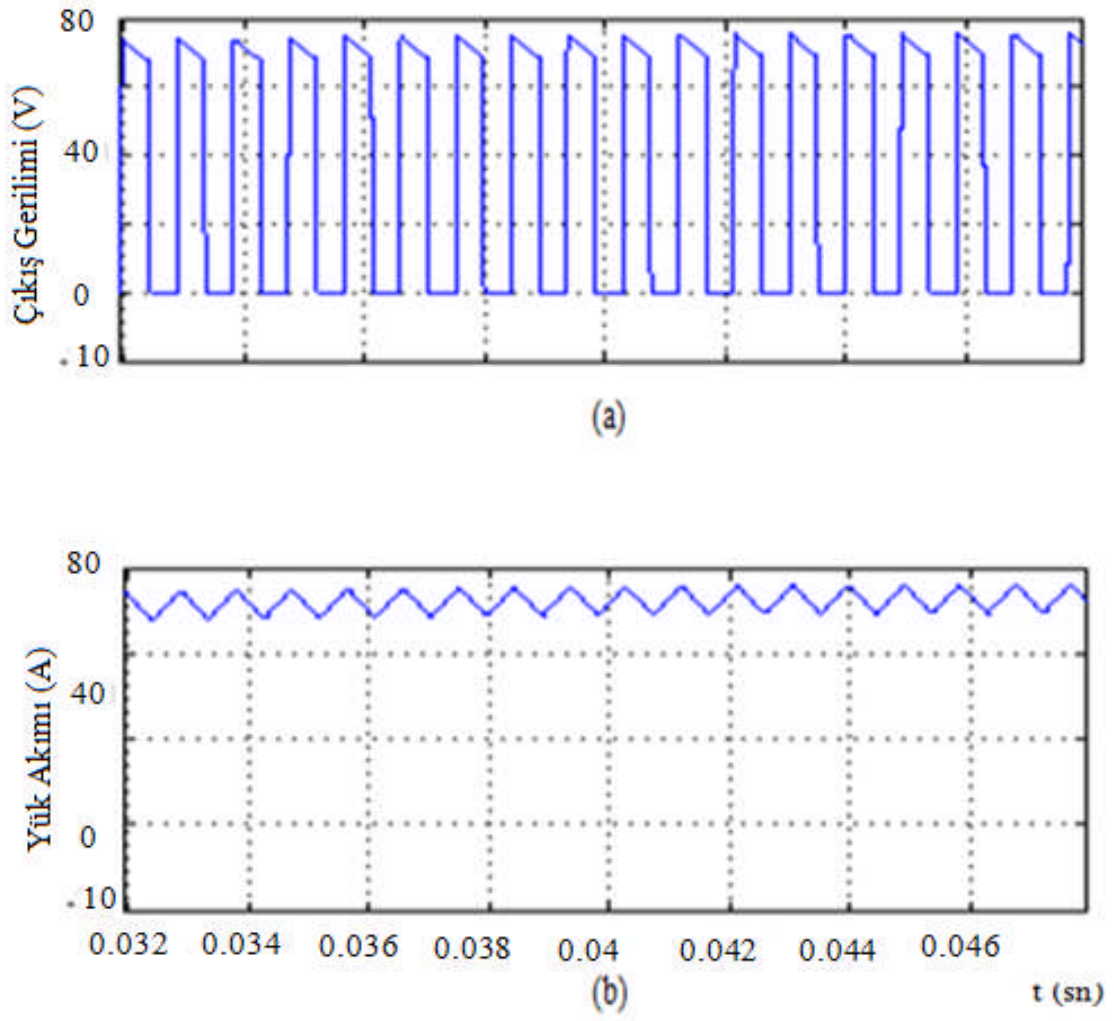
Tablo 2. 1. Azaltan-Artıran dönüştürücünün parametreleri

No	Devre parametreleri	Sembolleri	Değerleri
1	Dönüştürücü giriş gerilimi	$V_{in}$	40 volt
2	Dönüştürücü çıkış gerilimi	$V_{out}$	35 -45 v
3	Devre indüktansı	L	5mH
4	Devre kapasitörü	C	5000nF
5	Devre direnci	R	1 ohm
6	Devre anahtarı	IGBT	400-4 nsn

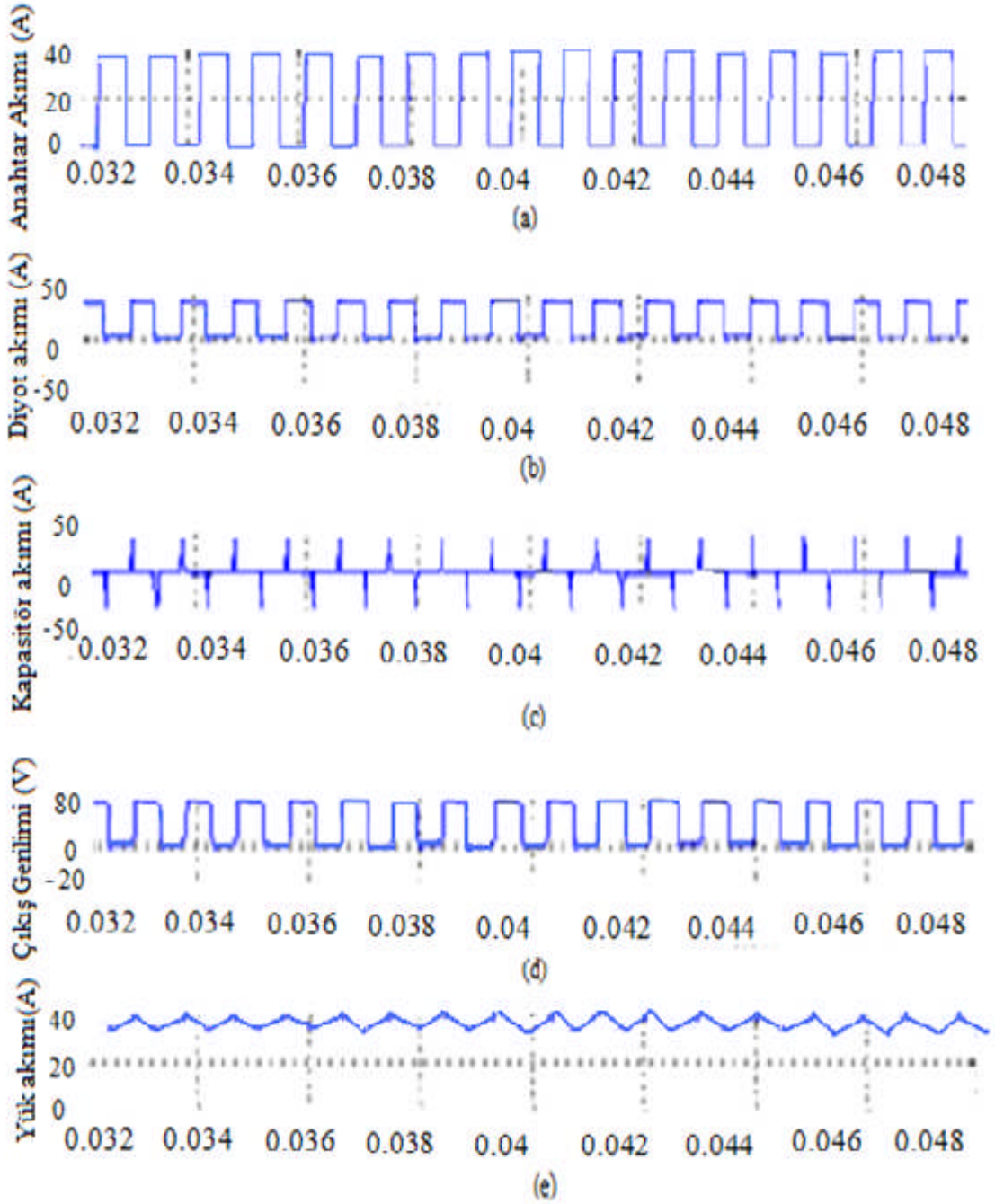


Şekil 2.1. Azaltan-Artıran Dönüştürücü

Şekil 2. 1.' deki devrede giriş gerilimini 40 volt, indüktansını 5 mH, kapasitansını 5  $\mu$  F, direnci 1 ohm seçilerek gerçekleştirilmiştir. IGBT' nin anahtarlama süresi azaltan çalışacak şekilde,  $4 \times 10^{-7}$  sn gibi bir değer seçilerek çalıştırıldığında 40 voltluk giriş gerilim 35 volta yaklaşmıştır ve çıkış değerleri Şekil 2. 2. ve Şekil 2. 3.' deki gibi olur.



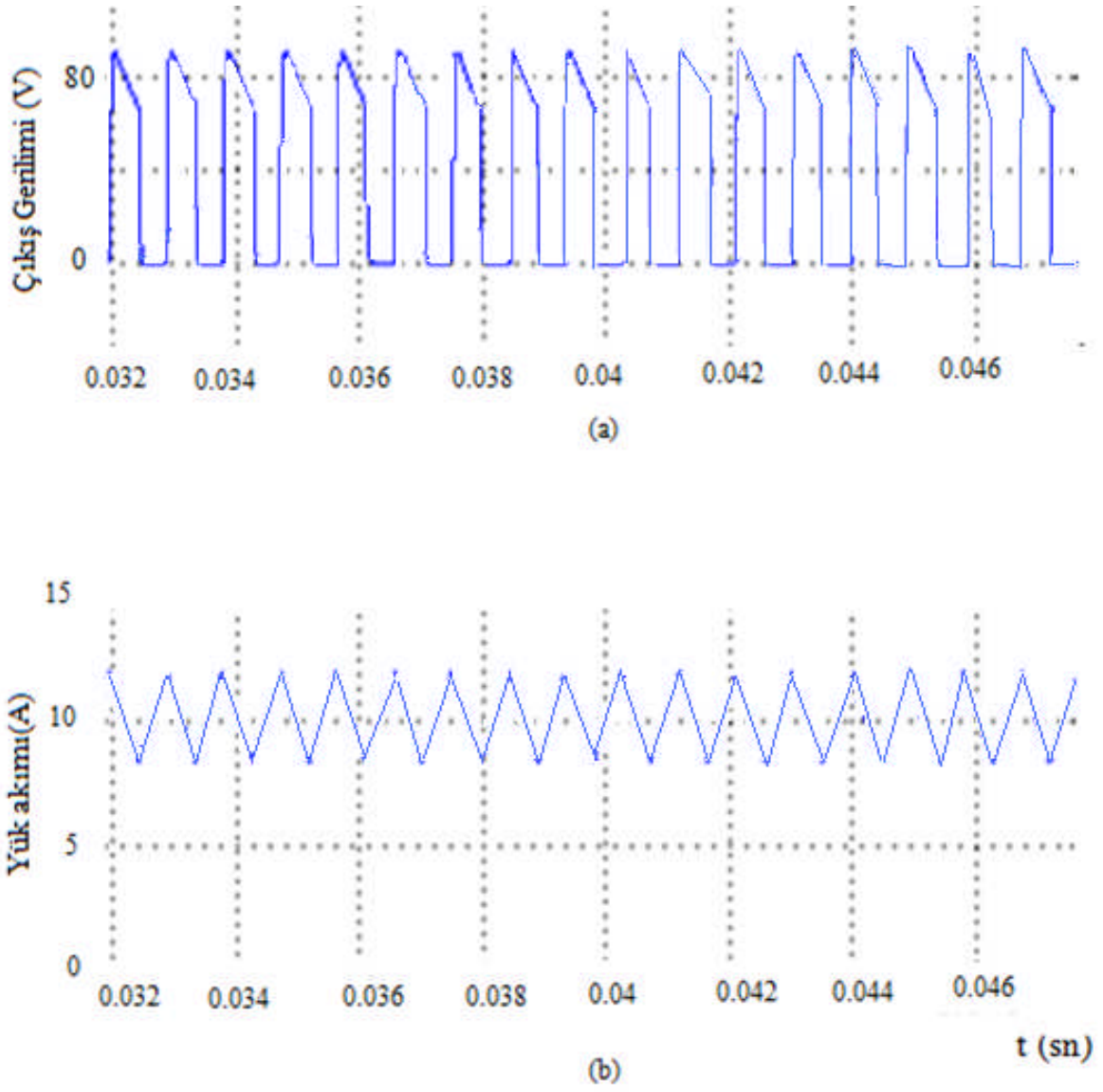
Şekil 2. 2. Dönüştürücünün: a) Çıkış Gerilimi b) Yük Akımı



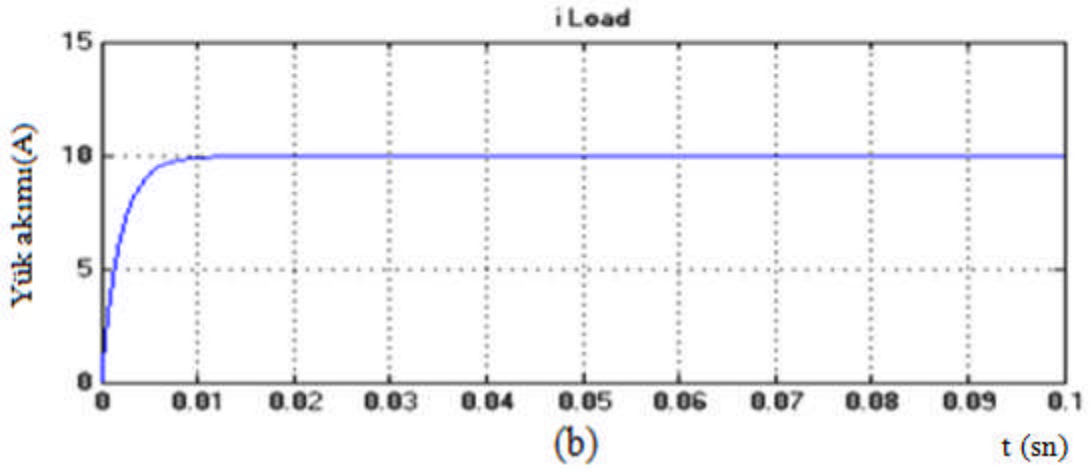
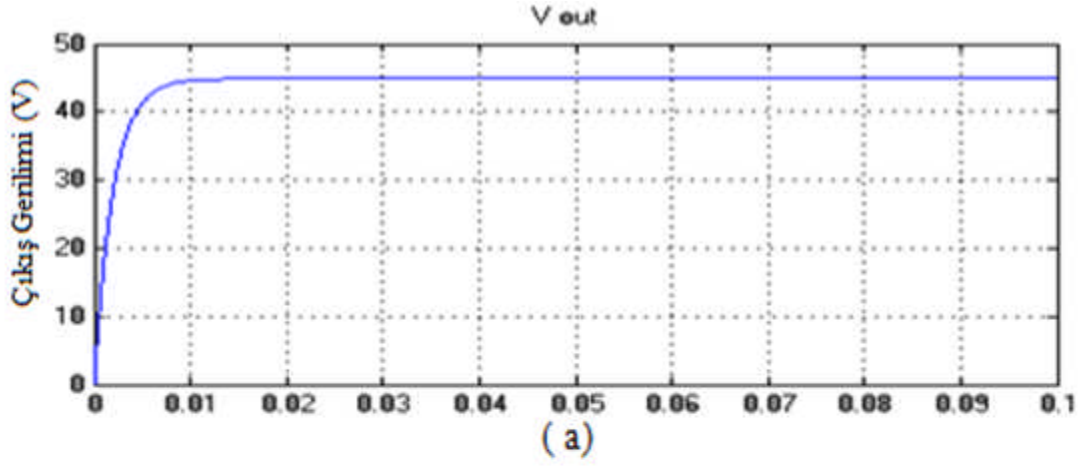
Şekil 2. 3. Azaltan-Artıran dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken:  
a) Anahtar Akımı b) Diyot akımı c) Kapasitör akımı  
d) Dönüştürücü Çıkış Gerilimi e) Yük Akımı

Elde edilen sonuçlara bakıldığında da Şekil 2.1.' deki azaltan-artıran dönüştürücü devresini azaltan modda çalıştığı anlaşılmaktadır. Eğer bu devre artıran dönüştürücü modunda çalıştırılırsa IGBT' nin anahtarlama süresini  $4 \times 10^{-5}$  sn olarak değiştirilerek elde edilen değerlerin sonuçlarda giriş gerilim değeri üzerinde bir çıkış gerilim değerine ulaşıldığı Şekil 2. 4. , Şekil 2. 5. ve Şekil 2. 6.' da görülmektedir

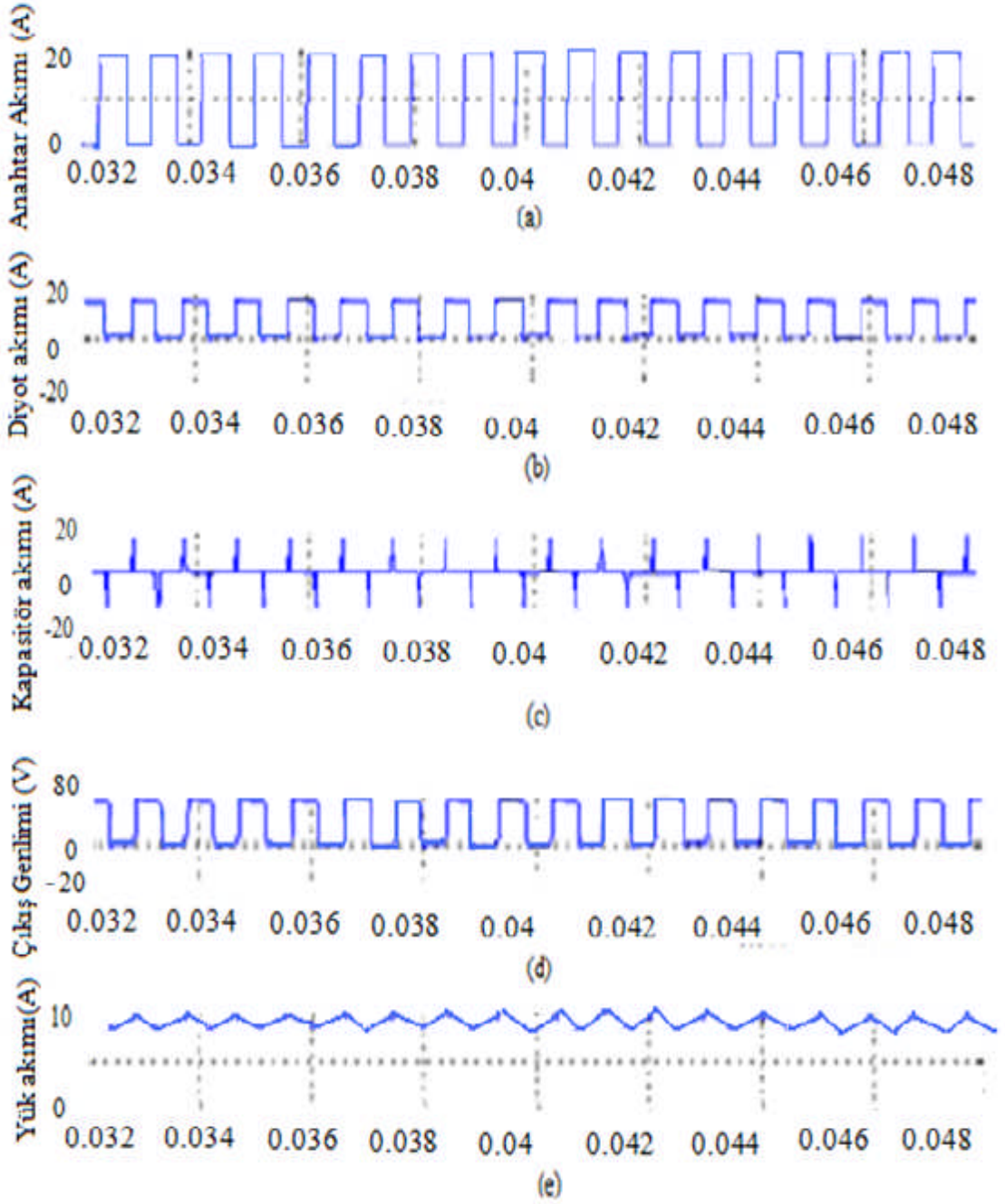




Şekil 2. 4. Azaltan- Artıran dönüştürücünün artıran olarak çalışırken:  
a ) Çıkış gerilimi b) İndüktör akımı



Şekil 2. 5. Azaltan- Artıran dönüştürücünün artıran olarak çalışırken  
a) Ortalama çıkış gerilimi b) Ortalama indüktör akımı



Şekil 2. 6. Dönüştürücü azaltan olarak çalışırken:  
 a) Anahtar akımı b) Diyot akımı c) Kapasitör akımı  
 d) Dönüştürücü çıkış gerilimi e) İndüktör akım

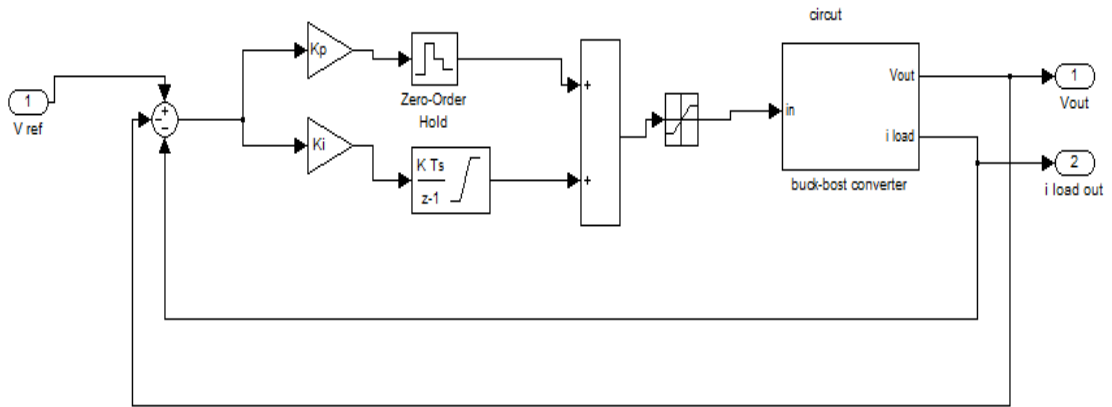
Şekil 2. 4. ve Şekil 2. 6.'daki sonuçlara bakıldığında alçaltan ve yükselten dönüştürücü bu defada yükselten şeklinde çalışmıştır ve yaklaşık 45 volt civarında bir çıkış elde edilmiştir.

### 2.2.2. Azaltan-Artıran Dönüştürücünün PI Kontrolü

Azaltan- Artıran dönüştürücünün anahtarlama süresini değiştirmeden belirli bir düzeyde gerilimi kontrol devreleriyle azaltılabilir ve artırılabilir. Dönüştürücüyü kontrol eden sistemim genel görünüşü aşağıdaki Şekil 2. 7.' deki gibidir

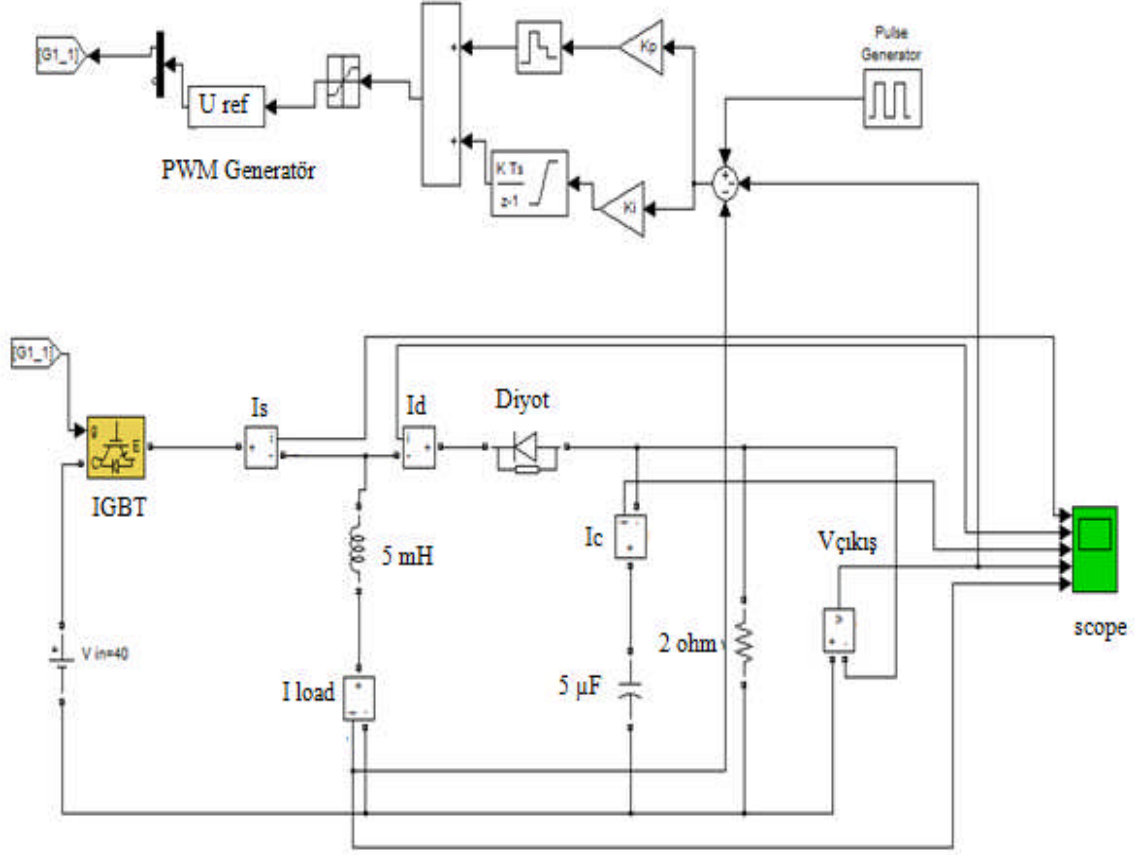
Tablo 2. 2. PI kontrollü azaltan-artıran dönüştürücünün parametreleri

No	Devre parametreleri	Sembolleri	Değerleri
1	Dönüştürücü giriş gerilimi	$V_{in}$	40 volt
2	Dönüştürücü çıkış gerilimi	$V_{out}$	35 volt
3	Devre indüktansı	$L$	5mH
4	Devre kapasitörü	$C$	5000nF
5	Devre direnci	$R$	1 ohm
6	Devre anahtarı	IGBT	400-4 Nsn
7	Pozisyon kazancı	$k_p$	0.1-0.16
8	İntegral kazancı	$k_i$	0.01



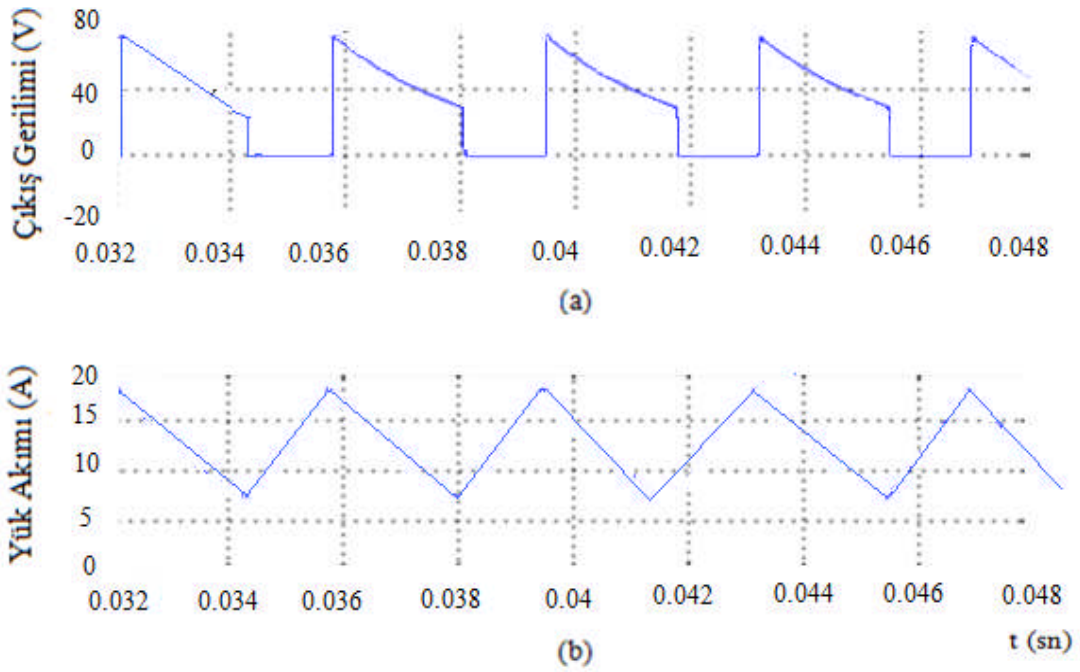
Şekil 2. 7. Tek giriş çift çıkışlı negatif geri beslemeli PI kontrol

Azaltan-Artıran dönüştürücünün Matlab/Simulink 'de simülasyonunu yapacağımız devreyi aşağıdaki Şekil 2. 8. 'deki gibi tasarlayabiliriz.

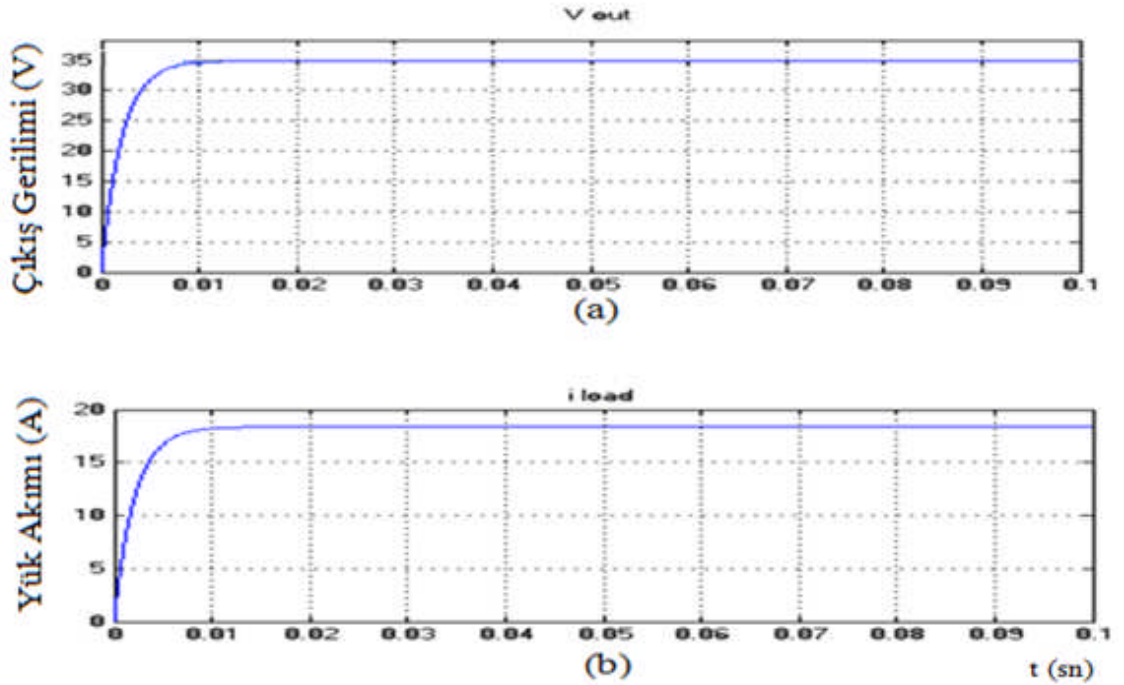


Şekil 2. 8. P I kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücü

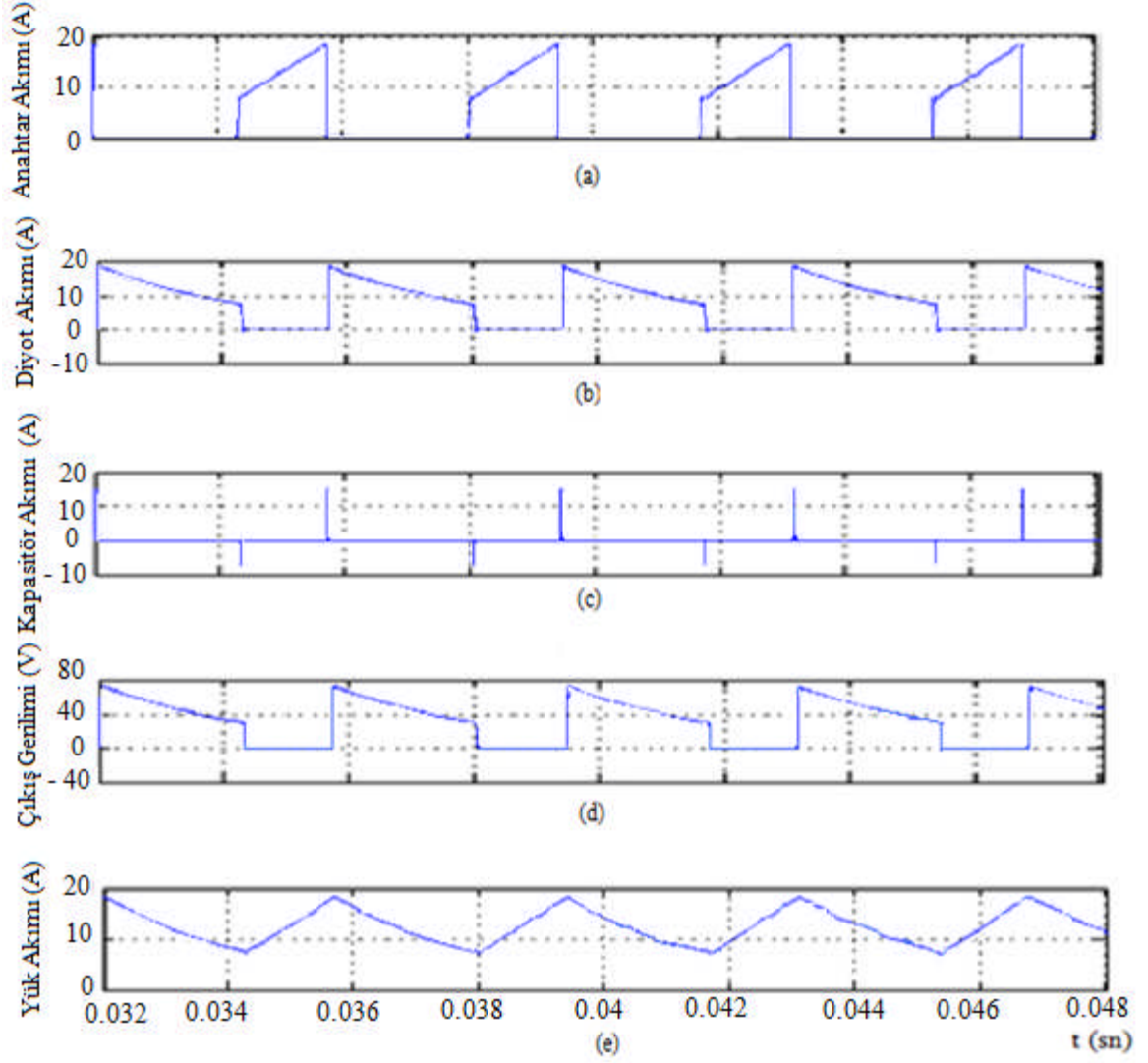
Azaltan-Artıran dönüştürücünün devresinin anahtarı bu kez Şekil 2.8’de görüldüğü gibi, PI ile kontrol edilmektedir. PI kontrolörün pozisyon ve integral kazanç değerleri değiştirilerek darbe genişliği modülasyon değerleri değiştirilecektir. Bunun sonucunda da, çıkış voltajının değişmesi sağlanacaktır [15,16,17]. Eğer 40 volt d.a giriş uyguladığımız dönüştürücü devresinde  $k_p=0.16$  ve  $k_i=0.01$  seçerek çalıştırmış olursak, anahtarlama süresinde hiç bir değişiklik yapmadan azaltan-artıran dönüştürücü azaltan olarak çalıştırmış oluruz. Çıkış değerleri aşağıdaki Şekil 2. 9. Şekil 2. 10. ve Şekil 2. 11.’deki gibi olur.



Şekil 2. 9. PI kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücünün:  
a) Çıkış gerilimi b)Yük akımı

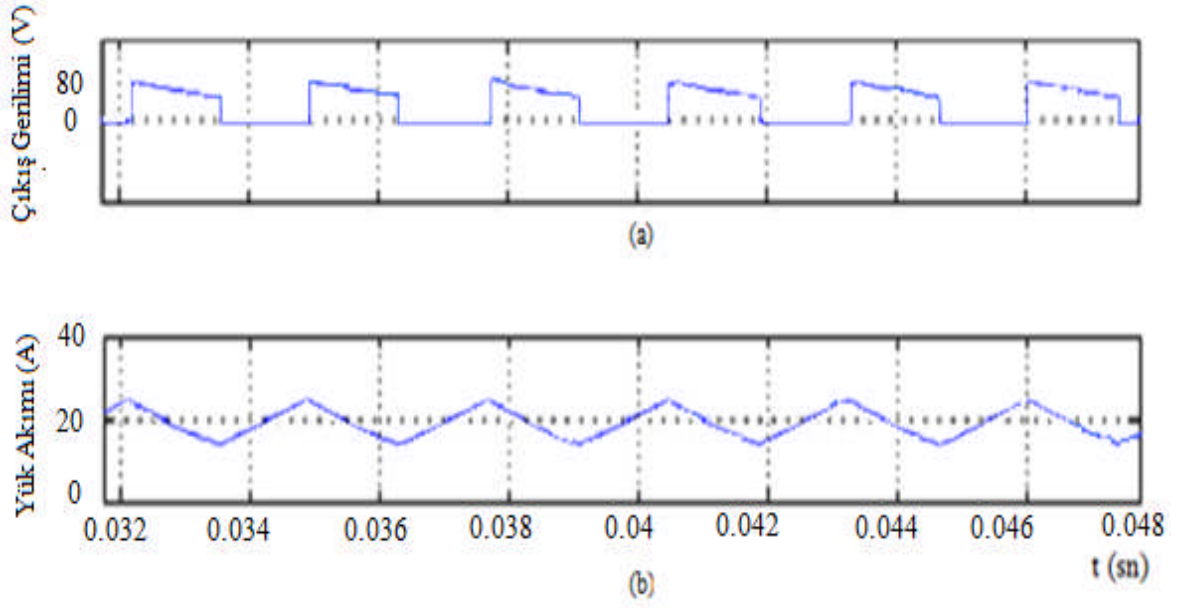


Şekil 2. 10. PI kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken:  
a) Ortalama çıkış gerilimi b) Ortalama yük akımı

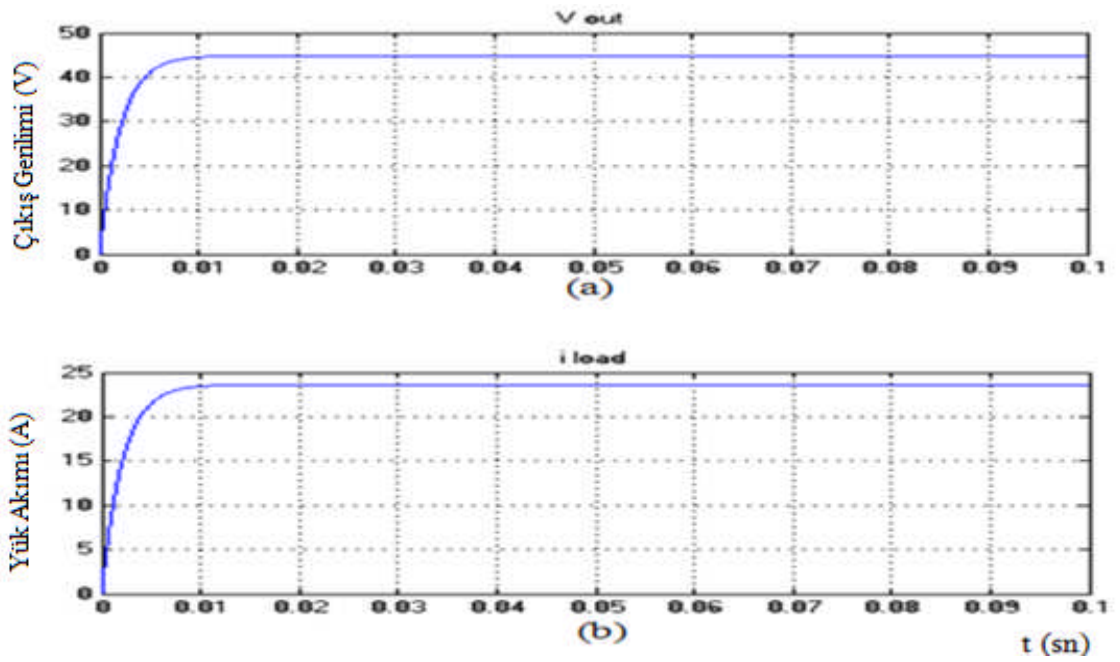


Şekil 2. 11. PI kontrollü azaltan-artıran dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken:  
a) Anahtar akımı b) Diyot akımı c) Kapasitör akımı  
d) Dönüştürücü çıkış gerilimi e) İndüktör akım

Şekil 2. 8.' deki devre bu seferde artıran dönüştürücü olarak çalıştırmak için yine anahtarlama süresini değiştirmeden  $k_p$ ,  $k_i$  değerlerini değiştirerek giriş değeri olan 40 voltluk gerilimin üzerinde bir gerilim elde edilebilir. Kontrol devresinde  $k_p=0.1$  ve  $k_i=0.01$  değerleri seçilirse sistemin elde edilen değerleri aşağıdaki Şekil 2. 1, Şekil 2.13 ve Şekil 2.14' deki gibi olur.

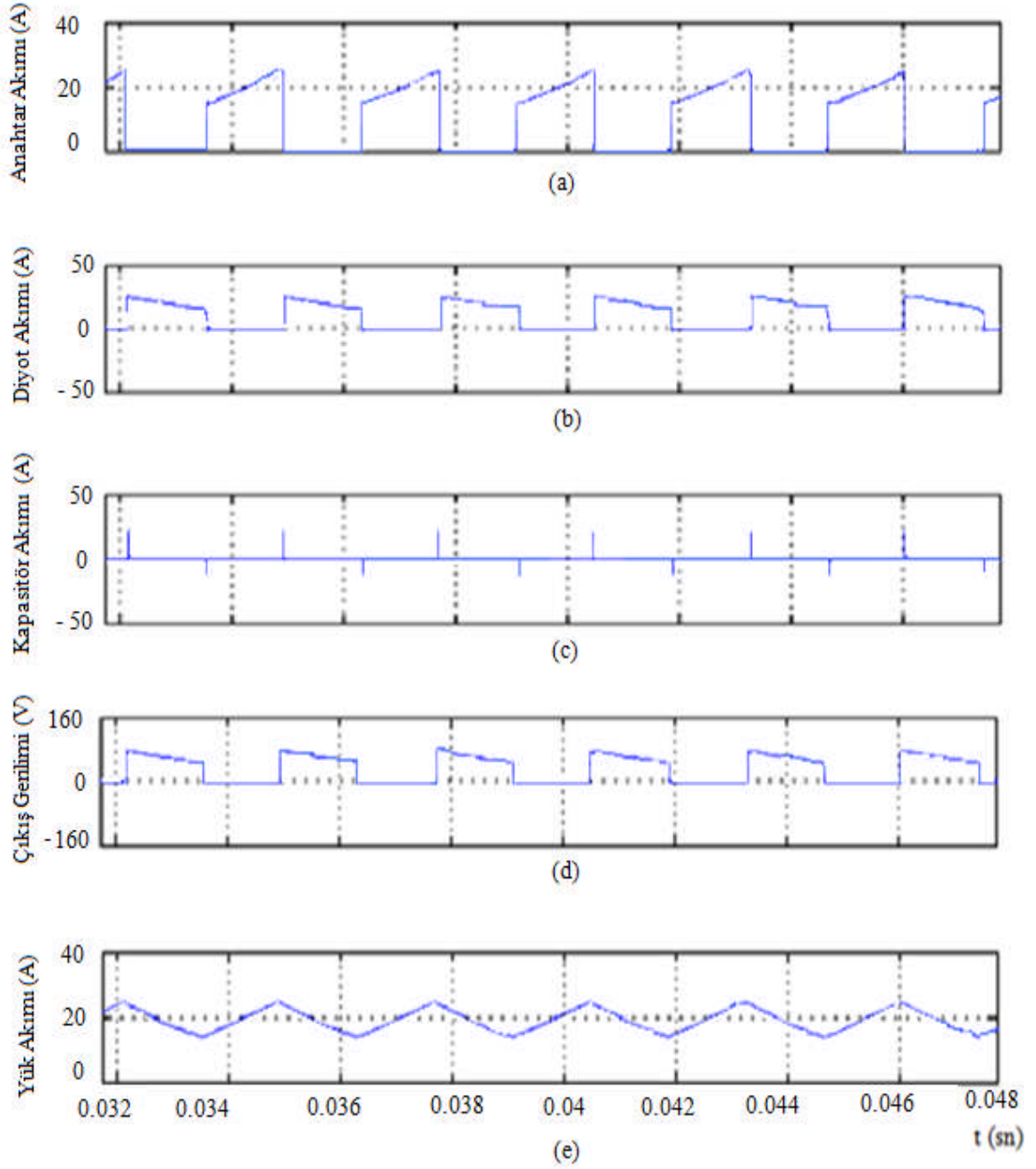


Şekil 2. 12. PI kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücünün artıran çalışırken:  
a) Çıkış gerilimi b) Yük akımı



Şekil 2. 13. PI kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücünün artıran çalışırken:  
a) Ortalama çıkış gerilimi b) Ortalama yük akımı



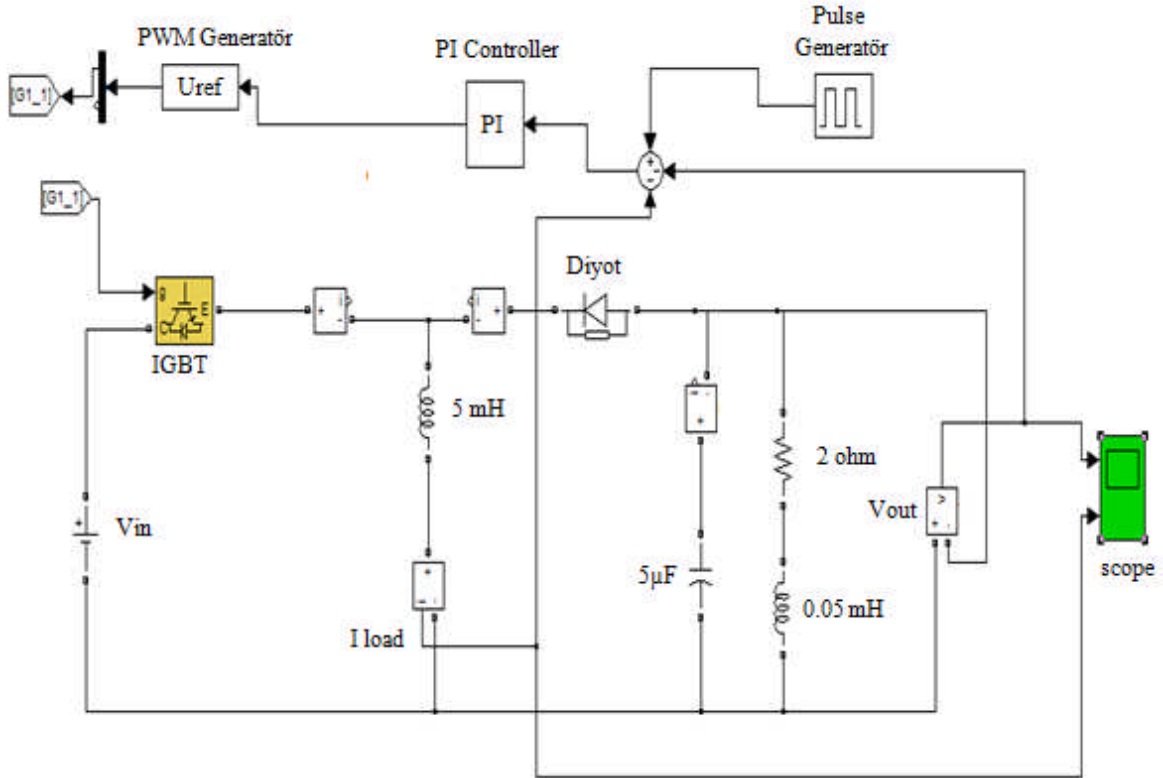


Şekil 2. 14. PI kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücünün artıran olarak çalışırken:  
a) Anahtar akımı b) Diyot akımı c) Kapasitör akımı  
d) Dönüştürücü çıkış gerilimi e) İndüktör akım

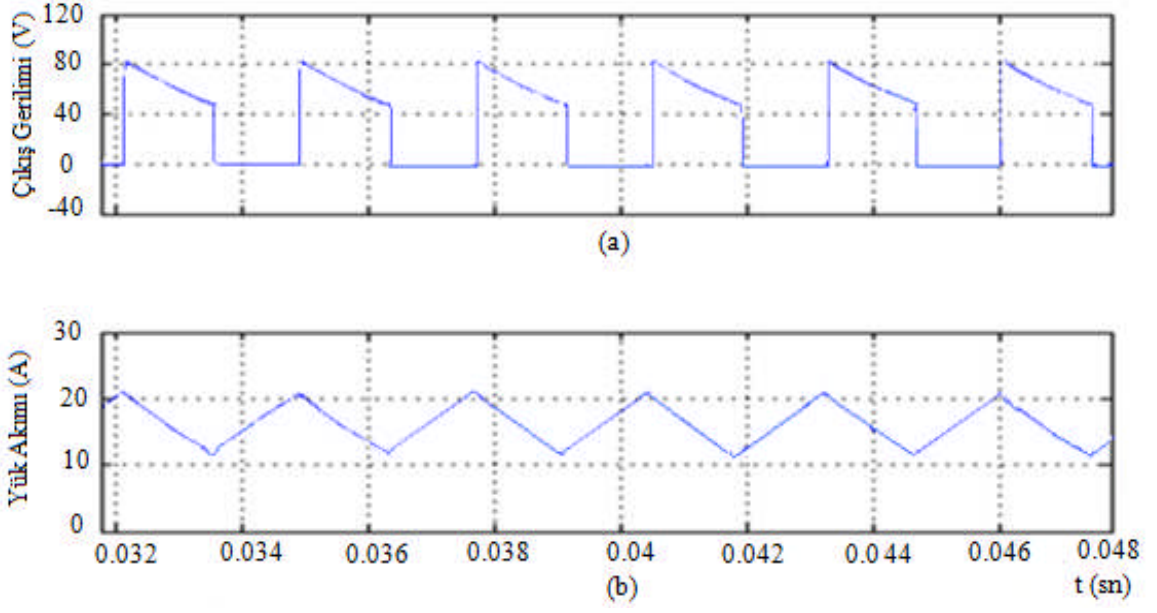
Matlab/Simulink ortamında güç elektroniği devrelerinden 40 volt girişe sahip olan azaltan-artıran dönüştürücünün PI kontrollerle nasıl 35 volt ve 45 volta çıktığı yapılan uygulamalarda görülmüştür.

### 2.2.3. Azaltan-Artıran Dönüştürücünün PI Kontrolle Çıkışının Sabitlenmesi

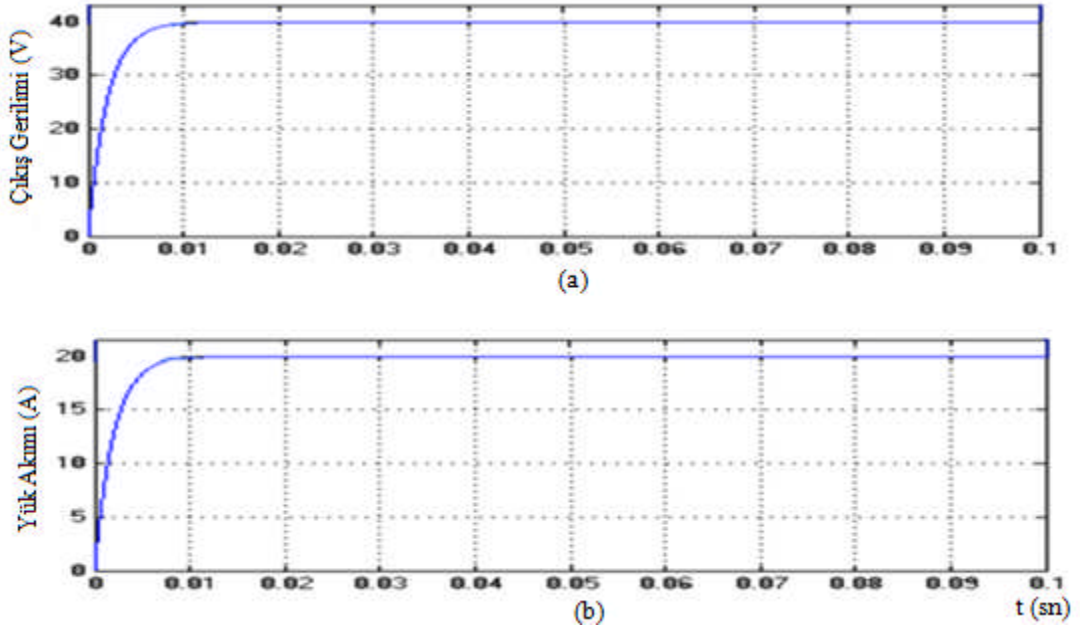
Eğer doğru akım kaynağımız güneş pilleri gibi ışığa ve ortama göre değişiyorsa ve sabit bir gerilim üretmiyorsa ve çıkıştan sabit bir gerilim oluşması isteniyorsa bu durumda çıkış Voltajının regule edilmesi gerekmektedir. Sistemin nasıl kontrol edildiğini görmek için aşağıdaki Şekil 2.15. ' deki devrenin girişine 35- 45 volt arası bir gerilim uygulansın ve çıkış voltajı 40 voltta sabitlensin. Bunun için, Şekil 2.15. ' deki devrenin girişine ilk 35 volt dc gerilim bağlandığında ve çıkış 40 volt olması için  $k_p=0.11$  ve  $k_i=0.01$  seçildiğinde çıkış gerilimi Şekil 2.16. ' deki gibi olup 40 voltluk bir değere ulaşmaktadır.



Şekil 2. 15. PI kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücü devresi



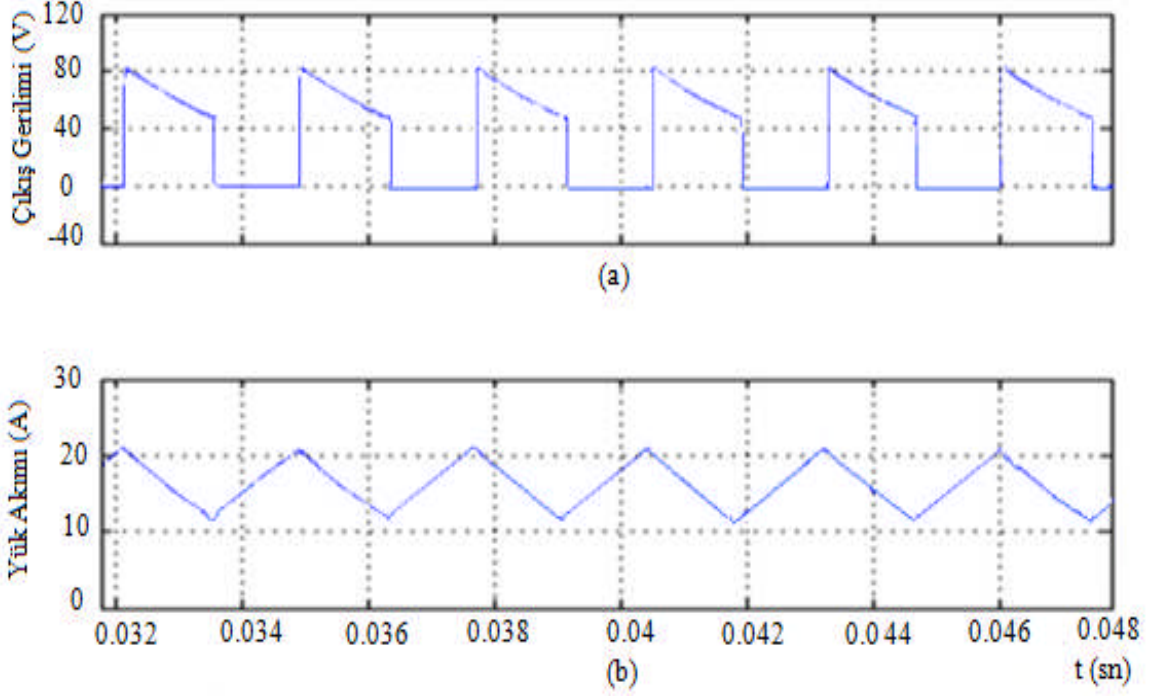
Şekil 2. 16. Giriş gerilimi 35 volt olan Azaltan-Artıran dönüştürücü:  
a) Çıkış gerilimi b) Yük akımı



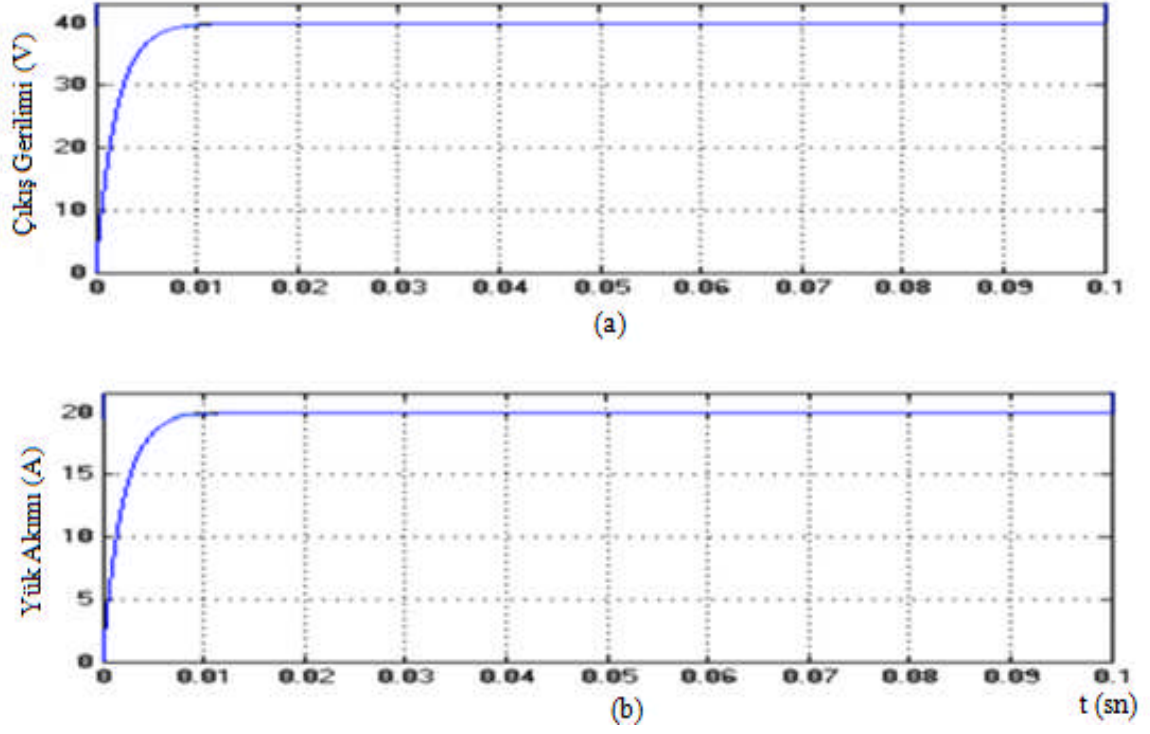
Şekil 2. 17. Giriş gerilimi 35 volt olan Azaltan-Artıran dönüştürücü:  
a) Ortalama Çıkış Gerilimi b) Ortalama Yük Akımı

Şekil 2.15 ' deki devrenin girişine bu defada 40 volttan daha yüksek bir gerilim olabilir. Bundan dolayı; 45 voltluk bir da kaynak bağlayıp yine çıkış gerilimimizi 40 volt

olmasını sağlayalım. Bu defa kontrol devresinde  $k_p=0.15$  ve  $k_i=0.01$  seçtiğimizde 45 voltluk bir giriş gerilimi 40 volta düşürülmüş olacak, çıkış voltajı ve yük akımı aşağıda Şekil 2.18 ve Şekil 2.19' gibi olacaktır.



Şekil 2.18. Giriş gerilimi 45 volt olan Azaltan-Artıran dönüştürücünün:  
a) Çıkış gerilimi b) Yük akımı



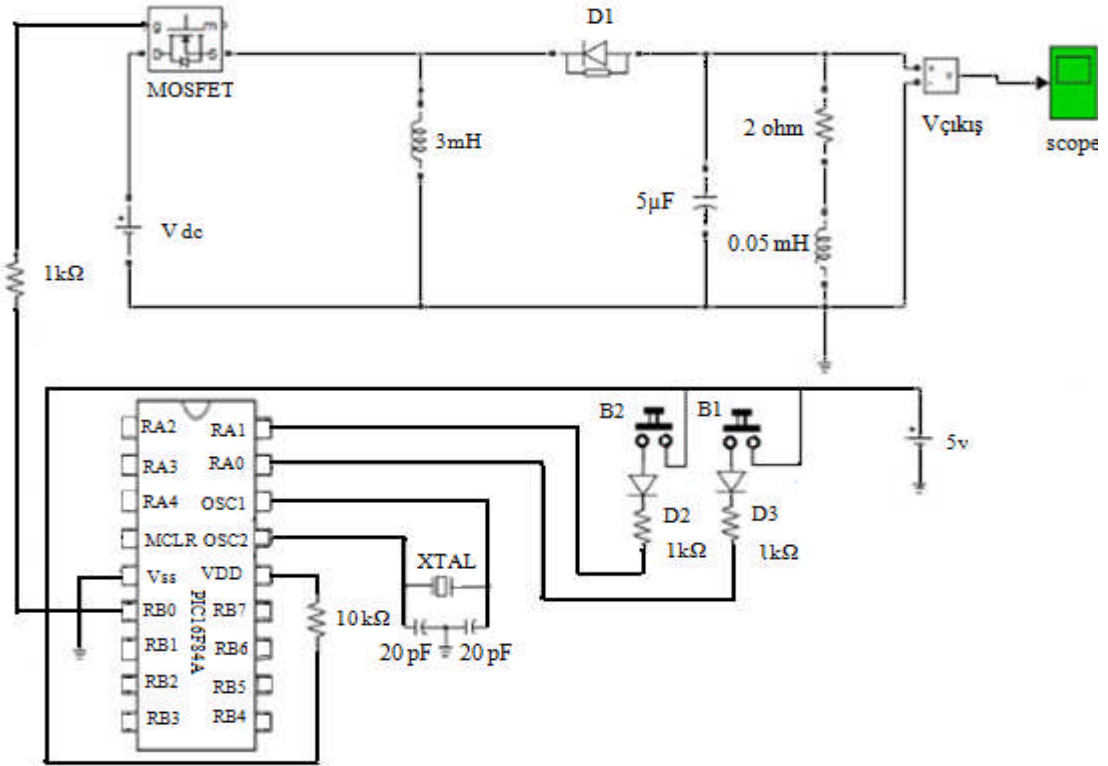
Şekil 2. 19. Giriş gerilimi 45 volt olan Azaltan-Artıran dönüştürücünün:  
a) Ortalama Çıkış Gerilimi b) Ortalama Yük akımı

Tablo 2. 3. PI kontrollü R-L yüklü azaltan-artıran dönüştürücünün parametreleri

No	Devre parametreleri	Sembolleri	Degerleri
1	Dönüştürücünün giriş gerilimi	$V_{in}$	35-45 volt
2	Dönüştürücünün çıkış gerilimi	$V_{out}$	40 volt
3	Devre indüktansı	$L$	5mH
4	Devre kapasitörü	$C$	5000nF
5	Devre yük direnci	$R$	1 ohm
6	Devre anahtarı	IGBT	400-4 Nsn
7	Pozisyon kazancı	$k_p$	0.11-0.15
8	integral kazancı	$k_d$	0.01
9	Devre yük endüktansı	$X_L$	0.05 mH

### 2.3. Mikro İşlemci Tabanlı Azaltan-Artıran Dönüştürücü

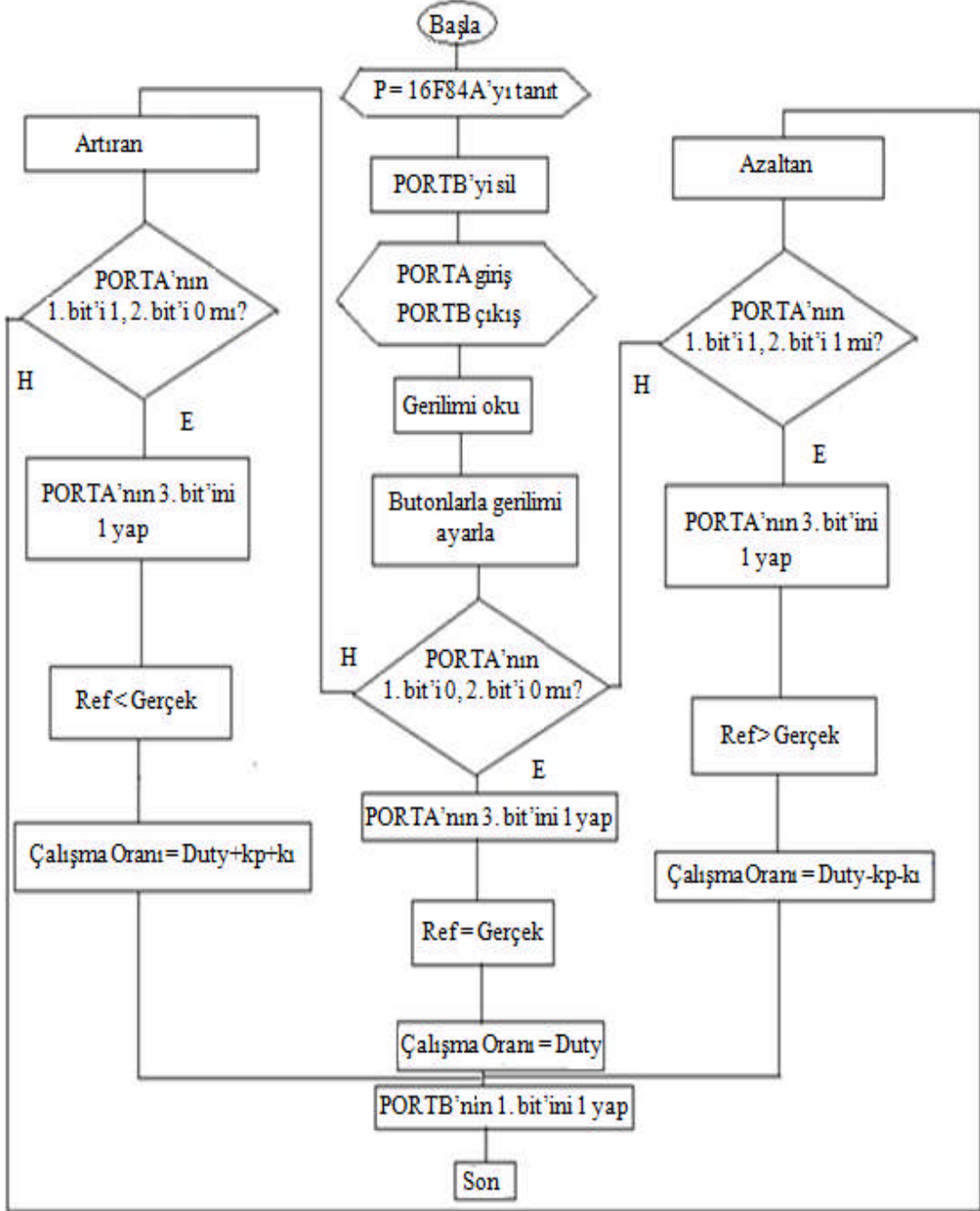
Mikro işlemci tabanlı Azaltan-Artıran doğru akım dönüştürücüsü yapabilmek için sistemi kontrol edecek iki tane önemli eleman kullanılması gerekmektedir. Biri dönüştürücüye gelen voltajın giriş yapacağı anahtar, diğeri ise bu anahtarı kontrol edecek mikroişlemci. PIC 16f84a'nın görevi Azaltan -Artıran dönüştürücüye azaltan ya da artıran modda çalıştıracak olan, Mosfet kapı sinyal değerlerini belirlemektir. Daha önce Şekil 2.2.3.'de yapmış olduğumuz PI kontrol azaltan artıran dönüştürücüdeki kazanç değerlerine karşılık PIC 16f84a, girilecek referans değerinin altına ya da üstüne çıkması için kare dalga üretecek olan aktif ve pasif registerleride toplama ve çıkarma işlemi yapacaktır. Bu toplama ve çıkarma işlemleri PI kontroldeki  $k_p$  ve  $k_i$  kazançlarına karşılık gelmektedir. Bundan dol ayı'da üretilecek olan kare dalga geri besleme sinyalleriyle değiştirilmiş olacaktır. Düşüren veya yükselten konumlara geçerken aktif pasif registerler deki toplama ve çıkarma döngülerini artırarak darbe genişlik modülasyonundaki gibi, her bir ara değer için çıkışı kontrol edecek sinyal değerleri üretilerek dönüştürücü çalıştırılabilir. PIC 16f84a kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücü devresi aşağıda Şekil 2.20'deki gibidir.



Şekil 2.20. PIC 16F84A Kontrollü azaltan-artıran dönüştürücü

2.20 'deki devrede voltmetre'den okunana sonuca göre b1 ve b2 butonlarıyla sinyal değerleri değiştirilerek dönüştürücünün azaltan ya da artıran olarak çalıştırılır.

Şekil 2.20' deki devrenin algoritması aşağıdaki gibidir.



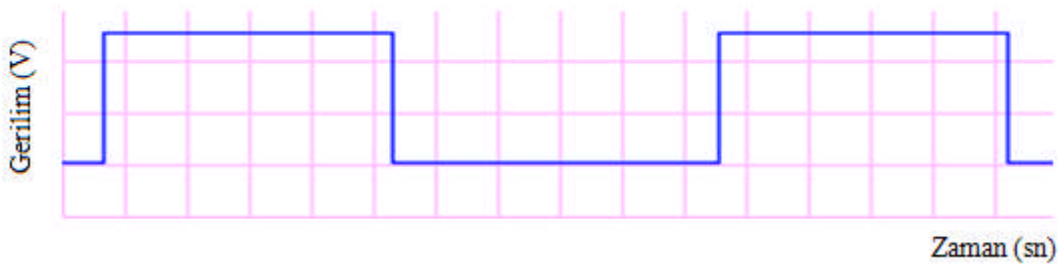
Şekil 2.21. PIC 16f84a kontrollü Azaltan-Artıran dönüştürücü algoritması

Azaltan-Artıran dönüştürücü için tasarlanmış olan yazılımın PIC 16f84a'ya yüklemek için ide de derlenip makine kodlarına çevrilmesi gerekmektedir. Derlenen makine kodları tablosu aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.4. PIC 16f84a yazılımının makina kodları

```
:020000040000FA
:1000000083168601FF3085008312860105080339B7
:100010009100033011060319342802301106031928
:1000200025280030110603191628052800308700FE
:10003000783088000702890006144320880B1D28A9
:1000400006104320890B2128002800308A00143034
:100050008B000A028C00061443208B0B2C28061000
:1000600043208C0B3028002800308D00DC308E00BF
:100070000D028F00061443208E0B3B2806104320F0
:100080008F0B3F28002864309000900B4528080013
:00000001FF
```

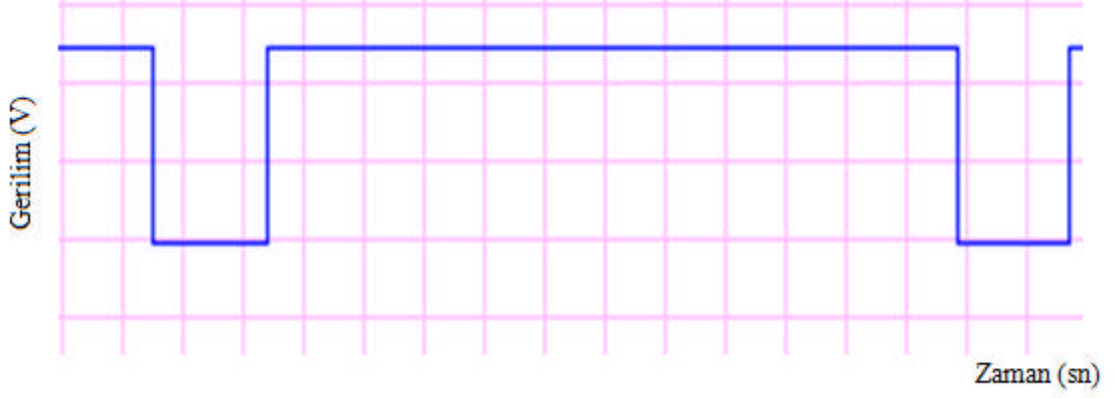
Bu makine kodlarının istenilen değerleri üretip üretmediğini görmek için öncelikle proteus'ta sonrada devre üzerinde denenmesi gerekmektedir. Hiçbir geri besleme yapmadan direk referans giriş değeri ile çalışması istendiğinde Mosfet' i kontrol edecek ve çalışma saykılını belirleyecek sinyal değeri aşağıdaki Şekil 2.22' deki gibi olur.



Şekil 2.22. Dönüştürücüyü referans değerinde çalıştıracak sinyal değeri

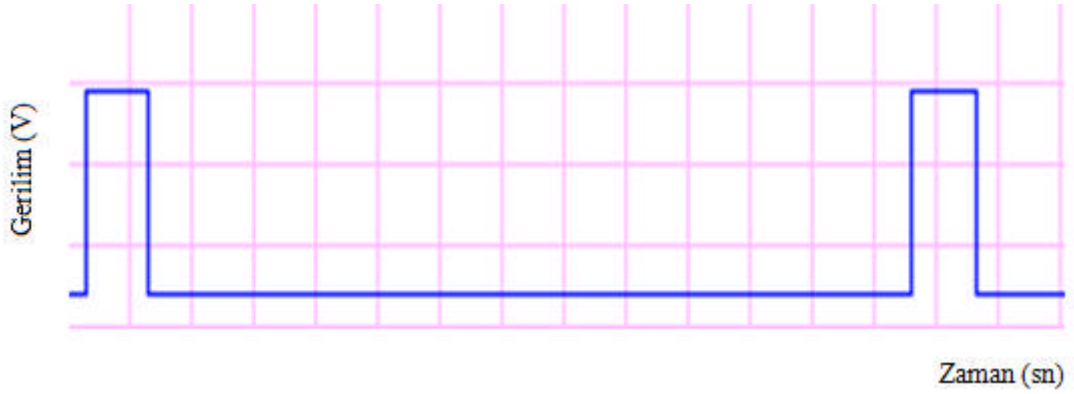
Eğer dönüştürücü artırıcı modda çalıştırılmak isteniyorsa b2 butonlarıyla geri besleme yapıldığında PIC 16f84a'nın çıkışından Mosfet' i kontrol edecek sinyal değerleri aşağıdaki Şekil.2.23.'deki gibi olur.





Şekil 2.23. Dönüştürücüyü artıran konumda çalıştırılan sinyal değeri

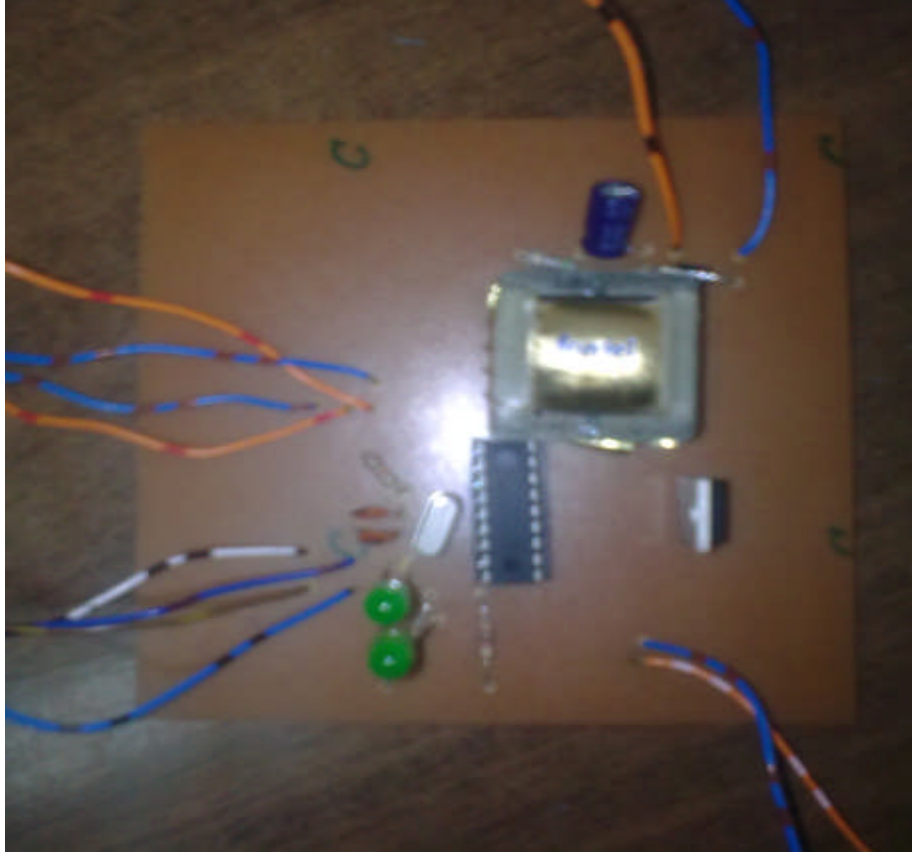
Eğer dönüştürücü azaltan konumda çalıştırılacaksa b1 butonuyla geri besleme yaptığımızda bu defa azaltan konumunda çalışacak olan PIC 16f84A'nın çıkış değeri aşağıdaki Şekil 2.24.' deki gibi olacaktır.



Şekil 2.24. Dönüştürücüyü azaltan mod konumunda çalıştırılan sinyal değeri

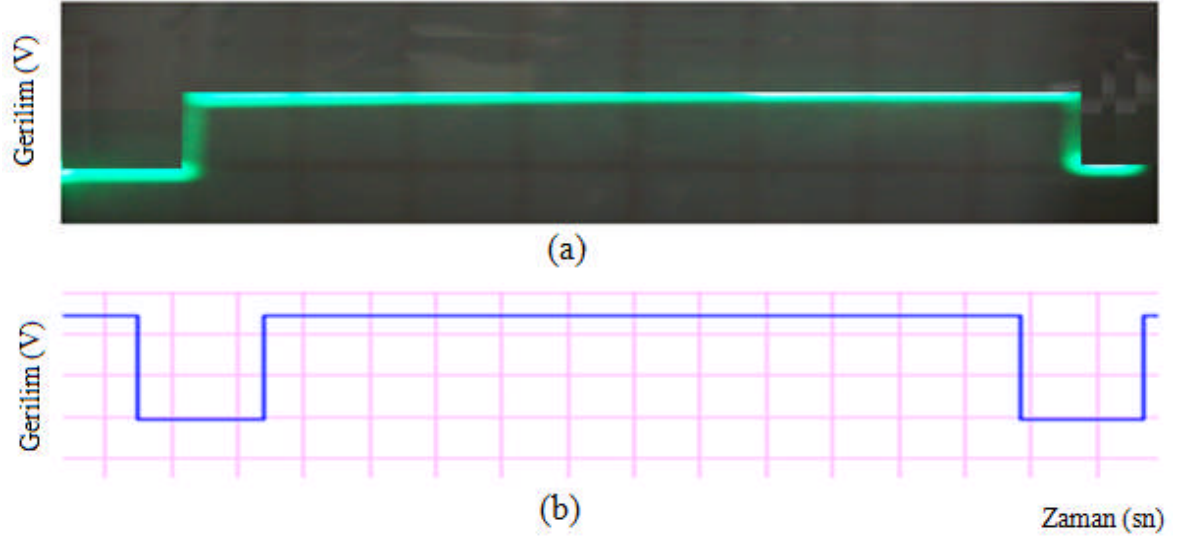
PIC 16f84A'ya yüklediğimiz yazılımın makine kodlarının beklenildiği gibi çalıştığı gördükten sonra devreyi yapım aşamasına geçilmiştir. Bu devreyi bord üzerine çizip asit ve tuzruhu karışımına koyarak baskı devresi elde edilmiştir.

Devrenin devre elemanlarıyla üstten görünüşü aşağıda Şekil 2.25.' deki gibidir.

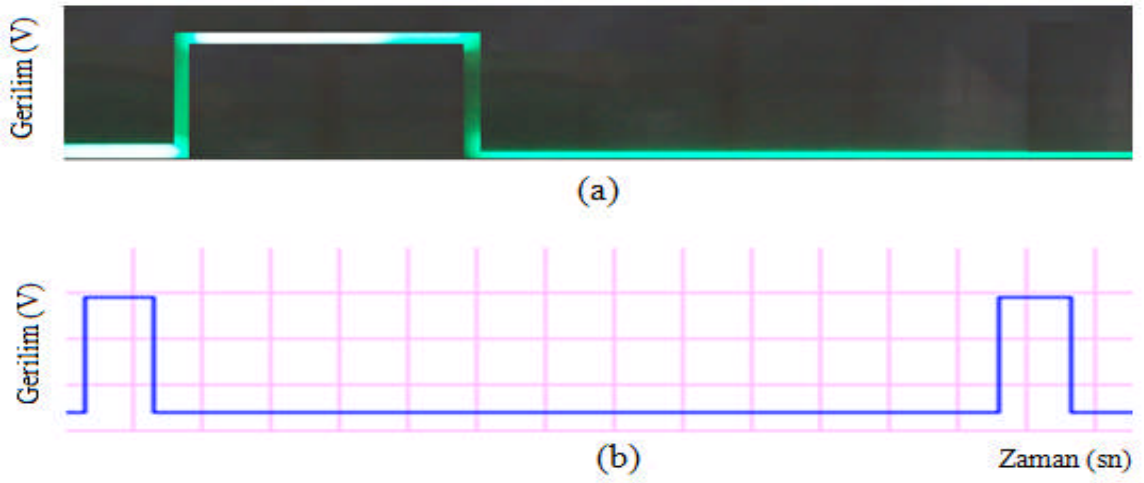


Şekil 2.25. Azaltan-Artıran dönüştürücü devresi

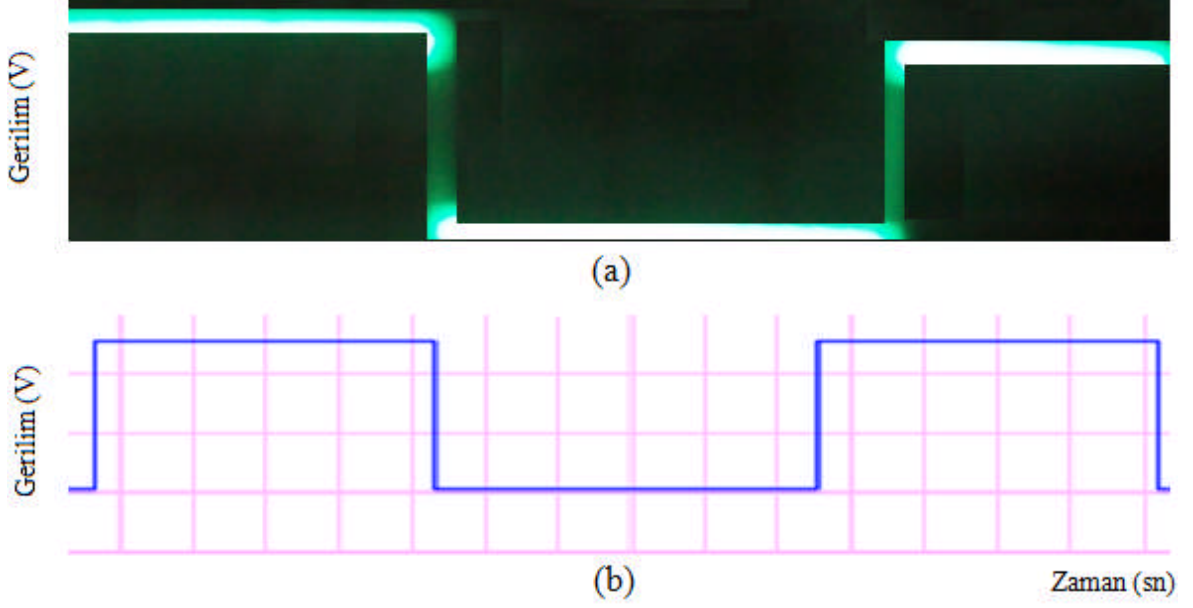
Daha önce simülasyon la gerçekleştirilmiş olan Azaltan-Artıran dönüştürücüyü kontrol edecek olan Mosfet'in kapı sinyal değerleriyle, gerçekleştirilmiş olan devrenin Mosfet kapı sinyal aynı olup olmadığı kontrol etmek ve karşılaştırmak için azaltan-artıran dönüştürücüye Osilokop'a bağlanıp sinyal çıkış değerleri ölçüldüğünde aşağıdaki Şekil 2.26, Şekil 2.27, Şekil 2.28' deki gibi değerler elde ederiz.



Şekil 2.26. Dönüştürücüyü artıran olarak çalıştıran sinyalin;  
a) Osiloskop ölçümü b) Simülasyon ölçümü



Şekil 2.27. Dönüştürücüyü düşüren olarak çalıştıran sinyalin;  
a) Osiloskop ölçümü b) Simülasyon ölçümü



Şekil 2.28. Dönüştürücüyü giriş değeriyle aynı olarak çalıştıran sinyalin;  
a) Osiloskop ölçümü b) Simülasyon ölçümü

Tasarlanan devre ve sonrasında alınan dönüştürücüyü kontrol edecek sinyal değerleri, dönüştürücüyü artıran ya da azaltan modda çalıştırmamızı sağlayacaktır. Hiçbir butona basmadan yani hiçbir geri besleme yapmadan direk kaynağa denk bir değer dönüştürücünün çıkışından aşağıda Şekil 2.29. ve Şekil 2.30. deki gibi alınmış olur.



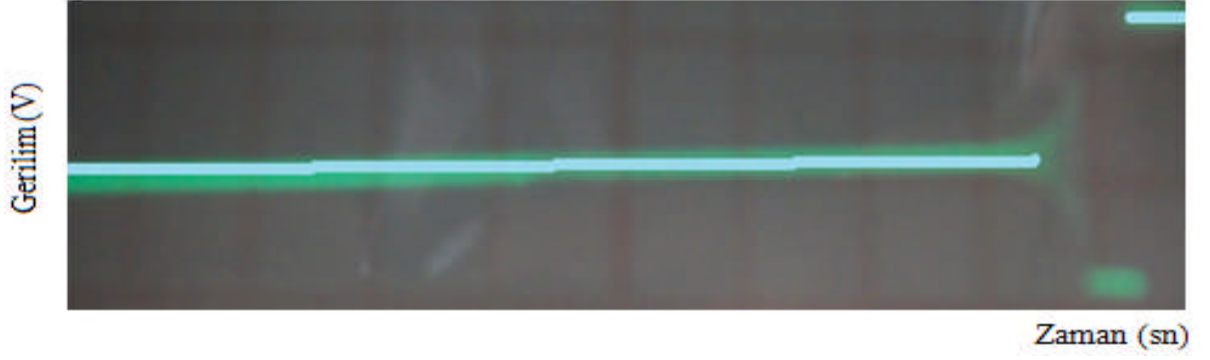
Şekil 2.29. Dönüştürücü girişi çıkışa eşit olarak çalışırken osiloskop değeri



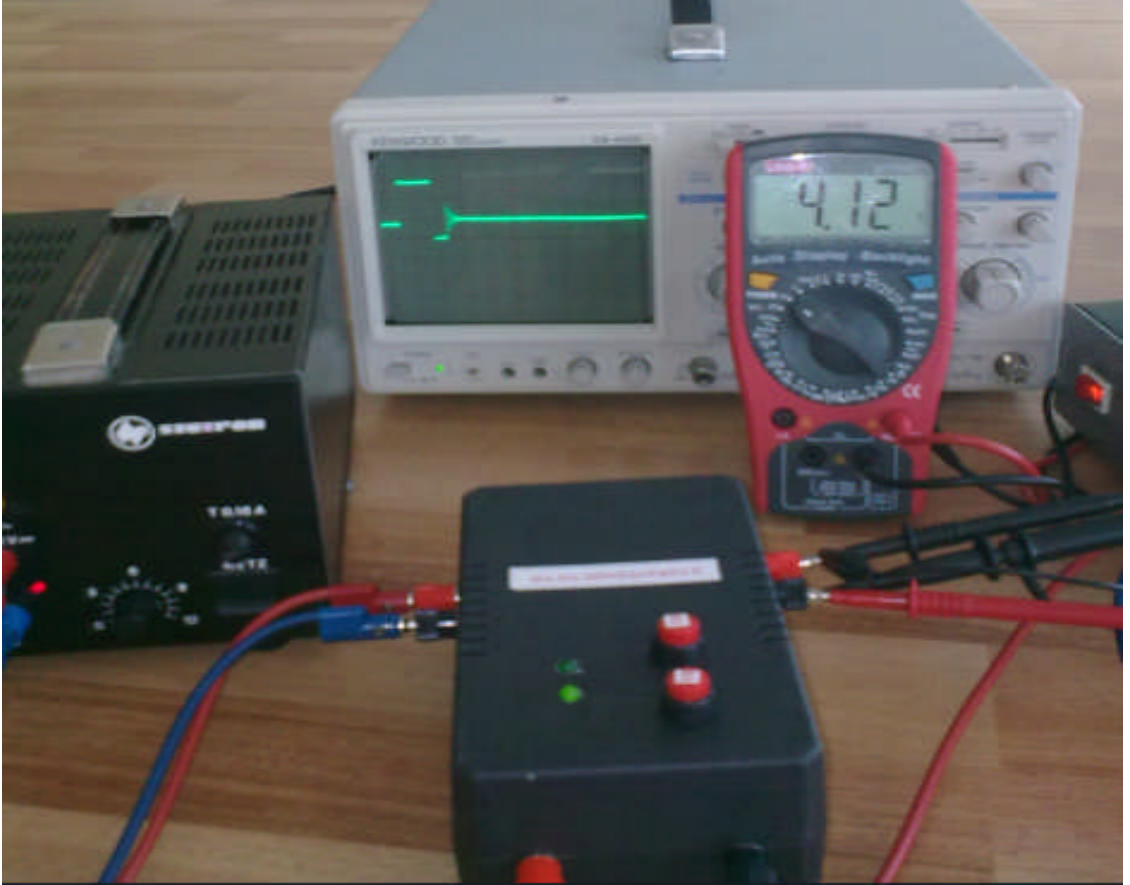
Şekil 2.30. Dönüştürücü çıkışının voltmetre ve osiloskop ile ölçümü

On-off sürelerinin değerleri eşit olan sinyalin kontrol ettiği dönüştürücünün çıkış değerleri Şekil 2.29 ve Şekil 2.30 da görüldüğü gibi giriş değerine çok yakın. Giriş değeri 7.36 volt olmasına rağmen osiloskop ölçümünden de görüleceği gibi darbe genişliği modülasyonunun tepe değeri 10 volt ta yani 2 birim ve minimum değeri ise 1birim kare kadar dır.Buda gösteriyor ki çalışma oranı (duty) artıkça çıkış voltajı 10 volta,oran düştükçe de 5 volt civarlarında bir çıkış voltajına ulaşılacaktır.

Eğer geri besleme olarak b1 butonuna basacak olursak, çalışma oranı şekil 2.27'deki gibi olacak, dönüştürücü azaltan olarak çalışmış olacak ve Şekil2.31. ve Şekil 2.32. gibi sonuçlar alınacaktır.

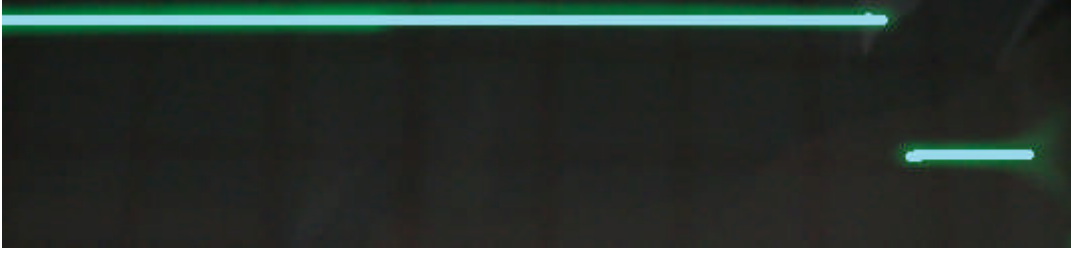


Şekil 2.31. Dönüştürücünün azaltan olarak çalışırken osiloskopa ölçümü

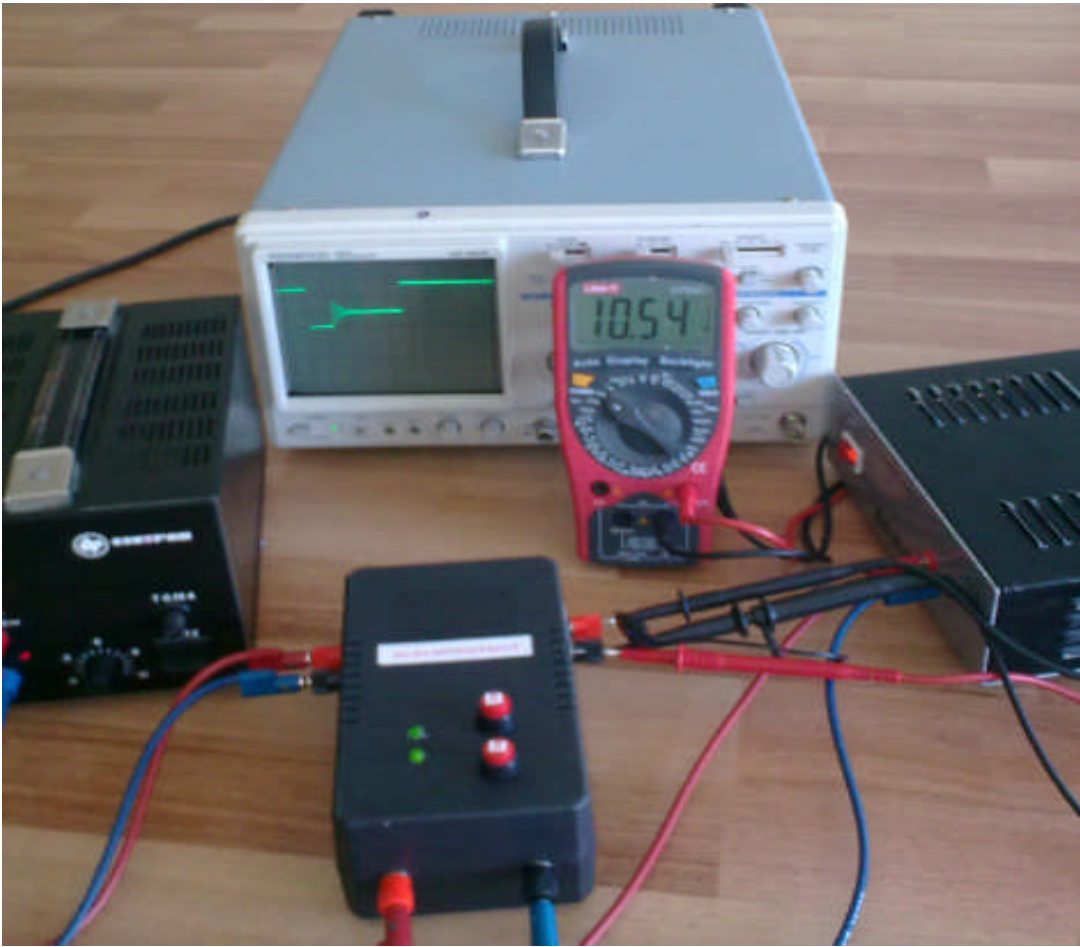


Şekil 2.32. Dönüştürücü azaltan olarak çalışırken osiloskop ve voltmetre ile ölçümü

Eğer b1 ve b2 butonlarına aynı anda basarak geri besleme sinyali verilirse, dönüştürücü artıran olarak çalışacak Şekil 2.33 ve Şekil 2.34 ' deki gibi değerler alınmış olacaktır.



Şekil 2.33. Dönüştürücünün artıran olarak çalışırken osiloskopla ölçümü



Şekil 2.34. Dönüştürücü Artıran olarak çalışırken voltmetre ve osiloskop ile ölçümü



Şekil 2.35. DA-DA Azaltan-Artıran dönüştürücü



### 3. TARTIŞMA

Yapılan çalışmada, elde edilen sonuçlara göre piyasadaki mevcut dönüştürücü devrelerine bakıldığında, bu cihazların standartlarına uygun olduğu görülmektedir. Sanayide kullanılan dönüştürücülerden farklı olarak ergonomik ve ekonomik yapıda yapılmış ve dönüştürücülerin üretimine ve tasarımına farklı bir bakış açısı getirilmiştir.

Yapılan uygulamalar devrenin simülasyonu ve devrenin gerçek elemanlarla oluşturulması olarak iki kısımda ele alınmıştır. Devrenin yapısında Mosfet'i kontrol etmek için mikroişlemci olarak PIC 16f84a kullanılarak devrenin maliyet fiyatı yaklaşık olarak %60 düşürülmüş ve devre daha ergonomik bir konuma getirilmiştir. DA-DA dönüştürücü devresi çift yönlü yani azaltan ve artıran olarak tasarlanarak yapılmıştır. Bundan dolayı da doğru akım kaynağı bağlanarak kendi değerinin altına ve üzerine çıkarılarak güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların gün içerisindeki değişimlerine göre enerjinin istenilen değerde sabitleneceği görülmüştür.

Mikrodenetleyici devresinde zamanlamayı sağlayan osilatör kullanımında rc osilatörün zamanlamadaki hassasiyeti düşürdüğü görülmüş ve yerini xt kristal osilatör kullanılarak bu durum ortadan kaldırılmıştır. Dönüştürücü devresinde kaynak devrenin yapısından dolayı bobin uçlarına paralel bağlanması 30 mH'lik bobin kısa devre gibi davranmasına sebep olmuştur bunun yerine 30 mH'lik demir çekirdekli bobin kullanılarak bu sorun ortadan kaldırılmış ve dönüştürücü devresi uygun bir şekilde çalıştırılmıştır.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada Azaltan-Artıran DA-DA dönüştürücü için PIC16F84A tabanlı bir denetim yöntemi geliştirilmiş ve dönüştürücü sisteminin gerçekleşmesi sağlanmıştır. Denetim sistemi için PIC16F84A kullanılarak dönüştürücü devresinin boyutlarının küçülmesi ve maliyetinin düşmesi sağlanmıştır. Böylece darbe genişlik modülasyonlu işaret üretmek için ilave donanım ihtiyacı duyulmamıştır. Bunun yerine PIC için yapılan yazılımda alınan geri besleme sinyalleriyle PIC'in aktif ve pasif kaydedicilerinde çıkarma ve toplama işlemi yapılarak istenilen sinyaller üretilmiş ve devre değişik konumlar da çalıştırılarak test edilmiş ve istenilen sonuçlar alınmıştır.

Tasarlanan dönüştürücünün denetimi PIC'e yüklenen yazılımla sağlanmıştır. Dönüştürücü çıkış gerilim değeri geri besleme ile alınarak referans değeriyle karşılaştırılmış ve çıkışın istenen gerilim değerine ulaşması denetleyici sayesinde başarılmıştır. Doğru akım güç kaynağı kullanılarak yapılan deney ve ölçümlerimizi göz önüne aldığımızda; Gerçeklenen DA-DA dönüştürücünün elektrik şebekesinden uzak noktalardaki sektörler olan arıcılık, balıkçılık ve seracılık için gerekli olan elektrik enerjisinin güneş enerjisinden üretilmesi durumunda istenilen DA geriliminin elde edilmesi için kullanılabileceği anlaşılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar çalışmanın doğruluğunu ortaya koymaktadır.

## 5. ÖNERİLER

1. Dönüştürücüye butonlar vasıtasıyla yapılan geri beslemeler uygun gerilim algılayıcılarıyla yapılabilir.
2. Statik elektriğe duyarlı olan MOSFET yerine statik elektriğe daha az duyarlı anahtarlar kullanılabilir.
3. PI denetim yöntemi yerine PI+FUZZY denetim yöntemi kullanılarak dönüştürücünün daha hızlı tepki vermesi sağlanabilir.
4. Daha güçlü dönüştürücü devresi tasarlanarak büyük güçlü yükler için kullanılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Bodur H., Bakan A.F., “An improved ZCT-PWMDC-DC converter for high-power and frequency applications”, IEEE Trans. on Ind. Electron.51,1 (2004) 89-95,
2. H. Bodur, A. F. Bakan, and M. Baysal, "A Detailed Analytical Analysis of a Passive Resonant Snubber Cell Perfectly Constructed for a Pulse Width Modulated DC-DC Buck Converter," Electrical Engineering, Springer-Verlag 85, (2003) 45-52
3. O. Lopez, L. Vicuna, M. Castilla, J. Matas and M. Lopez, "Sliding mode-control design of a high-power-factor buck-boost rectifier," IEEE Trans. Indu. Elec. 46,3(1999) 604-61
4. P. Mantovanelli and I. Barbi, “A new current-fed isolated PWM dc–dc converter,” in Proc. IEEE Applied Power Electronics Conf., Mar. 1995, vol. 2, pp. 290–296.
5. L. Zhu, K. Wang, F. C. Lee and J. S. Lai, “New Start-up Schemes for Isolated Full-Bridge Boost Converters,” in Proc. IEEE Appl. Power Electron. Conf.,2000, pp.309-313
6. J. Albrecht. J. Young, W. A. Peterson, "Boost-buck push-pull converter for very wide input range single stage power conversion," IEEE PESC Rec. 1995, pp. 303-308.
7. [http://www.normenerji.com.tr/res\\_yarisma/haber\\_detay.asp?id=412](http://www.normenerji.com.tr/res_yarisma/haber_detay.asp?id=412), 07.11.2009
8. [http://www.robotiksystem.com/diyot\\_nedir\\_diyot\\_polarlama.html](http://www.robotiksystem.com/diyot_nedir_diyot_polarlama.html), 03.11.2009
9. <http://320volt.com/pic16f84-hakkinda-turkce-bilgiler>, 06.12.2009
10. [http://www.emo.org.tr/ekler/7d52bcb3580724e\\_ek.pdf?tipi=34&turu=X&sube=0,bobi](http://www.emo.org.tr/ekler/7d52bcb3580724e_ek.pdf?tipi=34&turu=X&sube=0,bobi), 06.12.2009
11. [http://www.robotiksystem.com/mosfet\\_nedir\\_mosfet\\_cesitleri.html](http://www.robotiksystem.com/mosfet_nedir_mosfet_cesitleri.html), 02.09.2010
12. [http://www.silisyum.net/hm/pasif\\_devre\\_elemanlari/kondansatorler.htm](http://www.silisyum.net/hm/pasif_devre_elemanlari/kondansatorler.htm), 06.12.2009
13. Çakır. G. Yumuşak Anahtarlamalı DC-DC Boost Dönüştürücü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006
14. Mutlu. S. Filtres with Active Tuning for Switched-Mode Konverters, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007
15. A.J. Forsyth and S.V. Mollow, “Modelling and control of DC-DC converters,” IEEE Power Engineering Journal, 12 . 5 (1998) 229–236
16. V. S. C. Raviraj and P. C. Sen, "Comparative study of proportional-integral, sliding mode, and fuzzy logic controllers for power converters," IEEE Trans. Ind Applicat, 33, 2 (1997) 518-52

17. R. Venkataramanan, A. Sabanoivc, and S. Cuk, "Sliding mode control of dc-to-dc converters," in Proc. IEEE ConfInd Electron. Control Instrumentations (IECON), 1985,pp. 251-258.
18. V. M. Nguyen and C. Q. Lee, "Indirect implementations ofsliding-mode control law in buck-type converters," inProc. IEEE Applied Power Electron. Conf Expo (APEC), vol. 1,Mar. 1996, pp. 111-115.
19. S. C. Tan, Y. M. Lai, M. K. H. Cheung, and C. K. Tse, "Onthe practical design of a sliding mode voltage controlled buck converter," IEEE Trans. Power Electron.20, 2,(2005) 425-437.
20. Sreekumar C and V. Agarwal, "Hybrid Control of a BoosConverter Operating in Discontinuous Current Mode" inProc. IEEE Power Electron. Specialists Conference (PESC), Jun. 2006, pp. 1-6.
21. W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics. Norwell, MA: Kluwer, 2001 .377
22. Şahin, M. Ergin, "Senkron Buck Dönüştürücü ile Elektroliz Olayının Gerçekleştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Ankara, 1.30. 2006.
23. Tuncay, N. Gökaşan, M. Boğosyan, S., Güç Elektroniği Çeviriciler, Uygulamalar ve Tasarım. Literatür Yayıncılık,176-185,2007

## 7. EKLER

### Ek 1. Dönüştürücü Devresini için Gerçekleştirilen PIC Yazılım Programı

```
#include p16f84.inc

_CONFIG_XT_OSC

PERİYOT EQU H'07'
AKTIF EQU H'08'
PASIF EQU H'09'
SAYAC EQU H'10'
PERİYOT1 EQU H'0A'
AKTIF1 EQU H'0B'
PASIF1 EQU H'0C'
PERİYOT2 EQU H'0D'
AKTIF2 EQU H'0E'
PASIF2 EQU H'0F'
EROL EQU H'11'

BASLAT
    BSF STATUS,5
    CLRF TRISB
    MOVLW h'FF'
    MOVWF TRISA
    BCF STATUS,5
PI1 CLRF PORTB
    MOVF PORTA,W
    ANDLW b'00000011'
    MOVWF EROL
    MOVLW b'00000011'
    XORWF EROL,W
    BTFSC STATUS,2
    GOTO YUKLE3
IV MOVLW B'00000010'
    XORWF EROL,W
    BTFSC STATUS,2
    GOTO YUKLE1
PI2 MOVLW B'00000000'
    XORWF EROL,W
    BTFSC STATUS,2
    GOTO YUKLE
    GOTO PI1
YUKLE MOVLW D'256'
    MOVWF PERİYOT
PWM MOVLW D'120'
    MOVWF AKTIF
    SUBWF PERİYOT,W
    MOVWF PASIF
    BSF PORTB,0
PWM0 CALL TIMER
    DECFSZ AKTIF,F
    GOTO PWM0
    BCF PORTB,0
PWM1 CALL TIMER
    DECFSZ PASIF,F
    GOTO PWM1
```

```
GOTO BASLAT

YUKLE1  MOVLW  D'256'
        MOVWF  PERIYOT1
PWM13   MOVLW  D'20'
        MOVWF  AKTIF1
        SUBWF  PERIYOT1,W
        MOVWF  PASIF1
        BSF    PORTB,0
PWM10   CALL   TIMER
        DECFSZ AKTIF1,F
        GOTO   PWM10
        BCF    PORTB,0
PWM12   CALL   TIMER
        DECFSZ PASIF1,F
        GOTO   PWM12
        GOTO   BASLAT

YUKLE3  MOVLW  D'256'
        MOVWF  PERIYOT2
PWM14   MOVLW  D'220'
        MOVWF  AKTIF2
        SUBWF  PERIYOT2,W
        MOVWF  PASIF2
        BSF    PORTB,0
PWM110  CALL   TIMER
        DECFSZ AKTIF2,F
        GOTO   PWM110
        BCF    PORTB,0
PWM112  CALL   TIMER
        DECFSZ PASIF2,F
        GOTO   PWM112
        GOTO   BASLAT

TIMER   MOVLW  D'100'
        MOVWF  SAYAC
TIMER1  DECFSZ SAYAC,F
        GOTO   TIMER1
        RETURN
        END
```

## ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Bayburt'ta doğdu. İlkokulu Bayburt Cumhuriyet İlkokulunda ortaokulu Bayburt ortaokulunda Liseyi Bayburt Endüstri Meslek Lisesi Elektrik bölümünde tamamladı. 1995 Yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Elektrik Bölümünü kazandı. 1997 yılında ÖYS sınavıyla Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Bölümünü kazandı. 1998 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesine Elektrik Bölümüne yatay geçiş yaptı ve 2001 yılında Marmara Üniversitesinden mezun oldu. 2002 yılında istikam inşaat taburunda elektrik ekip başı kısa dönem olarak başladığı askerlikten 2003 yılında terhis oldu.2003-2008 yılları arasında Bayburt MYO' da öğretim elemanı olarak çalıştı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.2008 yılından beri Erzincan MYO' da öğretim elemanı olarak çalışmaktadır. Evli ve 1 çocuk babasıdır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.