

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİKLİ BALIK BARIYERİ TASARIM VE YAPIMI

Talat YALÇINKAYA

**Danışman
Doç. Dr. Abdülkadir ÇAKIR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2014**

© 2014 [Talat YALÇINKAYA]

TEZ ONAYI

Talat YALÇINKAYA tarafından hazırlanan "Elektrikli Balık Bariyeri Tasarım ve Yapımı" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

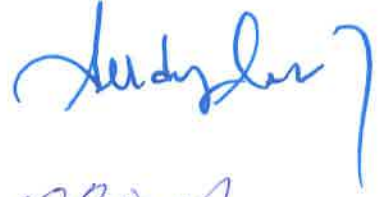
Danışman

Doç. Dr. Abdülkadir ÇAKIR
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Yıldız BOLAT
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Okan BİNGÖL
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Ahmet ŞAHİNER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Talat YALÇINKAYA



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. GÜÇ KAYNAKLARI VE MİKRODENETLEYİCİLER	6
3.1. Lineer Güç Kaynakları	7
3.2. Anahtarlamalı Güç Kaynakları.....	8
3.3. Anahtarlamalı Güç Kaynaklarının Kontrolü.....	9
3.3.1. Alçaltıcı tip (Buck) dönüştürücü	11
3.3.2. Yükseltici tip (Boost) dönüştürücü	14
3.3.3. Alçaltıcı –Yükseltici tip (Buck-Boost) dönüştürücü.....	16
3.3.4. Anahtarlamalı güç kaynaklarının karşılaştırılması.....	18
3.4. Lineer ve Anahtarlamalı Güç Kaynaklarının Karşılaştırması.....	19
3.5. Mikrodenetleyiciler	20
3.5.1. PIC Mikrodenetleyicilerin özellikleri	22
3.5.2. PIC Mikrodenetleyicilerinin tercih sebepleri	23
3.5.3. PIC16F628A mikrodenetleyicisinin genel özellikleri.....	24
3.5.4. Osilatör devreleri.....	25
3.5.5. Reset devresi.....	27
3.6. Mosfet ve Optik Yalıtıcı.....	28
4. MATERYAL VE YÖNTEM	30
4.1. Balık Yönlendirme Sistemleri	30
4.1.1. Su içerisindeki elektriksel terimler	31
4.2. Akvaryum Düzenegi	37
4.3. MOSFET Sürücü Katı	39
4.4. Güç Kaynağı Katı	41
4.5. ON/OFF Süre Belirleme Katı	43
5. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	47
6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	56
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	61
EK A. Mikroişlemciye yüklenen program	62
EK B. Devre şemaları	65
EK C. Devre fotoğrafları	68
EK D. Eğirdir Gölünden çekilen su ve balık miktarları	71
EK E. Eğirdir Gölünde ve sulama kanallarında yakalanan balık oranları.....	72

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELEKTRİKLİ BALIK BARIYERİ TASARIM VE YAPIMI

Talat YALÇINKAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdülkadir ÇAKIR

Bu çalışmada, Eğirdir gölünden sulama-içme amaçlı su çekimi sırasında oluşan akıntıya balıkların kapılarak su pompasına girişini engellemek ve akıntıya kapılan balıkların su pompalarına verdiği zararları azaltmak için elektrikli balık bariyeri tasarlanmış ve laboratuvar şartlarında denenmiştir.

Bariyerlere DA kare dalga formunda uygulanmıştır. Bu kare dalga formu sinyalin on/off süreleri birbirinden bağımsız olarak 1ms ile 1000 ms arasında değiştirilebilmektedir. Balık bariyerlerinde 1,2 V ile 49 V arasında ayarlanabilen, 3 A çıkış verebilen 4 adet anahtarlamalı alçaltıcı tip güç kaynağı kullanılmıştır. Denemede aralarında 20 cm mesafe olan 5 adet bariyer oluşturulmuş ve bu bariyerler 13,5 cm su altında denenmiştir.

Balık bariyerlerine 20 V, 35 V ve 50 V değerleri 10 Hz, 2,5 Hz ve 1,25 Hz olarak kare dalga formunda uygulanmıştır. Denemeler üç tekrarlı gerçekleştirilmiş olup her deneyde 30 balık ve toplamda 90 balık kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler ile elde edilen bulgular, 50 V/10 Hz'lik gerilim değerinin balıkları olumsuz etkilediği için bu bariyerde kullanılmayacağını, 20 V/10 Hz ve 35 V / 10 Hz uygulamalarının bu bariyerler için uygun olduğunu göstermiştir. Ayrıca yapılan çalışmada balık bariyeri uygulanacak bölgenin fiziki şartları, derinliği, sıcaklığı, tuzluluğu, iletkenliği, balık cinsleri ve balıkların boy değerleri bu bariyerlerin etkinliği üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli balık bariyeri, balık yönlendirme, balık kovucu, anahtarlamalı DA-DA dönüştürücüler.

2014, 73 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

ELECTRIC FISH BARRIER DESIGN AND CONSTRUCTION

Talat YALÇINKAYA

**Suleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electronics and Computer Science Education**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdülkadir ÇAKIR

In this study, electric fish barrier was designed and tested under laboratory conditions for preventing the fish entry and for reducing the damage to the water pump which go adrift during the shooting water for irrigation-drinking water purposes from Egirdir Lake.

Direct current (DC) was applied to fish barrier in a square wave form. On/off times of this form of be varied between 1 ms and 1000 ms independently of one another. 1,2 V to 49 V, 3 A adjustable four step-down (buck) switching DC converters were used in fish barrier. 5 barriers with 20 cm ranged were setup and were performed act a depth of 13,5 cm.

20 V, 35 V and 50 V with 10 Hz, 2,5 Hz and 1,25 Hz frequencies were applied to fish barriers. Each experiment was performed in triplicate, 30 juvenil carp for each experiment and in total 90 fish were used, and fish were replaced with new group. The results has shown that 50 V / 10 Hz voltage value cannot be used in these barriers because of adversely affect for fish, 20 V / 10 Hz and 35 V / 10 Hz applications can be used in these barriers, effectively in addition, it was found that the physical conditions of an area where barriers established, depth, temperature, salinity, conductivity, of water fish species and size have an effect on the effectiveness of these barriers in this study.

Keywords: Electric fish barrier, fish routing, fish repellent, DC-DC switching converters.

2014, 73 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Abdülkadir ÇAKIR'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarında desteğini esirgeyemeyen arkadaşım Öğr. Gör. Ali ASLANTAŞ'a uygulama çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisi Rahmi UYSAL'a teşekkür ederim.

2818-YL-11 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşime ve oğluma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Talat YALÇINKAYA
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Lineer güç kaynağı blok şeması ve dalga şekilleri	8
Şekil 3.2. DA-DA dönüştürücü blok şeması	8
Şekil 3.3. Temel bir anahtarlama DA-DA dönüştürücü	9
Şekil 3.4. PWM kontrol sinyalinin üretim blok şeması	10
Şekil 3.5. PWM kontrol sinyalinin üretilmesi	11
Şekil 3.6. Alçaltıcı tip anahtarlama güç kaynağı devre şeması	12
Şekil 3.7. Alçaltıcı tip dönüştürücü dalga şekilleri	13
Şekil 3.8. Yükseltici tipi dönüştürücü devre şeması.....	15
Şekil 3.9. Yükseltici tip dönüştürücü dalga şekilleri	16
Şekil 3.10. Alçaltıcı-Yükseltici tip dönüştürücü devre şeması	17
Şekil 3.11. Alçaltıcı-Yükseltici tipi dönüştürücü dalga şekli	18
Şekil 3.12. Mikrodenetleyici blok şeması	21
Şekil 3.13. PIC 16F628A'nın dış görünüşü	24
Şekil 3.14. Sink ve source akımı	25
Şekil 3.15. PIC besleme gerilimi bağlantısı	25
Şekil 3.16. RC osilatör bağlantı şeması.....	26
Şekil 3.17. XT, HS ve LP osilatör tipleri için bağlantı şeması	26
Şekil 3.18. EC osilatör bağlantı şekli.....	27
Şekil 3.19. PIC 16F628A reset devresi.....	28
Şekil 3.20. IRF 840 sembol ve kılıf gösterimi.....	29
Şekil 3.21. Optik yalıtıcı ve MOSFET sürücü entegre bağlantı devre şeması	29
Şekil 4.1. Suda oluşturulan elektriksel alan	30
Şekil 4.2. Elektrik alan içerisinde bulunan balık	31
Şekil 4.3. Su içerisindeki elektriksel terimler	33
Şekil 4.4. Su içerisindeki elektriksel terimlerin logaritmik ilişki	35
Şekil 4.5. Balığın elektriksel alanda içerisindeki durumu	36
Şekil 4.6. Elektrikli balık bariyer blok şeması	36
Şekil 4.7. Akvaryum düzeneği.....	37
Şekil 4.8. Akvaryum düzenek fotoğrafı	37
Şekil 4.9. MOSFET sürücü katı devre şekli.....	39
Şekil 4.10. MOSFET üzerinden geçen akımlar ve yönleri.....	41
Şekil 4.11. Güç kaynağı devre şekli	42
Şekil 4.12. Güç kaynaklarının bağlantı şekli ve çıkış gerilim değerleri	43
Şekil 4.13. Kare dalga işareti	44
Şekil 4.14. ON/OFF süre belirleyici devre şeması.....	44
Şekil 4.15. ON/OFF süre belirleyici program akış şeması	45
Şekil 4.16. Süre belirleyici minimum zaman ayarı ve osiloskop görüntüsü	46
Şekil 4.17. Süre belirleyici maksimum zaman ayarı ve osiloskop görüntüsü	46
Şekil 5.1. Bariyeri geçen balık sayıları, gerilim ve frekans değerleri.....	48
Şekil 5.2. 20 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları	49
Şekil 5.3. 35 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları	50
Şekil 5.4. 50 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları	51
Şekil 5.5. 20 V, 35 V ve 50 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları.....	52
Şekil 5.6. 20 V,35 V ve 50 V 10 Hz uygulanan gurup sonuçları.....	53
Şekil 5.7. 20 V,35 V ve 50 V 2,5 Hz uygulanan gurup sonuçları.....	54
Şekil 5.8. 20 V,35 V ve 50 V 1,25 Hz uygulanan gurup sonuçları	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Anahtarlamalı DA-DA dönüştürücülerin karşılaştırılması	19
Çizelge 3.2. DA Güç kaynakları karşılaştırması	20
Çizelge 3.3. Kristal frekansına göre kullanılacak kondansatör değerleri	27
Çizelge 3.4. PIC 16F628A'nın özellikleri	28
Çizelge 4.1. Bazı özdirenç ve konduktivite değerleri	32
Çizelge 4.2. Aylara göre göldeki fiziko-kimyasal parametreler	32
Çizelge 4.3. Su içerisindeki elektriksel terimlerin 1. ve 2. hali	34
Çizelge 4.4. 16 °C suda 2,7 mm'lik proplar ile yapılan ölçüm sonuçları	38
Çizelge 4.5. 16,4 °C suda 0,8 mm'lik proplar ile yapılan ölçüm sonuçları	38
Çizelge 4.6. Suya uygulanan ve suda ölçülen gerilim değerleri	39
Çizelge 5.1. Bariyerlerden geçen balık sayısı ve elektriksel değerler	47

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AA	Alternatif akım
A/D	Analog/Dijital
ALU	Aritmetik mantık birimi
CCC	Sürekli akım modu
CMOS	Bütünleyici metal oksit yarı iletken
D	Güç yoğunluğu
DA	Doğru akım
DCM	Süreksiz akım modu
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EC	Elektriksel konduktivite
E_L	Bobinde depolanan enerji
FET	Alan etkili transistör
Hz	Hertz
I	Akım
I_g	Giriş akımı
I_o	Çıkış akımı
J	Akım yoğunluğu
kHz	Kilohertz
L	Direncin boyu
LCD	Likit kristal ekran
m	Metre
mA	Mili amper
MHz	Megahertz
MOSFET	Metal oksit yarı iletken alan etkili transistör
ms	Mili saniye
P	Güç
pF	Pikofarad
P_g	Giriş gücü
PIC	Çevresel arayüz denetleyici
P_o	Çıkış gücü
PWM	Darbe genişlik modülasyonu
R	Direnç
RISC	Azaltılmış komut seti işlemci
s	Saniye
S	Siemens
SMPS	Switch Mode Power Supply (Anahtarlama Güç Kaynağı)
T	Anahtarlama periyodu
t_{off}	Anahtarın kapalı kalma süresi
t_{on}	Anahtarın iletimde kalma süresi
T_s	Anahtarlama periyodu
V	Volt
V_{dc}	Kaynak gerilimi
V_k	Kontrol gerilimi
V_L	Endüktans üzerindeki gerilim
V_{ref}	Referans gerilimi
V_t	Testere dişi şeklindeki gerilim
E	Gerilim değişimi

W	Watt
μA	Mikroamper
μS	Mikro siemens
ρ	Özdirenç
σ	İletkenlik
σ_b	Balığın iletkenliği
σ_s	Suyun iletkenliği
Ω	Ohm

1. GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ve sulu tarımın her geçen yıl daha da genişlemesi suya olan ihtiyacı artırmaktadır. Eğirdir Gölü Türkiye'nin büyüklük olarak dördüncü ve tatlı su açısından ikinci büyük (48.000 hektar) doğal gölüdür. Türkiye'nin büyük tatlı su göllerinden birisi olan Eğirdir Gölü Isparta il sınırları içinde Eğirdir ilçesinin kuzeyinde, kuzey-güney doğrultusunda uzanır ve uzunluğu 58 km'yi bulur. Göl, doğu-batı doğrultusunda 3 km'ye kadar daralır. Kuzey kısmına Hoyran Bölümü, güney kısmına ise Eğirdir Bölümü adı verilse de tamamına Eğirdir Gölü denir. Eğirdir Gölü (38° 15' K-30° 52' D) denizden 917 m yükseklikte, 468 km² yüz ölçümüne sahip ve gölün ortalama derinliği 9-15 m'dir. Gölü besleyen en önemli su girdileri; gölün tabanından kaynaklanan su kaynaklarıdır. Aynı zamanda çevre dağlardan inen ve yağış suları ile beslenen irili ufaklı çok sayıda dere ve çay vardır (Bulut vd., 2009; Wikipedia, 2011).

Eğirdir Gölü; su ürünleri, turizm, sulama ve içme suyu olmak üzere çok yönlü olarak kullanılmaktadır. Eğirdir Gölünden 4760 m uzunluğunda ve 3,5 m çapında Türkiye'nin II. büyük tüneli olarak adlandırılan Tokmacık tüneli ile 7413 hektarlık alan açık kanalet (salma sulama) sistemi ile sulanmaktadır. Ayrıca gölden Harmanönü su alım sistemi ile Isparta ili için, içme-kullanma amaçlı su alımları yapılmaktadır.

Göl çevresinde Devlet Su İşlerine (DSİ) ait 9 adet pompa istasyonu mevcut olup, sadece 2010 yılında sulama amaçlı çekilen su miktarı 125,7 milyon m³ 'tür. Bu 9 adet pompa istasyonundan Bedre-I istasyonu toplam çekilen su miktarının % 39,4'ünü çekerek birinci sırada yer almaktadır. Bedre-I'i % 20,5 ile Gençali ve % 17,25 ile Gelendost-I takip etmektedir.

Eğirdir gölünde çeşitli göz açıklığına sahip uzatma ağlar ile yakalanan balıkların % 55,4'ü Gümüşi Havuz Balığı (Carassius gibelio), % 25,9'u Phoxinellus eğirdir'i ve % 2,2'si dişli sazancık (P. parva) tır. Eğirdir gölü pompa istasyonları tarafından 2010 yılında toplam 2.642.000 yavru balık çekilmiştir. Bu balıkların

2.535.000'i küçük kaya balığı (*K. caucasica*), 89.450'si sazan balıkları, 9.978'i çöpçü balığı (*Nemacheilus* sp.) ve 6.734'ü yengeçlerden (*P. potamios*) oluşmaktadır. Sulama pompalarının çıkış kanallarında yakalanan balıkların % 51,15'i dişli sazancık, % 20,87'si küçük kaya balığı ve % 14,21'i yengeçlerden oluşmaktadır. Sulama pompalarının çıkış kanalındaki ölen balıkların % 95,98'si küçük kaya balığı, % 3,39'u sazan balıkları ve % 0,38'i çöpçü balıklarıdır. Ölen veya sulama kanallarına geçen balıklara bakıldığında ekonomik önemi olmayan türler daha çok olduğu görülmektedir fakat bu türler besin zincirinde gölde ekonomik önemi olan etobur özellikle sudak balıkların yemi olduğu görülmektedir (Uysal ve Bolat, 2010).

Balık engelleme sistemleri fiziksel engeller ve fiziksel olmayan engeller olarak ikiye ayrılır. Fiziksel olmayan engeller olarak; Hava kabarcıklı bariyer, Elektrikli bariyer, Işıklı bariyer, Akustik engeller ve Karma (kombine) bariyer sistemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışma Türkiye'de bu konuda yapılan ilk tez çalışması olması nedeniyle Türk araştırmacıların konu ile ilgili bilgilendirilmesi sağlanacaktır. Çalışmada; Eğirdir gölünden su çekimi esnasında balıkları su pompalarının su çekim noktalarından uzaklaştırarak pompalar tarafından çekilmelerini önlemek için bir elektrikli balık bariyeri tasarlanmış ve laboratuvar şartlarında denenmiştir. Geliştirilen sistem akvaryum düzeneği, MOSFET sürücü katı, güç kaynağı katı ve on/off süre belirleyici kat olmak üzere dört temel kısımdan oluşmaktadır. Sistemde DA, kare dalga halinde bariyerlere uygulanmıştır. Kullanıcı on/off süre belirleyici kısmı kullanarak on ve off süreleri birbirinden bağımsız olarak 1 ms ile 1000 ms arasında değişebilen kare dalgalar oluşturabilmektedir.

Bu tezin 2. bölümünde literatür taraması yapılmıştır. 3. bölümünde güç kaynakları ve mikrodenetleyicilere değinilmiştir. Balık yönlendirme sistemleri, gerçekleştirilen sistem ve sistem katlarına ilişkin bilgiler 4. bölümde yer verilmiştir. 5. bölümde yapılan deneysel çalışmanın bulguları incelenmiştir. Tezin son bölümünde ise elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Smith (1991), Turistik sahil bölgelerinde yüzen insanların güvenliğini sağlamak amacı ile köpek balıklarını plajlardan uzak tutmak için uzatma ağları ile alınan önlemler, saldırgan köpek balıkları ile beraber saldırgan olmayan köpek balıklarının ve deniz turizmi için önemli olan yunus ve diğer canlıların ağlara takılarak hayatlarını kaybetmelerine sebep olmuştur. Smith uzatma ağları kullanmadan köpek balıklarını sahillerden uzaklaştırabilmek için elektrik kullanarak deneyler yapmış, geliştirdiği sistemde; 13,7 m boyunda 9,1 m eninde 3 m derinlikte bir tank içerisine deniz suyu doldurulmuş ve ortasına elektrotlar yerleştirilerek su içerisinde 7 V/m ile 10 V/m aralığında elektriksel alan oluşturmuştur. Deneylerde 34 adet köpek balığı ve üç fazlı bir adet 100 kW güç kaynağı kullanılmıştır. Yapılan deneylerde 0,75 m boyunda bir Esmer Köpekbalığı (*Carcharhinus Obscurus*) etkilemek için minimum 6 V/m gerilim ve saniyede 16 tane 0,8 ms sinüs palsi olması gerektiğini tespit etmiştir.

Kolz ve Johnson (1995), Kunduz, ördek ve kazları belirli bir bölgeden uzak tutmak için elektroşok cihazı geliştirmişlerdir. Bu cihaz sensör, güvenlik kontrol, kontrol anahtarı, AA inverter, ışık sensörü, iki adet elektrot ve şarj edilebilir 12 V bataryadan oluşmaktadır. Elektro şok cihazı 200 W gücünde ve 120 V gerilim üretebilmektedir. Sistemde hareket sensörü otuz saniye boyunca hareket algılayınca çalışmakta ve proplara enerji vermektedir. Bu sayede bataryanın uzun süre kullanımı sağlanmıştır. Canlıların uzun süre elektroşoka maruz kalmamaları için sistemdeki güvenlik kontrol kısmı, proplara enerji verildikten iki dakika sonra proplardaki enerjiyi kesmekte otuz saniye sonra sistem tekrar kullanıma hazır hale gelmektedir. Yapılan sistem ile kunduz, ördek ve kazlara zarar vermeden belirlenen alan dışında tutma işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Özbilgin vd. (2004), Balıkların yüzme şekilleri, yüzmeyi sağlayan kasların yapısı, yüzme seviyeleri, yüzme hızına etki eden önemli faktörler ve bu bilgilere dayanarak seçici ve iş gücü bakımından kolaylıklar sağlayabilecek bir trol ağı torba yapısı üzerine yaptıkları çalışmada, ılıman su ortamında yaşayan küçük

bir balığın birim zamanda boy olarak yüzebildiği hızın, aynı türün daha soğuk bir ortamda yaşayan daha büyük bireylerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar her 10 cm'lik boy artışının balığın birim zamanda boy cinsinden hızını yaklaşık %10-15 azalttığını göstermektedir. Yüzme hızı boy cinsinden değil de birim zamanda yüzülen mesafe ya da sabit hızla hareket eden bir av aracının önünde sürülme olarak değerlendirildiğinde büyük balıkların küçüklere nazaran yüzme sürekliliklerinin daha uzun olduğu görülmüştür.

Mcinerney vd. (2005), Chicago Sanitary gemi kanalındaki elektrikli balık bariyeri, Asya sazanı gibi diğer türlere zarar veren istenmeyen türlerin geçişini engellemek için oluşturulmuştur. Oluşturulan düzenekte su akışına dik olarak iki adet elektrot yerleştirilmiş ve elektrotlara elektrik 4 ms lik 5 Hz (%2 doluluk oranı) palsler halinde uygulanmıştır. Yapılan deneylerde balıkların bariyeri geçmeyi deneyip daha sonra geri döndükleri gözlemlenmiştir.

Lambooij vd. (2006), Afrika yayın balığına tatlı suda elektrik uyguladıktan ve buzlu su içerisine koyduktan sonra beyin ve kalp aktivitelerini ölçerek balıkta duyarlılık ve bilinç kaybını değerlendirmişlerdir. Balıklarda bilinç kaybı oluşturabilmek için gerekli minimum akım, tatlı su ile doldurulmuş bir tank içinde iki tabaka halindeki elektrotların arasına balıkları birer birer yerleştirerek uygulanmış. Bu değer 876 μ S su iletkenliğinde $1,60 \pm 0,11$ A/dm² (50 Hz AA) şartlarında %95 güvenilirlikle bütün yayın balıklarının %88'ni sersemletmiştir. Yapılan deneylerde afrika yayın balığına elektrik uygulanarak veya buzlu su içerisine konularak bilinç kaybı ve duyarlılığın azaltılabileceği görülmüş, fakat elektriksel metodun daha hızlı bir metot olduğu tespit edilmiştir.

Huveneers vd. (2012), Köpek balığı saldırılarının nadir olmakla birlikte Avustralya'da son yıllarda %6,5 tan %15'e çıktığını, saldırılar sonucu ise ciddi yaralanmaların olduğunu ve köpek balığı saldırı riskini azaltmak için en popüler kişisel koruyucu cihazlardan birinin Shark Shield Pty Ltd şirketinin ürettiği Shark Shield ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Bu firmanın ürettiği Shark Shield

Freedom 7 ürününü kullanarak Avustralya'da Seal ve Neptune adaları yakınında suyun 50 cm altında hareket etmeyen bir yem, 150 cm aşağıda Shark Shield Freedom 7 cihazı ve 550 cm aşağıya da bir kamera koyarak beyaz köpekbalığı davranışlarını incelemişlerdir. Yapılan 116 çalışmada cihazın beyaz köpek balığı davranışlarını etkilediğini ama her durumda caydırma ve püskürtmenin olmadığını tespit etmişlerdir.

Erikson vd. (2012), Çiftliklerde yetiştirilen Atlantik morina balığının işlenmeden önce bayıltmak için kullanılan metotlardan birinin elektrik akımı vermek olduğunu ancak bu metodun değerlendirme sonuçlarının elektrik parametrelerin anlık bir baygınlığa ulaştırmak için optimize edilmesi gerektiğini göstermiştir. Veriler atlantik morina balığının anlık baygınlığı için gerekli akımın $0,5+0,2 A_{rms}$ ve gerilimin $0,5$ sn $107 V_{rms}$ olması gerektiğini göstermiştir. Balığın daha uzun bir süre (15 sn) aynı elektrige maruz kalması durumunda ölümüne sebep olacağı anlaşılmıştır.

Anonim (2013), Balık ve Balıkçılık dergisi 9. sayısında Robert B. Houston'un yazdığı Alman Elektrikli Balık Ağı adlı yazıda; Alman elektrikli balık ağını keşfeden fizikçi Kondrad Kreutzer yaptığı deneylerde ticari değere sahip balık cinslerinde kuyruk ve baş kısımlarına $0,5 V$ ile $1,5 V$ gerilim uygulandığında balık için elektro-narkoz yani balıkta baygınlık hali olduğu daha büyük gerilimlerde ise balıkların öldüklerini görmüştür. Kreutzer suya iki elektrot daldırıp balıklar için öldürücü olmayan gerilim uygulandığında balıkların anota doğru geleceği ve böylece elektrik ile balık yakalanabileceği hükmüne varmıştır. Anota, en büyük ve en küçük voltaj değerini uygulamıştır. En büyük voltaj değerini 2 ms frekansını da balığın cinsine ve şekline bağlı olarak saniyede 2 ile 20 arasında seçmiştir. Kuyruğunu hızlı hareket ettirebilen küçük balıkları hareketli halde iken yakalaya bilmek için frekansı yüksek almıştır. Yapılan çalışmalarda $100 m^2$ lik bir elektrikli ağın $1000 m^2$ lik normal bir ağı kadar etkili olduğu görülmüştür. Normal ağların büyük balıkların yanı sıra ticari olmayan küçük balıkları da yakalayıp bunların limana götürülünceye kadar ölmeleri balık popülasyonları için istenmeyen bir durum olduğu ve bunun elektrikli balık ağı ile önlenebileceği belirtilmiştir.

3. GÜÇ KAYNAKLARI VE MİKRODENETLEYİCİLER

Girişine uygulanan alternatif akımı (AA) elektrik ve elektronik devrelerin çalıştırılabilmesi için çeşitli seviyelerde doğru akıma (DA) çeviren elektriksel devrelere elektrik güç kaynağı denir. Bu kaynakların yaygın olmasının başlıca nedeni konutlara ve endüstriye iletilen gücün AA şeklinde olmasıdır.

Anahtarlamalı güç kaynakları (SMPS), güç elektroniğinin endüstrideki en önemli ve yaygın uygulamalarından birisi olup; çıkışında düzgün, sabit ya da ayarlanabilen DA sağlayan cihazlardır (Bodur, 2010). Elektronikte modern cihazların gelişmesi, sayısal sistemlerin boyutlarının küçülmesi ve daha az güç kaybı ile beraber daha büyük akım sağlamaları nedeni ile anahtarlamalı güç kaynakları lineer (doğrusal) tiplerin yerine tercih edilmektedir. Günümüzde anahtarlamalı güç kaynakları elektronik cihazlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Televizyon, bilgisayar, kaynak makinesi, kamera, taşınabilir bilgisayarlar, mobil telefonlar ve benzeri tüketici elektroniği ürünlerinde de anahtarlamalı güç kaynakları kullanımı çok yaygındır.

Bir uygulamada anahtarlamalı güç kaynağı mı yoksa lineer güç kaynağı mı kullanılmasının uygun olacağını belirleyen en önemli etken uygulamanın ihtiyaçlarıdır. Lineer ve anahtarlamalı güç kaynaklarının her ikisi de uygulamada belirli noktalarda farklı özelliklere sahiptirler. Bu nedenle en uygun güç kaynağını seçmek için öncelikle maliyet ve elektriksel verileri analiz etmek gerekmektedir (Brown, 1990).

Anahtarlamalı güç kaynaklarının lineer güç kaynaklarına göre önemli ölçüde üstünlükleri vardır. Teorik olarak anahtarlamalı güç kaynakları enerji kayıpsız çalışırlar ve pratikteki verimleri %70 ile %95 arasında değişir. Ayrıca düşük sıcaklık ve yüksek güvenilirlikte çalışmaktadırlar. En önemli avantajları ise yüksek frekansta çalışmalarıdır. Bu nedenle hafif ve küçük boyutlu malzemeler ile gerçekleştirilebilirler. Bu özelliklerinden dolayı diğer tip güç kaynaklarına göre daha ucuz, verimli, hafif ve az yer kaplarlar.

Genel olarak anahtarlama güç kaynakları ile lineer güç kaynaklarının çalışma ilkeleri aynıdır; şebekeden yüksek frekansta çalışan elektronik bir anahtar ile enerji paketini alır ve çıkışa yansıtırlar. Anahtarlama elemanının frekansına ve anahtar oranına bağlı olarak çıkış gerilimi değiştirilir ve sabit olması sağlanır. İstenen performansa bağlı olarak çalışma frekansları 20 ile 100 kHz arasında değişmektedir. Anahtarın iletimde ve kesimde olduğu süre ilişkisi ortalama enerji akışını belirlemektedir. Genellikle anahtarlama güç kaynaklarının çıkışına düzensiz enerji akışını düzgünleştirmek için alçak geçiren filtre konulmaktadır.

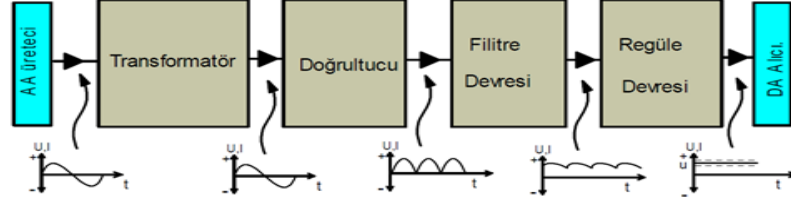
Endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan güç kaynaklarından istenen özellikler aşağıdaki gibi sıralana bilinir:

- Kaynak ve yük arasında yalıtım
- Küçültülmüş boyut ve ağırlık için yüksek güç yoğunluğu
- Güç akışının kontrollü yönü
- Yüksek dönüşüm verimi
- Kaynak bir AA gerilim ise güç faktörünün kontrolü (Gürdal, 2000)

Muhtelif amaçlarla ve endüstride yaygın olarak kullanılan güç kaynaklarının, bu özelliklerden olabildiğince fazlasına sahip olması istenir.

3.1. Lineer Güç Kaynakları

Lineer güç kaynakları ile genelde düzgün bir çıkış gerilimi sağlanabilir. Verimleri düşüktür ve pahalı soğutma elemanlarına ile soğutma fanlarına ihtiyaç duyarlar. Lineer güç kaynakları çalışma frekansları düşük olması nedeni ile ağır ve hantaldırlar. Bugünün elektronik sistemlerinin ihtiyaçlarını karşılamaya uygun değildir.

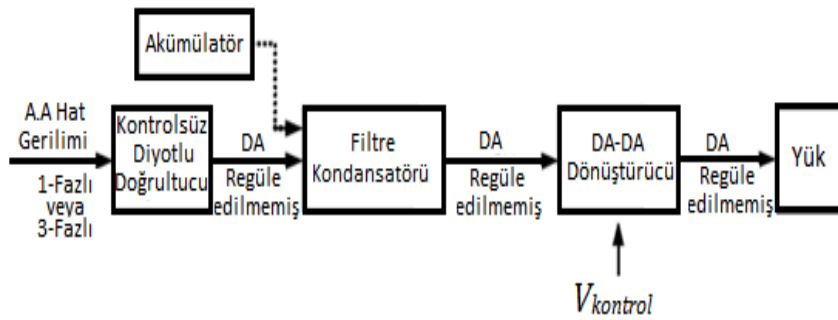


Şekil 3.1. Lineer güç kaynağı blok şeması ve dalga şekilleri

Lineer güç kaynaklarına ait blok diyagramı Şekil 3.1’de verilmiştir. Girişinde 50 Hz lik düşük frekanslı bir güç transformatörü bulunur. Şebeke gerilimi, 50 Hz frekansında çalışan bu transformatörler ile istenilen gerilim seviyesine dönüştürülür. Transformatörden alınan AA doğrultucuda doğrultulup, daha sonra filtre devresine uygulanır. Filtre devresi doğrultucu çıkışındaki salınımlı DA’yı filtre ederek düzgünleştirir. Uygulamada filtre devresi olarak kondansatör ve bobin kullanılır. Regüle devreleri kararlı ve düzgün bir DA oluşturur. Uygulamada kullanılan regülebli güç kaynaklarında regüle edici olarak zener diyotlu ya da regülatör entegreli devreler kullanılmaktadır.

3.2. Anahtarlamalı Güç Kaynakları

Anahtarlamalı güç kaynakları girişinde, hat gerilimlerinin doğrultulmasıyla elde edilmiş ve genellikle ayarsız doğru gerilim bulunmaktadır. Anahtarlamalı DA-DA dönüştürücüler, ayarsız DA girişi, istenilen gerilim kademesinde, kontrollü doğru akım çıkışı elde etmek için kullanılırlar. Şekil 3.2’de temel yapıda DA-DA dönüştürücü blok şeması verilmiştir (Mohan vd., 2003).



Şekil 3.2. DA-DA dönüştürücü blok şeması

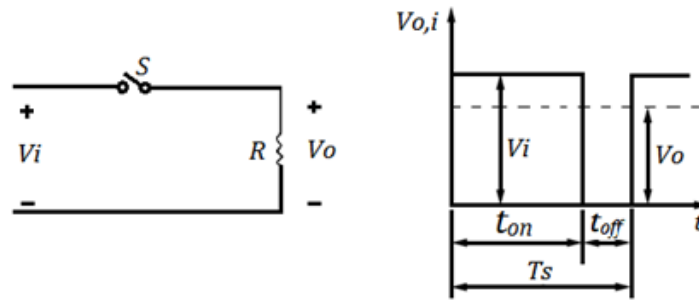
DA-DA dönüştürücü çeşitleri;

1. Alçaltıcı tip (Buck) dönüştürücü
2. Yükseltici tip (Boost) dönüştürücü
3. Alçaltıcı- yükseltici tip (Buck-Boost) dönüştürücü
4. Cuk dönüştürücü
5. Tam köprü dönüştürücü

Bu dönüştürücüler arasında yalnızca alçaltıcı ve yükseltici dönüştürücüler temel dönüştürücü yapılarıdır. Alçaltıcı-yükseltici tip ile cuk dönüştürücü bu iki temel yapının birleşimidir. Tam köprü dönüştürücü ise alçaltıcı tip dönüştürücüden türetilmiştir.

3.3. Anahtarlamalı Güç Kaynaklarının Kontrolü

Anahtarlamalı güç kaynaklarında (SMPS) çıkış gerilimi öyle kontrol edilmelidir ki, giriş gerilimi veya çıkış yükü değişse bile çıkış geriliminin ortalaması istenen değerde olmalıdır. SMPS’de belli değerdeki bir DA daha düşük ya da daha yüksek bir DA’ya dönüştürmek için bir ya da daha fazla anahtar kullanır. Bir SMPS ye verilen bir giriş gerilimi değeri için çıkış gerilimi güç anahtarlarının iletimde ve kesimde olduğu sürelerin kontrol edilmesiyle ayarlanır. Şekil 3.3’de temel bir SPMS devresi gösterilmiştir.



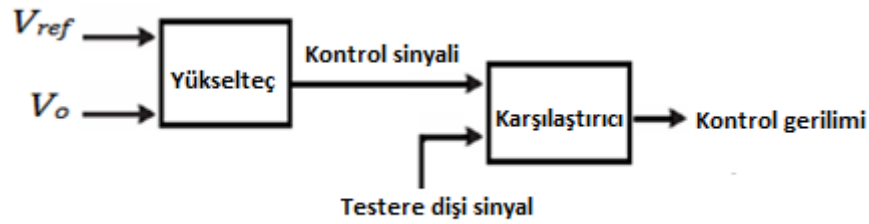
Şekil 3.3. Temel bir anahtarlamalı DA-DA dönüştürücü

Çıkış geriliminin (V_o) ortalama değeri Şekil 3.3’de görüldüğü gibi anahtarın iletimde kalma süresi (t_{on}) ve anahtarın kapalı kalma süresine (t_{off}) bağlıdır. Çıkış gerilimini kontrol etme yöntemlerinden biri anahtarlamayı sabit frekansta yapmak (böylece anahtarlama periyodu da sabit olur; $T_s = t_{on} + t_{off}$) ve anahtarın iletimde kalma zamanını ayarlayarak ortalama çıkış gerilimini kontrol

etmektedir. Çok tercih edilen ve endüstride yaygın olarak kullanılan PWM (Pulse Width Modulation-Darbe Genişlik Modülasyonu) yönteminde, anahtarın çalışma oranını ifade eden bağıl iletim süresi değiştirilir. Bağıl iletim süresi, anahtarın iletimde olduğu sürenin, anahtarlama periyoduna oranıdır. Bağıl iletim süresinin kontrolü ile DA çıkış geriliminin ayarlanması ve bu gerilimin, kaynak gerilimi ile yük akımındaki değişmelere karşı regüle edilmesi sağlanmaktadır (Mohan vd., 2003).

$$D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} = \frac{t_{on}}{T_s} \quad 0 < D < 1 \quad (3.1)$$

Denklem 3.1’de, D bağıl iletim süresi, t_{on} anahtarın iletimde olma süresi, t_{off} anahtarın kesimde olma süresi, T_s anahtarlama periyodunu temsil etmektedir. Güç anahtarı için kontrol sinyalinin elde edilmesi Şekil 3.4’de verilmiştir.

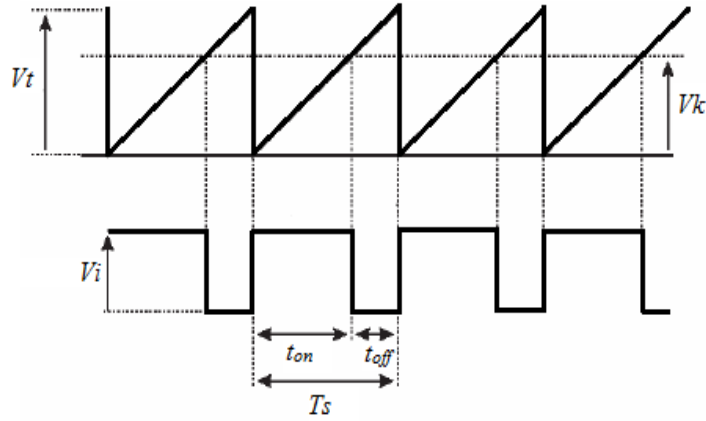


Şekil 3.4. PWM kontrol sinyalinin üretim blok şeması

PWM tekniğinde, istenen bir referans gerilimi (V_{ref}) ile çıkıştan alınan geri besleme geriliminin farkını bulunarak, bu farkı güçlendiren bir yükselteçten geçirilir ve böylece kontrol sinyali (V_k) elde edilir. Kontrol sinyali ise istenen frekansta testere dişi şeklindeki bir sinyal ile (V_t), çıkışına lojik 1 ya da lojik 0 veren bir karşılaştırıcı devresi ile karşılaştırılır ve bu karşılaştırma işlemi sonucunda güç anahtarı kontrol gerilimini üretilir.

Tepe değeri sabit olan testere dişi şeklindeki periyodik dalganın frekansı anahtarlama frekansını belirler. PWM kontrolde bu frekans sabit tutularak bir kaç kHz ile MHz’ler arasındaki bir değere ayarlanabilir. Bağıl iletim süresini

(D) belirleyen ise kontrol gerilimidir. Şekil 3.5’de kontrolün nasıl sağlandığı prensip olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.5. PWM kontrol sinyalinin üretilmesi

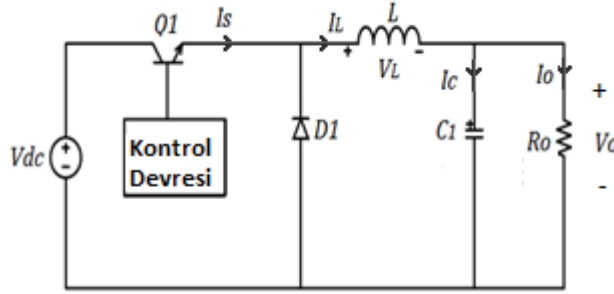
Anahtarlama zamanı ile karşılaştırıldığında oldukça yavaş değişen yükseltilmiş kontrol gerilimi, testere dişi dalganın genliğinden büyük olduğu zaman, güç anahtarı kontrol sinyali üretilerek anahtarın iletme sokulması sağlanır. Aksi durumda anahtar kesimdedir.

DA-DA dönüştürücüler, çalışma sırasında iki farklı durumda olabilirler. Bunlar sürekli akım modu (CCM- Continuous Current Mode) ve süreksiz akım modu (DCM- Discontinuous Current Mode). Uygulamada bir dönüştürücü, birbirinden oldukça farklı özellikteki bu iki durumda da çalışabilir. Bu nedenle, dönüştürücü ve kontrol devresi bu iki çalışma durumu dikkate alınarak tasarlanmalıdır (Mohan vd., 2003).

3.3.1. Alçaltıcı tip (Buck) dönüştürücü

Alçaltıcı tip anahtarlama güç kaynaklarının devre şeması Şekil 3.6’da gösterilmiştir. Alçaltıcı tip dönüştürücü giriş geriliminden daha düşük bir çıkış gerilimi üretir. Temel uygulama alanları, ayarlı güç kaynakları ile DA motor hız kontrolüdür. Alçaltıcı tip dönüştürücülerin genel olarak çalışma şekli DA giriş gerilimine seri bağlı olan Q_1 transistörünün girişine uygulanır. Q_1 transistörü periyodik olarak açılır ve kapatılır transistör iletimde olduğu sürede Şekil 3.6’daki D_1 diyotu ters kutuplanır, giriş devresi yükü ve endüktansı besler.

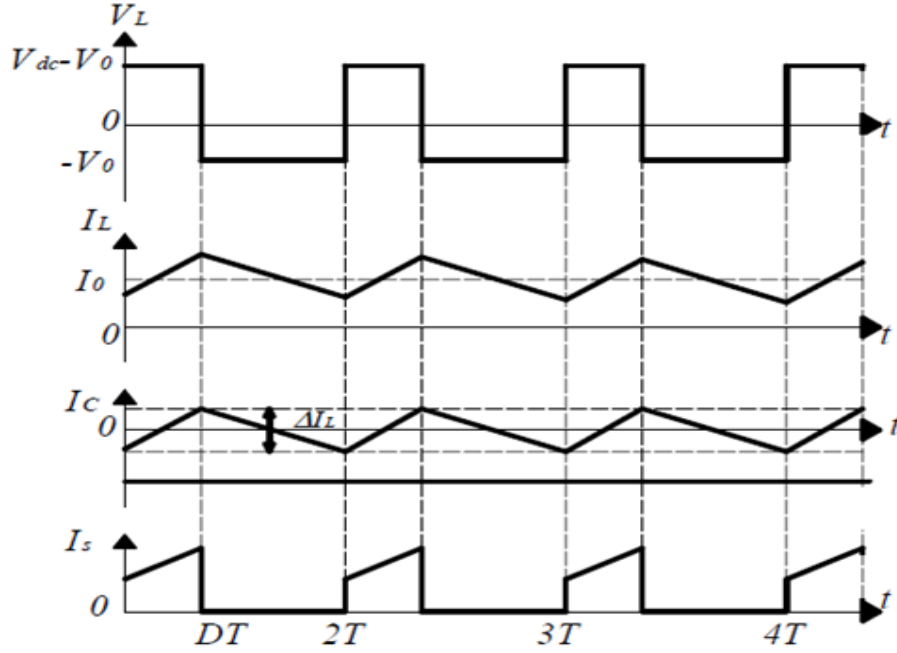
Transistör kesime geçtiğinde ise, endüktansın üzerinde birikmiş olan enerji diyot üzerinden geçerek yükü besler. Çıkış gerilimi, sıfır ile kaynak (V_{dc}) arasında dalgalanır. Bu tip anahtarlamalı güç kaynaklarının iç kayıpları az olduğundan dolayı verimleri yüksektir. Dezavantajı ise çıkış yükünün endüktif olduğu durumlarda transistör üzerinde gerilim baskısı oluşturmasıdır (Mohan vd., 2003).



Şekil 3.6. Alçaltıcı tip anahtarlamalı güç kaynağı devre şeması

İndüktör ve kapasitör, çıkış geriliminin sadece sınırlı bir dalgacıkta kalmasını sağlayan bir düzeltme hareketi meydana getirirler ve yükün durumuna bağlı olarak gereken filtre işlemini sağlarlar. Devredeki indüktans yeteri kadar büyükse, indüktör akımı asla sıfır olmaz ve bu mod sürekli indüktör akımı olarak tanımlanır. Eğer indüktans küçükse, her yarım dalganın bir kısmında indüktör akımı sıfır olur ve bu mod süreksiz indüktör akımı olarak adlandırılır (Gürdal, 2000).

Şekil 3.6'da bobin akımı süreklidir ($I_{L(t)} > 0$). Anahtar iletimde kaldığı T_{on} süresi boyunca, anahtar endüktans akımını iletir ve diyot ters kutuplanır. Endüktans üzerinde $V_L = V_{DC} - V_0$ pozitif gerilim oluşmasına sebep olur. Bu gerilim, I_L endüktans akımının doğrusal olarak artmasını sağlar. Anahtar kesime geçtiğinde endüktans üzerinde birikmiş enerji nedeni ile I_L akımı diyot üzerinden akmaya devam eder ve $V_L = -V_0$ olur. Şekil 3.7'de alçaltıcı tip dönüştürücü sürekli iletim modu için dalga şekilleri verilmiştir. I_L sürekli, V_{dc} , V_0 ve I_0 sabit kabul edilmiştir.



Şekil 3.7. Alçaltıcı tip dönüştürücü dalga şekilleri

Sürekli çalışma durumunda dalga şekli bir periyottan diğerine tekrar etmek ve bir periyotta endüktans üzerindeki ortalama gerilim sıfır olmak zorundadır. $T=T_{on}+T_{off}$ olduğundan;

$$\int_0^T V_L dt = \int_0^{T_{on}} V_L dt + \int_{T_{on}}^T V_L dt = 0 \quad (3.2)$$

Bir periyot boyunca integral sıfıra eşittir. Denklem 3.2'de, V_L endüktans üzerindeki gerilimi, T anahtarlama periyodunu temsil etmektedir.

$$(V_{dc} - V_0)T_{on} = V_0(T - T_{on}) \quad (3.3)$$

Denklem 3.3'te V_{dc} kaynak gerilimini, V_0 çıkış gerilimini temsil etmektedir. Bağlı iletim süresi;

$$\frac{V_0}{V_{dc}} = \frac{T_{on}}{T} = D \quad (3.4)$$

$$P_g = P_0 \quad (3.5)$$

Denklem 3.5'te, P_g giriş gücü, P_0 çıkış gücünü temsil etmektedir.

$$V_{dc} \cdot I_g = V_0 \cdot I_0 \quad (3.6)$$

Denklem 3.6'da, I_g giriş akımı, I_0 çıkış akımını temsil etmektedir.

$$\frac{I_0}{I_g} = \frac{V_{dc}}{V_0} = \frac{1}{D} \quad (3.7)$$

3.3.2. Yükseltici tip (Boost) dönüştürücü

Yükseltici tip dönüştürücü, düşük bir giriş geriliminden yüksek bir çıkış gerilimi elde etmek için kullanılır. Şekil 3.8'de yükseltici tipi dönüştürücü devre şeması verilmiştir. Şekilde L bobini giriş gerilimi ile anahtar arasında seri bağlıdır. Anahtar iletme geçtiği zaman diyot ters kutuplanır ve akım endüktans üzerinde doğrusal olarak artmaya başlar (Mohan vd., 2003).

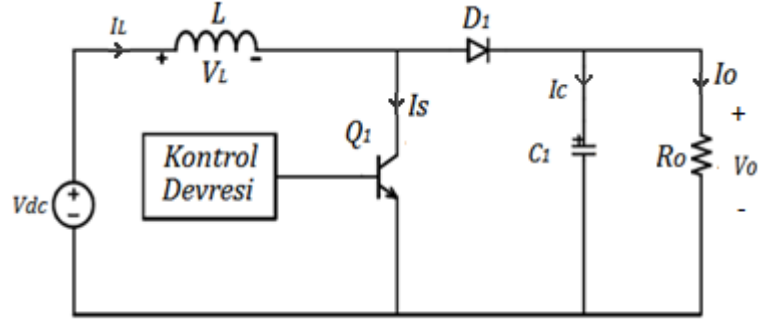
Bu durumda akım;

$$I_L = \frac{V_{dc} \cdot T_{on}}{L} \quad (3.8)$$

Denklem 3.8'de, I_L bobin akımını, L bobini temsil etmektedir. Bu akım Denklem 3.9'daki E_L kadar enerji depolar.

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (I_L)^2 \quad (3.9)$$

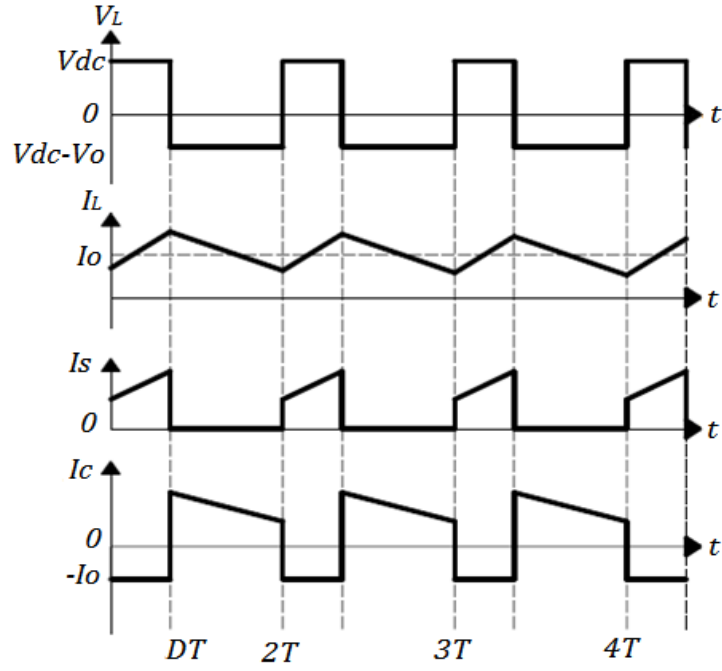
Denklem 3.9'da E_L bobinde depolanan enerjiyi temsil etmektedir.



Şekil 3.8. Yükseltici tipi dönüştürücü devre şeması

Anahtar iletimde olduğu sürede yük akımı C_1 kondansatörü tarafından sağlanır. Anahtar iletim süresi boyunca (T_{on}) yük akımını, minimum gerilim azalması sağlayacak şekilde kondansatör seçilmelidir. Anahtar kesime geçerken endüktans üzerindeki akım sabit duruma gelir ve endüktans gerilimi yön değiştirir. Böylece giriş gerilimi ile endüktans üzerindeki gerilim diyot yardımıyla kondansatörü şarj eder ve yükü besler. Yükseltici tip dönüştürücü genelde düşük güç (<10W) seviyelerinde kullanılır. Genel kullanım alanı bilgisayarda bulunan 5 V gerilim seviyesini amplifikatörler için gerekli olan 12 V veya 15 V gerilim elde etmektir.

Sürekli akım, durumu endüktans akımının sürekli olduğu durumdur. Bobin akımı sürekli olarak akmaktadır ($I_{L(t)} > 0$). Sürekli durum için dalga şekilleri Şekil 3.9'de gösterilmiştir. Sürekli çalışma durumunda endüktans üzerindeki gerilimin bir periyot boyunca integrali sıfır olmalıdır (Rashid, 2001; Mohan vd., 2003).



Şekil 3.9. Yükseltici tip dönüştürücü dalga şekilleri

$$V_{dc} \cdot T_{on} + (V_{dc} - V_o) \cdot T_{off} = 0 \quad (3.10)$$

$$\frac{V_o}{V_{dc}} = \frac{T}{T_{off}} = \frac{1}{1 - D} \quad (3.11)$$

Şekil 3.8'de devre kayıpları ihmal edildiğinde $P_g = P_o \rightarrow V_{dc} \cdot I_g = V_o \cdot I_o$

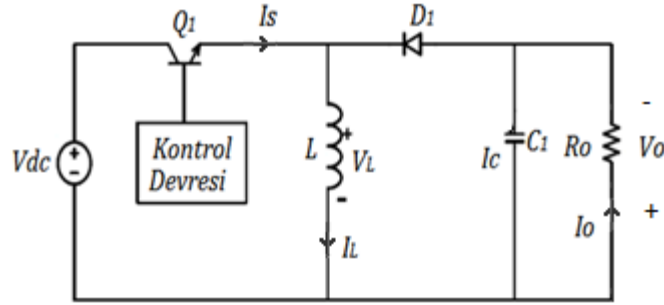
$$\frac{I_o}{I_g} = 1 - D \quad \text{elde edilir.} \quad (3.12)$$

3.3.3. Alçaltıcı -Yükseltici tip (Buck-Boost) dönüştürücü

Alçaltıcı-yükseltici tip dönüştürücüye ait devre Şekil 3.10'da verilmiştir. Alçaltıcı- yükseltici tip dönüştürücüde çıkış gerilimi giriş gerilimine göre ters polariteye sahiptir. Bu nedenle ters polarite çıkışlı dönüştürücüde denmektedir. Bu tip dönüştürücüler, DA güç kaynaklarının regülasyonunda, giriş voltajının ortak terminaline göre çıkışın negatif kutuplu olması istenildiğinde ve çıkış voltajının giriş voltajından daha az veya daha fazla olabileceği yerlerde kullanılır. Bu dönüştürücüler, alçaltıcı ve yükseltici tipi iki dönüştürücünün art

arda bağlanmasıyla elde edilebilir. Sürekli akım modunda durumda çıkış gerilimi iki dönüştürücünün çevirme oranlarının çarpımına eşittir (Denklem 3.13). Şekil 3.10'daki devrede anahtar kesintili iletim modunda çalışmaktadır. Anahtarın iletim süresi kısa tutulduğunda bobinin üzerine aldığı enerji düşük olduğundan devre alçaltıcı tip olarak çalışacaktır. Anahtarın iletim süresi uzun tutulduğunda bobin daha çok yüklenecek ve kondansatör üzerindeki gerilim V_{dc} gerilimine eşitlenecektir. Bu anahtarlardan dolayı bobin üzerindeki sıçrama gerilimleriyle de kondansatör V_{dc} geriliminden daha yüksek değerlere ulaşacaktır (Mohan vd., 2003; Akdere, 2006).

$$\frac{V_0}{V_{dc}} = D \frac{1}{1 - D} \quad (3.13)$$



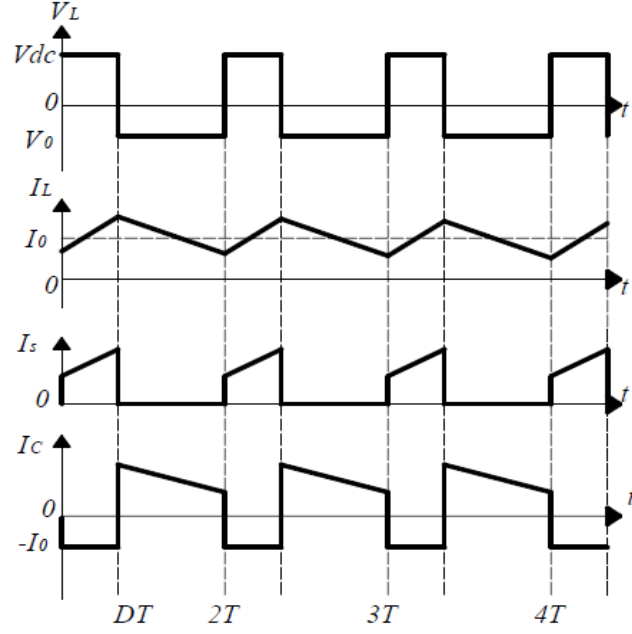
Şekil 3.10. Alçaltıcı-Yükseltici tip dönüştürücü devre şeması

Endüktans akımı sürekli ve dalga şekilleri Şekil 3.11'de verilmiştir. Endüktans üzerindeki gerilim bir periyot boyunca integrali sıfıra eşit olacağından;

$$V_{dc} \cdot D \cdot T + (-V_0)(1 - D)T = 0 \quad (3.14)$$

$$\frac{V_0}{V_{dc}} = \frac{D}{1 - D} \quad (3.15)$$

$$\frac{I_0}{I_g} = \frac{1 - D}{D} \text{ bulunur.} \quad (3.16)$$



Şekil 3.11. Alçaltıcı-Yükseltici tipi dönüştürücü dalga şekli

3.3.4. Anahtarlamalı güç kaynaklarının karşılaştırılması

Çizelge 3.1'de anahtarlamalı güç kaynaklarının karşılaştırılması verilmiştir. Anahtarlamalı güç kaynağı seçiminde, öncelikle istenen çıkış gerilimi aralığıdır. Giriş ve çıkış akımlarındaki dalgalanma miktarları da dikkate alınmalıdır. Ayrıca, yükseltici ve alçaltıcı-yükseltici tip dönüştürücüler, özellikle belirli ve sabit yükler için düşünülmelidir. Bu dönüştürücüler, güç elemanlarının gerilim değerlerine göre bir maksimum DA çıkış gerilimi belirlenmeli ve bu değer denetlenmelidir. Çıkış geriliminin aşırı değerler alması nedeniyle, bu dönüştürücüler boşa çalışma özelliğine sahip değildirler (Bodur, 2010).

Çizelge 3.1. Anahtarlamalı DA-DA dönüştürücülerin karşılaştırılması

Karşılaştırma Konusu	Alçaltıcı tip (Buck) Dönüştürücüler	Yükseltici (Boost) Dönüştürücüler	Alçaltıcı-Yükseltici (Buck-Boost) Dönüştürücüler
T_{on} aralığında çalışma	V_{dc} çıkışı besler. V_{dc} , L'ye ilave bir enerji ekler.	V_{dc} , L'ye ilave bir enerji ekler. C yükü besler.	V_{dc} , L'ye ilave bir enerji ekler. C yükü besler.
T_{off} aralığında çalışma	L'deki ilave enerji çıkışa aktarılır.	V_{dc} çıkışı besler. L'deki ilave enerji çıkışa aktarılır.	L'deki ilave enerji çıkışa aktarılır.
V_0 çıkış gerilimi	DV_{dc}	$\frac{1}{1-D}V_{dc}$	$\frac{D}{1-D}V_{dc}$
I_g giriş akımı	DI_0	$\frac{1}{1-D}I_0$	$\frac{D}{1-D}I_0$
V_0 kontrol aralığı	0 ile V_{dc}	V_{dc} ile V_{maks}	-(0 ile V_{maks})
Güç elemanlarının maruz kaldığı gerilim	V_{dc}	V_0	$V_{dc} + V_0$
I_L endüktans akımı	I_0	I_g	$I_g + I_0$
I_g 'deki dalgalanma	Büyük	Çok küçük	Büyük
I_0 'daki dalgalanma	Çok küçük	Büyük	Büyük
V_0 'daki dalgalanma	Çok küçük	Büyük	Büyük
V_0 'ın yönü	Pozitif	Pozitif	Negatif
Boşta çalışma özelliği	Var	Yok	Yok

3.4. Lineer ve Anahtarlamalı Güç Kaynaklarının Karşılaştırması

- Çıkış gerilim dalgalanması anahtarlamalı güç kaynaklarında fazla, lineer güç kaynaklarında ise azdır.
- Lineer güç kaynakları 20 W altındaki uygulamalar için tercih edilir. Anahtarlamalı güç kaynakları ise daha yüksek güçler için daha uygun olmaktadır.
- Lineer güç kaynaklarında hat frekansı ile kullanılan transformatörün frekansı aynıdır. Bundan dolayı kullanılan transformatör büyük ve ağırdır. Anahtarlamalı

güç kaynaklarında ise yüksek frekanslı transformatörler kullanılabilirdiğinden ufak ve hafiftirler.

- Lineer güç kaynaklarının yapıları basittir. Anahtarlamalı güç kaynaklarının yapısı daha zor ve karmaşıktır.

- Lineer güç kaynaklarında çıkış gerilimi giriş geriliminden daima küçüktür. Anahtarlamalı güç kaynaklarında ise çıkış gerilimi giriş geriliminden küçük veya büyük olabilir.

- Lineer güç kaynaklarının elektriksel gürültüleri yoktur. Anahtarlamalı güç kaynaklarının elektriksel gürültüleri oldukça fazladır.

- Lineer güç kaynaklarının verimi %20 ile %60 arasında iken anahtarlamalı güç kaynaklarının verimi %70 ile %95 arasındadır (Rashid, 2001; Mohan vd., 2003).

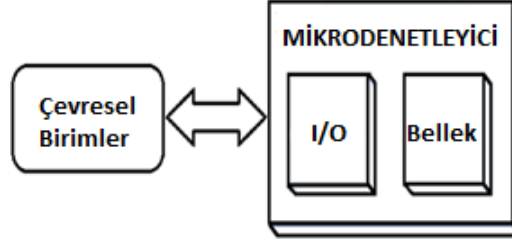
DA güç kaynakları karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. DA Güç kaynakları karşılaştırması

Karşılaştırma	Lineer Güç Kaynakları	Anahtarlamalı Güç Kaynakları
Tasarım	Kolay	Zor
Verim	Düşük	Yüksek
Güç yoğunluğu	Düşük	Yüksek
Çıkış gerilimi	Az dalgalı	Dalgalı
Cevap verme Süresi	Kısa	Uzun
Güç elemanının Çalışması	Yarı iletimli	Sert Anahtarlamalı
Yalıtım	Yok	Sağlanabilir

3.5. Mikrodenetleyiciler

Mikrodenetleyiciler, üzerinde program çalıştırabilecek şekilde yapısında mikroişlemci, kalıcı hafıza, RAM ve giriş çıkış noktalarının dâhil edildiği küçük yarı iletken tümleşik devrelerdir. Mikrodenetleyiciler; fotokopi makineleri, akıllı beyaz eşyalar, ev elektroniği cihazları, yazıcılar, fotoğraf makineleri, TV gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Yaşar, 2012). Şekil 3.12’de bir mikrodenetleyici sistemin blok şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Mikrodenetleyici blok şeması

Masaüstü bilgisayarlar “genel amaçlı bilgisayarlar” olarak adlandırılır ve binlerce farklı programı çalıştırabilirler. Mikrodenetleyiciler ise “özel amaçlı bilgisayar” olarak adlandırılır ve genellikle tek bir programı çok hassas olarak çalıştırmak amacıyla kullanılırlar. Mikrodenetleyiciler veri giriş aygıtlarından gelen analog veya dijital verileri aritmetik mantık birimi veya kontrol ünitesi aracılığıyla değerlendirdikten sonra çıkış sinyalinin I/O (giriş/çıkış) portları aracılığı ile kontrol ettiği aygıtlara gönderirler (Altınbaşak, 2006).

Mikrodenetleyicileri birçok entegre üreticisi tarafından üretilmektedir. Her firma ürettiği entegreye farklı isim ve özelliklerini birbirinden ayırmak için de parça numarası vermektedir. Örneğin Microchip firması tarafından üretilen mikrodenetleyicilerin genel adı PIC'tir (Peripheral Interface Controller- Çevresel Arayüz Denetleyici), parça numarası olarak da 16F84, 16C711, MCS-51 gibi kodlamalar verir. Genel olarak bu adla anılan mikrodenetleyici ailesinde farklı özellikleri bulunan ürünleri birbirinden ayırt etmek için parça numarası olarak da 8051AH, 8751AHP, 80C51FA gibi kodlamalar kullanılmaktadır (Altınbaşak, 2006; Özdamar, 2011).

PIC'ler RISC (Reduced Instruction Set Controller-Azaltılmış komut seti kontrol) mimarisi adı verilen bir yöntem kullanılarak üretilmişlerdir. Bu mimaride komutlar az ve basittir.

PIC'ler;

- Enerjilerinin kesilmesi durumunda hafızasındaki programın silinmemesi
- Belleklerin tekrar tekrar silinip yazılabilmesi
- Basit bir programlayıcı devresinin olması

- Kullanımının basit olması
- Kolay temin edilebilmesi
- Ucuz olması nedeniyle tercih edilirler.

3.5.1. PIC Mikrodenetleyicilerin özellikleri

PIC mikrodenetleyicileri Microchip Technology firması tarafından üretilmektedir. PIC mikrodenetleyicilerinin genel özellikleri arasında güvenilirlik, hız, sürme özelliği gibi birçok özellik bulunmaktadır. Bu özelliklerden bazıları şunlardır

Hız: PIC hızlı bir mikrodenetleyicidir. Her bir komut döngüsü 1 μ s'dir. Örneğin 5 milyon komutlu bir programın 20 MHz'lik bir kristalle işletilmesi yalnız 1 saniye sürer.

Statik işlem: PIC mikrodenetleyicisi statik bir işlemcidir. Statik işlemciye darbe sağlayan osilasyon kaynağı durdurulsa bile işlenen veriler saklanır. PIC mikrodenetleyicisi programı işletilmediği zaman uyuma (sleep) moduna geçirilerek mikrodenetleyicinin çok düşük akım çekmesi sağlanır. Stand-by konumunda PIC 1 μ A'den küçük değerlerde akım çeker (Standby akımı).

Komut seti: Tüm PIC türleri RISC (Reduced Instruction Set Computer- Azaltılmış Komut Kümeli Bilgisayar) mimarisi yapısında olduğu için oldukça daraltılmış komut setlerine sahiplerdir. Örneğin 16CXX ailesinde bir yazılım yapmak için sadece 35 komuta ihtiyaç duyulur. Bu sayı 18XX ve 24XX ailelerine gelince 70'in üzerine çıksa da benzer mikrodenetleyicilere oranla daha azdır.

Seçenekler: PIC ailesinde çeşitli hız, sıcaklık, kılıf, I/O hatları, zamanlama (timer) fonksiyonları, seri iletişim portları, A/D çevirici ve bellek kapasite seçenekleri bulunur.

Sürme özelliği (Sürücü kapasitesi): PIC tek bacağından kaynak (source) akımı olarak 40 mA, toplamda da mikrodenetleyiciden 150 mA kadar akım çekme kapasitesine sahiptir.

Güvenilirlik: PIC komutları bellekte az yer kaplar. Dolayısıyla bu komutlar 12 veya 14 bitlik bir program bellek sözcüğüne sığarlar. Harvard mimarisi teknolojisi kullanılmayan mikrodenetleyicilerde yazılım programının veri kısmına atlama yaparak bu verilerin komut gibi çalıştırılmasını sağlamaktadır. Bu da büyük hatalara yol açmaktadır. PIC'ler de bu durum engellenmiştir.

Geliştirme: PIC program geliştirme amacıyla programlanabilip tekrar silinebilme özelliğine sahiptir. Aynı zamanda seri üretim amacıyla bir kere programlanabilme (one time programming) özelliğine sahiptir.

Güvenlik: Koruma bitinin programlanmasından itibaren, PIC içerisine yazılan programın başkaları tarafından okunması ve kopyalanması engellenmiş olur.

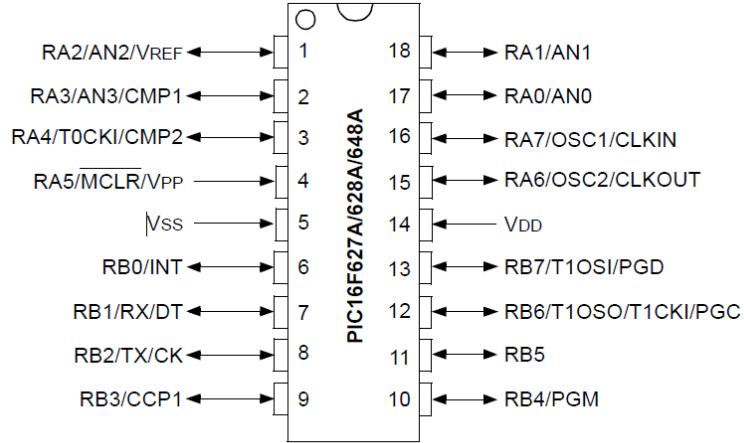
3.5.2. PIC Mikrodenetleyicilerinin tercih sebepleri

PIC mikrodenetleyicilerinin tercih sebeplerinden bazıları;

- Yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği
- Fiyatının oldukça ucuz olması
- Bellek ve veri için ayrı yerleşik hatların kullanılması
- Veri ve belleğe hızlı olarak erişimin sağlanması
- Diğer mikrodenetleyicilerin aksine veri ve programı taşıyan bir tek hat değil iki hattın bulunması.
- Herhangi bir ek bellek veya giriş/çıkış elemanı gerektirmeden genelde sadece kondansatör, direnç ve osilatör ile çalışabilmeleri
- Standby durumunda çok düşük akım çekmeleri
- Kod sıkıştırma özelliği ile aynı anda birçok işlem gerçekleştirebilmeleri
- Çok basit reset, clock sinyali ve güç devreleri gerektirmeleridir.

3.5.3. PIC16F628A mikrodnetleyicisinin genel özellikleri

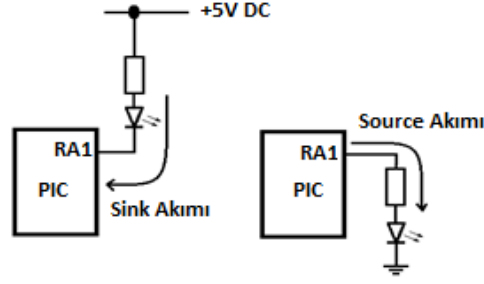
Şekil 3.13'te PIC 16F628A'nın dış görünüşü ve bacak bağlantıları görülmektedir.



Şekil 3.13. PIC 16F628A'nın dış görünüşü (Mikrochip, 2012)

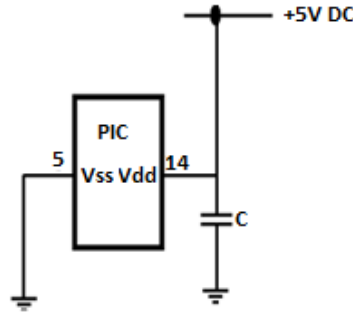
PIC mikrodnetleyicileri nW (nanowatt) teknolojisi ile üretildiklerinden çok az enerji tüketirler. Flash belleğe sahip olmaları nedeni ile de saat girişine uygulanan sinyal kesildiğinde kayıtları içerisindeki veri aynen kalır. Saat sinyali tekrar verildiğinde PIC içerisindeki program tekrar çalışmaya başlar.

RA0-RA7 pinleri ve RB0-RB7 pinleri I/O portlarıdır ve bu pinleri aracılığı ile PIC'e, içerisinde çalışan programa veri gönderilip alınabilir. PIC içerisinde yüklü olan programa göre verileri değerlendirerek portlar aracılığı ile dış ortama sinyaller gönderir. Dış ortama gönderilen bu sinyallerin akımı yeterli olmadığı durumda yükselteç devreleri (röle, transistör vs.) ile yükseltilerek kumanda edilecek cihaza uygulanmak üzere ara devreler ve elektronik elemanlar kullanılır. PIC'te gerilim kaynağından PIC portuna doğru akan akıma sink akımı, I/O pininden GND ucuna doğru akan akıma source akıma denir. Bu durum Şekil 3.14'te gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Sink ve source akımı

PIC'in besleme gerilimi 5 ve 14 numaralı uçlara uygulanır (Şekil 3.15). 14 numaralı Vdd (Positive supply voltage-Pozitif besleme gerilimi) ucu +5 V'ye, 5 numaralı Vss (Negative supply voltage-Negatif besleme gerilimi) ucu da toprağa bağlanır. PIC'e ilk defa enerji verildiği anda meydana gelebilecek gerilim dalgalanmaları nedeniyle istenmeyen arızaları önlemek amacıyla Vdd ile Vss arasına 0,1 μ F lık bir dekuplaj kondansatörü bağlamak gerekir. PIC'ler CMOS (Bütünleyici Metal Oksit Yarı İletken) teknolojisi ile üretildiklerinden 2 V ile 6 V gerilim aralığında çalışa bilmelerine rağmen 5 V gerilim ideal bir değerdir.



Şekil 3.15. PIC besleme gerilimi bağlantısı

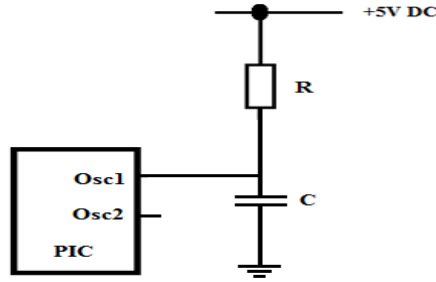
3.5.4. Osilatör devreleri

PIC hafızasındaki komutları işlemek için clock (saat) sinyaline ihtiyaç duyar. Bazı PIC çeşitlerinde dâhili clock devreleri varken bazılarında ise yoktur. İçerisinde dâhili clock devresi olmayan PIC'ler clock sinyalini osilatör uçlarına bağlanan osilatör devrelerinden alır. İçerisinde dâhili clock devreleri bulunan PIC'lere de harici clock devreleri bağlanabilmektedir.

Çeşitli osilatör devreleri vardır bunlar;

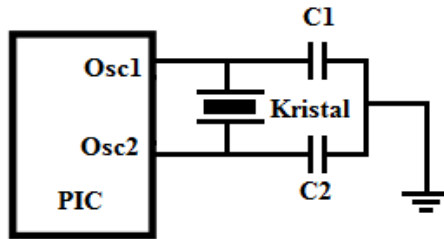
- RC (Resistor/Capacitor-Direnç/Kondansatör) osilatör
- XT (Crystal-Kristal) osilatör
- HS (High Speed Crystal-Yüksek hızlı kristal) osilatör
- LP (Low Power Crystal-Düşük frekanslı kristal) osilatör
- Intosc dahili osilatör
- EC (External Clock-Harici saat) osilatör

RC Osilatör: Clock frekans hassasiyetinin çok önemli olmadığı uygulamalarda kolay ve ekonomik bir çözüm olarak kullanılır. Bir direnç ve kondansatörden oluşan basit bir yapıya sahiptir. Osc1 ucundan uygulanan frekansın $\frac{1}{4}$ ü Osc2 ucundan çıkış olarak alınabilir. İstenirse Osc2 ucu I/O olarak da kullanılabilir. Şekil 3.16'da RC osilatör bağlantısı verilmiştir (Yaşar, 2012).



Şekil 3.16. RC osilatör bağlantı şeması

XT/HS/LP Osilatör: Yapısında bir kristal ve iki adet kondansatör bulunduran osilatör devreleridir. Tasarlanacak devreye göre osilatör tipi seçilebilir. Şekil 3.17'de XT, HS ve LP osilatör tipleri için bağlantı şeması görülmektedir.



Şekil 3.17. XT, HS ve LP osilatör tipleri için bağlantı şeması

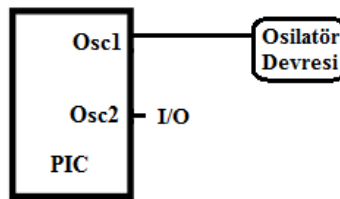
Kristal ile bağlanacak kondansatörlerin değerleri kullanılacak kristal frekansına göre değişmektedir. Çizelge 3.3'de kristal frekansına göre bağlanması gereken kondansatör değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kristal frekansına göre kullanılacak kondansatör değerleri

Osilatör Modu	Kristal Frekansı	C1	C2
LP	32 kHz	15 pF - 30 pF	15 pF - 30 pF
	200 kHz	0 - 30 pF	0 - 30 pF
XT	100 kHz	68 pF - 150 pF	150 pF - 200 pF
	2 MHz	15 pF - 30 pF	15 pF - 30 pF
	4 MHz	15 pF - 30 pF	15 pF - 30 pF
HS	8 MHz	15 pF - 30 pF	15 pF - 30 pF
	10 MHz	15 pF - 30 pF	15 pF - 30 pF
	20 MHz	15 pF - 30 pF	15 pF - 30 pF

Intosc dâhili osilatör: Bazı PIC tipleri dahili osilatör devresine sahiptirler. Osc1 ve Osc2 uçları I/O olarak kullanıla bilinir. PIC 16F628A programlanabilen 37 KHz ile 4 MHz aralığında dâhili osilatöre sahiptir.

EC osilatör (External Clock): Hassas osilatör tipidir. Osilatör için ayrı bir tümleşik devre kullanılır. Osc1 ucuna bağlanır ve diğer Osc2 ucu boşta kalmış olur. Şekil 3.18'de EC osilatör için kullanılan bağlantı şekli yer almaktadır.

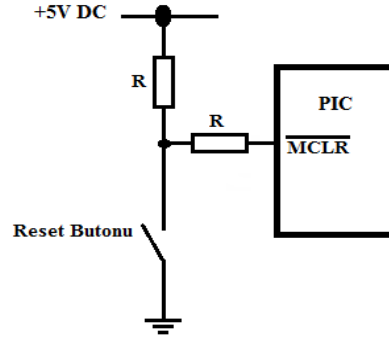


Şekil 3.18. EC osilatör bağlantı şekli

3.5.5. Reset devresi

PIC yeniden başlatıldığında program hafızası kaldığı yerden ilk satıra giderek baştan itibaren çalışmaya başlar. PIC 16F628A MCLR ucu kullanıcının programı kesip, kasti olarak başlangıca döndürebilmesi için kullanılır. PIC'in 4 numaralı MCLR ucuna uygulanan gerilim 0 V olunca programın çalışması başlangıç

adresine döner. Bir buton aracılığı ile reset işlemini yapan devre Şekil 3.19'da görülmektedir.



Şekil 3.19. PIC 16F628A reset devresi

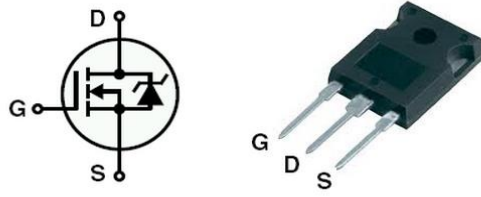
Çizelge 3.4'te PIC 16F628A'ya ait bazı özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.4. PIC 16F628A'nın özellikleri

Özellikler	PIC 16F628A
Program Belleği	2 K Byte
Dâhili EEPROM Belleği	128 Byte
RAM Belleği	224 Byte
Kılıf Biçimi	DIP-18 pin
Giriş / Çıkış Uç Sayısı	16
Analog Karşılaştırıcı	2
Seri Haberleşme Uçları	USART
Maksimum Saat(clock) Hızı	20Mhz
Dâhili Osilatör	4Mhz veya 37 Khz seçimli
Gerilim Düşümünde Başa Dönme	Var
Yakala / Karşılaştır /PWM Modülü	1
Çalışma Gerilimi	2-5.5V
Güç Harcaması	(2V, 1Mhz) Yaklaşık 120µA (2V, 32Khz) Yaklaşık 12µA

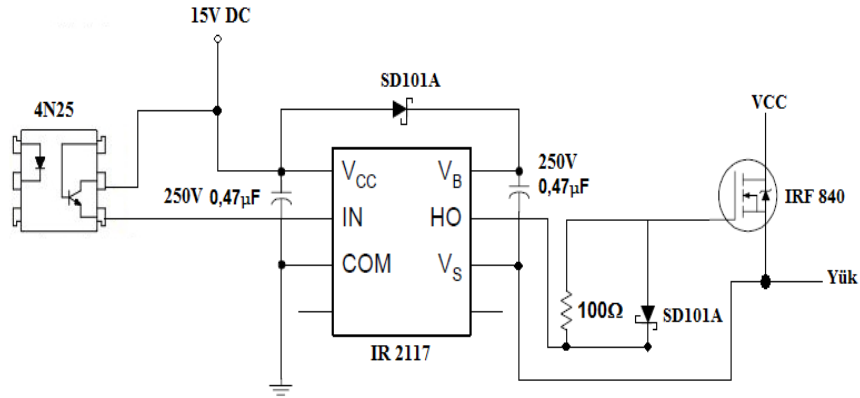
3.6. Mosfet ve Optik Yalıtıcı

MOSFET'lerin giriş empedansı yüksek, elektrotları arasında iç kapasitansları ise düşüktür. MOSFET'ler normal transistörlerden daha yüksek frekanslarda çalışabilirler. MOSFET'lerin güç harcamaları düşüktür ve mekanik dayanımları fazladır. Şekil 3.20'de IRF 840 MOSFET sembolü, kılıf ve bacak isimleri verilmiştir.



Şekil 3.20. IRF 840 sembol ve kılıf gösterimi

Kullanılan MOSFET'in kesim gate-source gerilimi (V_{GS}) sıfır volt, iletim gate-source gerilimi (V_{GS}) 15 voltur. Bu değerlere sahip olan bir elemanı PIC ile kontrol etmek istendiğinde mutlaka bir ara sürücü katına ihtiyaç duyulmaktadır. PIC'in çalışma gerilimi veya herhangi portundan alınabilecek maksimum çıkış gerilimi 5 V tur. MOSFET'i PIC ile beraber kullanabilmek için MOSFET sürücü entegresi kullanmak gerekir. Bu entegrelerden biride IR 2117 dir. IR 2117 entegresi besleme gerilimi 15 V dir. PIC ile MOSFET sürücü katını birbirinden izole etmek ve PIC'i elektriksel tehlikelerden korumak için optik yalıtıcı kullanılmalıdır. Şekil 3.21'de optik yalıtıcı ve MOSFET sürücü entegre temel kullanım devre şeması verilmiştir.



Şekil 3.21. Optik yalıtıcı ve MOSFET sürücü entegre bağlantı devre şeması

4. MATERYAL VE YÖNTEM

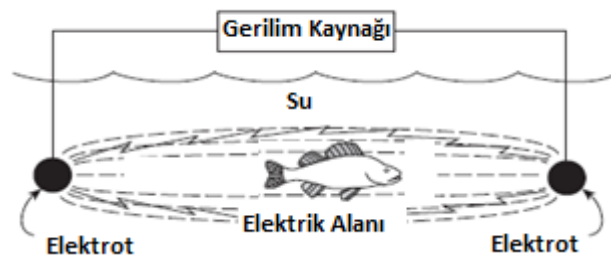
4.1. Balık Yönlendirme Sistemleri

Balık engelleme ve yönlendirme sistemleri fiziksel engeller ve fiziksel olmayan engeller olarak ikiye ayrılır. Fiziksel balık engelleri su akışını etkilemesi, bakım gerektirmesi gibi nedenlerden dolayı tercih edilmezler. Fiziksel olmayan engelleyiciler uzun ömürlü, su akışına engel teşkil etmez ve az bakım gerektirirler.

Fiziksel olmayan engeller olarak;

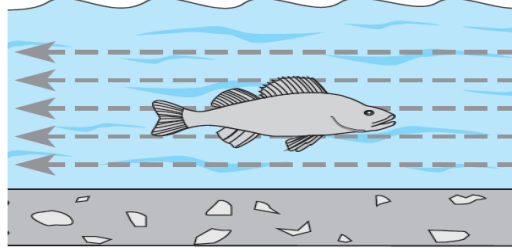
- Hava kabarcıklı bariyer sistem
- Elektrikli bariyer
- Işıklı bariyer
- Akustik engeller
- Karma (kombine) bariyer sistemleri kullanılmaktadır.

Fiziksel olmayan engelleyiciler içerisindeki elektrikli bariyer sisteminin verimi ve tehlikesi yüksektir. Elektrikli balık bariyeri Şekil 4.1’de görüldüğü gibi suya daldırılan iki ya da daha fazla elektroda gerilim uygulayarak suyun içerisinde akım geçirilmesiyle oluşturulur. Elektrik alan içerisinde kalan balık elektrik devresinin bir parçası olur ve balığın vücudundan akım geçer. Balığın şok düzeyi ve süresi balığın üzerinden geçen elektrik akımına bağlı olarak hafif seğirtme, felç veya ölüm ile sonuçlanabilir. Elektrikli balık bariyerlerinde AA veya DA kullanıla bilinir ancak AA balıklarda strese sebep olduğu bilinmektedir bu yüzden elektrikli balık bariyerlerinde DA gerilim tercih edilmektedir. (Smith Root, 2012).



Şekil 4.1. Suda oluşturulan elektriksels alan (Smith Root, 2012)

Elektrikli balık engelleme sistemlerinde istenen, Şekil 4.2’de görüldüğü gibi elektrik alanının balığa kafa-kuyruk boyunca etki etmesidir. Böylelikle su içerisinde balığa maksimum güç verilmiş olur. Şekil 4.2’de kesik oklarla gösterilen çizgiler elektrik alanı ve yönünü göstermektedir (Smith Root, 2012).



Şekil 4.2. Elektrik alan içerisinde bulunan balık (Smith Root, 2012)

4.1.1. Su içerisindeki elektriksel terimler

Elektrik akımı esas olarak bir elektron akımıdır. Elektron metal atomları üzerinden hareket ederek elektrik akımını taşır. Elektronlar metal üzerindeki yüksek negatif yüklü bölgelerden düşük negatif yüklü bölgelere doğru tek yönlü hareket ederler. Bu iletim biçimine elektronik iletkenlik denir. Akım iletilirken metalin nötrallığı bozulmaz ve elektrik akımı iletilirken madde taşınır mı söz konusu olmaz ve kimyasal bir olay meydana gelmez. Elektronik iletkenlik metal cinsine bağlıdır ve sıcaklığın düşmesi ile artış gösterir. Mutlak sıfır noktasında metallerin elektriksel direnci sıfır olur (Yalçın ve Koç, 1999).

İyon içeren çözeltilerde elektrik akımını iletmektedirler. Çözeltilere iyonik iletken veya elektrolitik iletken denilmektedir. Elektrolitler içinde bulunan (+) ve (-) yüklü iyonlar bir potansiyel fark altında anoda ve katoda doğru hareket ederek elektrik akımını taşırlar. İyonların hareketleri nedeniyle çözelti içinde bir madde taşınması söz konusu olur. Anotta ve katotta aynı anda meydana gelen kimyasal reaksiyonlar ile elektron alınır veya verilir. Böylece elektrik akımı çözelti içinden taşınmış olur (Yalçın ve Koç, 1999).

İyon derişimi arttıkça iyonik iletkenlikte de artış olur. Ancak her iyonun iletkenliği, yani elektrik akımını taşıma gücü birbirinden farklıdır. Sıcaklığın

artması iyonik iletkenliğin artmasına neden olur. Çünkü sıcaklığın artışı iyonların çözelti içinde hareketini hızlandırıcı yönde etki yapar. Sıcaklığın, her 1 °C artması ile iletkenlik %1,9 civarında artar. Bu nedenle iletkenlik ölçümleri sabit bir sıcaklıkta örneğin 25 °C'de yapılması gerekir (Yalçın ve Koç, 1999).

İletkenlik bir su numunesinin elektrik taşıyabilme özelliğinin sayısal ifadesidir. Platinlenmiş iki elektrot su içerisine daldırıldığı zaman iki elektrot arasında tatbik edilen bir elektromotor kuvvet altında, çözeltilerde mevcut iyonlar elektrotlara doğru hareket ederek elektrik akımını iletir. Buda suyun konduktivitesi (iletkenliği) olarak tanımlanır. Suyun elektriksel iletkenliği elektriksel konduktivite (EC) metre ile ölçülür. EC metreler ölçtüğü değeri 25 °C sıcaklıktaki değere çevirerek ekranda göstermektedir. İletkenliğin birimi siemens (s)'tir. Çizelge 4.1'de bazı özdirenç ve konduktivite değerleri verilmiştir. Çizelge 4.2'de Eğirdir Gölü'ndeki fiziko-kimyasal parametrelerin aylara göre değişimi gölün 7 farklı bölgesinden alınan verilerin ortalaması alınarak yazılmıştır.

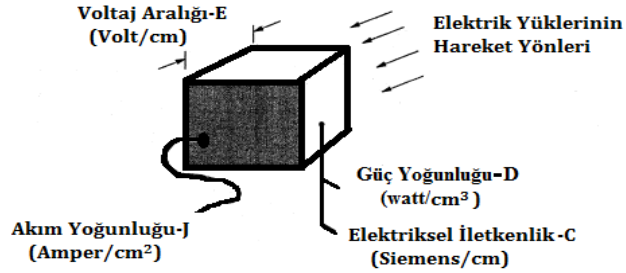
Çizelge 4.1. Bazı özdirenç ve konduktivite değerleri (FWS, 2011)

Cisim	Özdirenç (ρ ; ohm-cm)	Konduktivite (σ ; $\mu\text{mho/cm}$)
Saf su	5×10^5	2
Deniz suyu	18	55
Sert su	<1	>1
Yumuşak su	>1	<1
Balıketi	<2	>500
Alabalık	800	1,250
Sazan	1200	833
Bakır	$1,69 \times 10^{-6}$	$0,59 \times 10^{12}$

Çizelge 4.2. Aylara göre göldeki fiziko-kimyasal parametreler (Bulut vd., 2009)

Fiziko -Kimyasal Parametreler	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Renk	Berrak	Berrak	Berrak	Berrak	Berrak	Berrak
Koku	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz
Tuzluluk (%0 gr)	0	0	0	0	0	0
Konduktivite ($\mu\text{mhos/cm}$)	361,14 $\pm 7,48$	368,85 $\pm 4,06$	372,00 $\pm 3,58$	375,00 $\pm 2,01$	384,57 $\pm 4,91$	392,57 $\pm 5,65$
pH	7,05 $\pm 0,00$	7,01 $\pm 0,00$	6,99 $\pm 0,00$	6,94 $\pm 0,00$	8,38 $\pm 0,02$	8,58 $\pm 0,05$
Sıcaklık (°C)	2,71 $\pm 0,49$	23,61 $\pm 0,30$	21,45 $\pm 0,31$	17,52 $\pm 0,12$	6,37 $\pm 0,47$	4,64 $\pm 0,13$

Su içerisindeki elektriksel terimleri açıklamak için Şekil 4.3'deki gibi iki elektrot arasında su dolu bir küp olduğu varsayılır.



Şekil 4.3. Su içerisindeki elektriksel terimler (FWS, 2011)

$$V = I \cdot R \quad (4.1)$$

Denklem 4.1'de, V gerilimini (Volt), I akımı (Amper), R direnci (Ohm) temsil etmektedir.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (4.2)$$

Denklem 4.2'de, ρ öz direnç ($\Omega \cdot \text{cm}$), L gerilim uygulanan direncin boyunu (cm), A kesit alanı (cm^2) temsil etmektedir.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (4.3)$$

Denklem 4.3'de σ iletkenliği (Siemens/cm) temsil etmektedir.

$$J = \frac{I}{A} \quad (4.4)$$

Denklem 4.4'te J akım yoğunluğunu (Amper/ cm^2) temsil etmektedir.

$$\varepsilon = \frac{V}{L} \quad (4.5)$$

Denklem 4.5'de ε gerilim değişimini (Volt/cm) temsil etmektedir. Denklem 4.1'deki eşitliğin her iki tarafı L ile bölünürse ve denklem 4.6'da R yerine denklem 4.2 yazılırsa;

$$\frac{V}{L} = \frac{I \cdot R}{L} = \frac{I}{L} \cdot \left(\rho \cdot \frac{L}{A}\right) = \frac{I \cdot \rho}{A} = \frac{I}{A} \cdot \frac{1}{\sigma} \Rightarrow \varepsilon = \frac{J}{\sigma} \quad (4.6)$$

Denklem 4.6'da gerilim değişiminin, akım yoğunluğu ile doğru orantılı olduğu anlaşılmaktadır.

$$P = V \cdot I \quad (4.7)$$

Denklem 4.7'de P gücü (Watt) temsil etmektedir.

$$D = \varepsilon \cdot J = \frac{J^2}{\sigma} = \varepsilon^2 \cdot \sigma \quad (4.8)$$

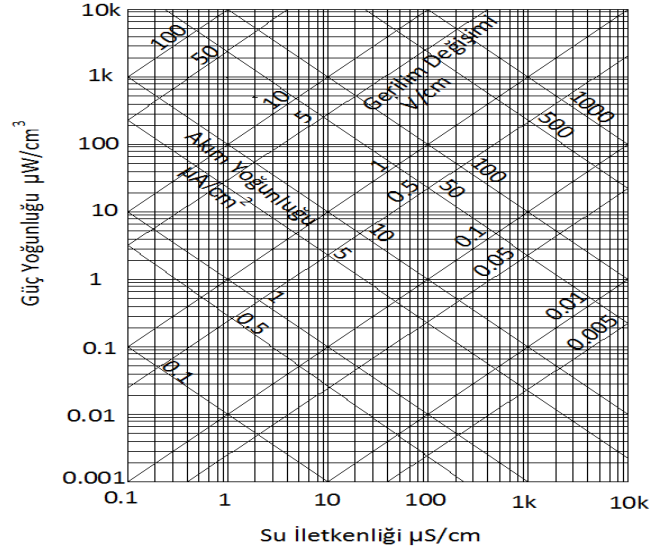
Denklem 4.8'de D güç yoğunluğunu (Watt/cm³) temsil etmektedir.

Yukarıda verilen denklemlerin birinci ve ikinci halleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Su içerisindeki elektriksel terimlerin 1. ve 2. hali (FWS, 2011)

1.i Hali		2. Hali	
R	Direnç (ohm)	ρ veya $1/\sigma$	Özdirenç (ohm-cm)
V	Gerilim (volt)	ε	Gerilim değişimi (volt/cm)
I	Akım (amper)	J	Akım yoğunluğu (amper/cm ²)
C	İletkenlik (mho)	σ	Konduktivite (Siemens)
P	Güç (watt)	D	Güç yoğunluğu (Watt/cm ³)
V=I.R	Ohm kanunu	$\varepsilon=J/\sigma$ $\varepsilon=J \cdot \rho$ $\varepsilon=V/L$	Gerilim değişimi
I=V/R	Ohm kanunu	$J=I/A$ $J=\varepsilon/\rho$ $J=\varepsilon \cdot \sigma$	Akım yoğunluğu
P=I.V	Güç Denklemi	$D=J \cdot \varepsilon$ $D=\varepsilon^2 \cdot \sigma$	Güç yoğunluğu
$P=I^2 \cdot R$	Güç Denklemi	$D=J^2/\sigma$	Güç yoğunluğu
$P=V^2/R$	Güç Denklemi	$D=\sigma/\varepsilon^3$	Güç yoğunluğu

Güç yoğunluğu, su iletkenliği, gerilim değişimi ve akım yoğunluğu arasında logaritmik bir ilişki vardır. Şekil 4.4’de aralarındaki ilişki grafiksel olarak verilmiştir. Denklemleri kullanmadan değeri bilinen değişkenler kullanılarak değeri bilinmeyen değişkenler bulunabilir.



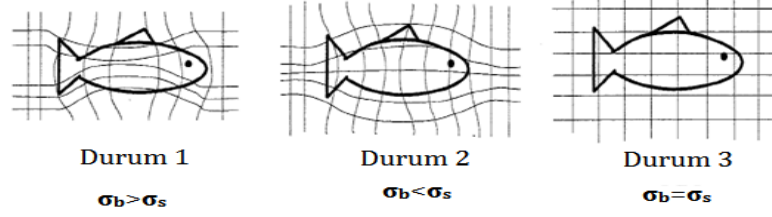
Şekil 4.4. Su içerisindeki elektriksel terimlerin logaritmik ilişkisi (FWS, 2011)

Şekil 4.4’de x ekseninde $0,1\mu\text{S}/\text{cm}$ ile başlayan su iletkenliğini, y ekseninde $0,001\mu\text{W}/\text{cm}^3$ ile başlayan güç yoğunluğunu, sağ alt köşeden $0,005\text{V}/\text{cm}$ ile başlayan ve sol üst köşede $100\text{V}/\text{cm}$ ile biten gerilim değişimini, sol alt köşeden $0,1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ile başlayıp sağ üst köşede $1000\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ile biten akım yoğunluğunu ifade etmektedir. İletkenliği $40\mu\text{S}/\text{cm}$, gerilim değişimi $0,05\text{V}/\text{cm}$ olan noktada güç yoğunluğunun $0,1\mu\text{W}/\text{cm}^3$ akım yoğunluğunun yaklaşık $2\mu\text{A}$ olduğu görülür. Bu sonuç değerleri denklem 4.8’de yerine konularak elde edilebilir.

Balığın elektriksel alanda içinde üç farklı durumu söz konusudur. Bunlar;

- Balığın iletkenliğinin (σ_b) suyun iletkenliğinden (σ_s) büyük olduğu (tatlı su) durum ($\sigma_b > \sigma_s$).
- Balığın iletkenliğinin suyun iletkenliğinden küçük olduğu (tuzlu su) durum ($\sigma_b < \sigma_s$).
- Balığın iletkenliğinin suyun iletkenliğine eşit olduğu (östarin bölge) durum ($\sigma_b = \sigma_s$).

Bu üç durum Şekil 4.5'de görülmektedir.

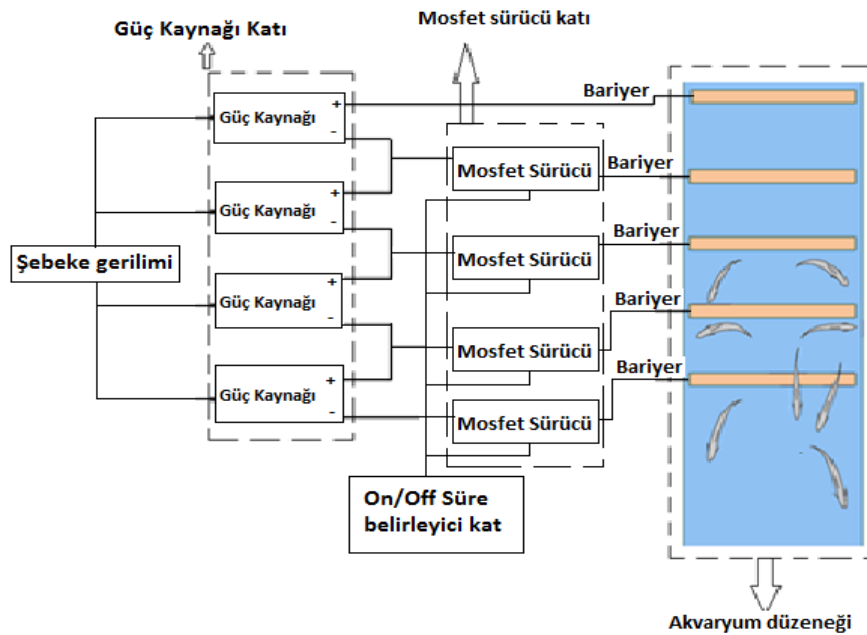


Şekil 4.5. Balığın elektriksel alanda içerisindeki durumu (FWS, 2011)

Şekil 4.5'de dikey çizgiler gerilim çizgilerini, yatay çizgiler akım çizgilerini göstermektedir. Bu üç durumdan istenen en iyi durum balığın iletkenliğinin suyun iletkenliğine eşit olduğu üçüncü durumdur (FWS, 2011).

Bu çalışmada ortaya konulan sistem Şekil 4.6'da görüldüğü gibi dört temel parçadan oluşmaktadır. Bunlar;

- Akvaryum düzeneği
- MOSFET sürücü katı
- Güç kaynağı katı
- ON/OFF süre belirleme katıdır.

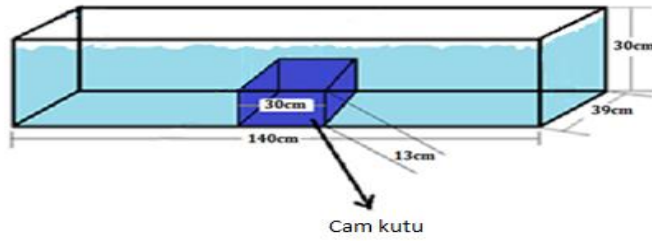


Şekil 4.6. Elektrikli balık bariyer blok şeması

4.2. Akvaryum Düzeneği

Bu alışmada Şekil 4.7'de verilen ölçülerde akvaryum düzeneği oluşturulmuştur. Akvaryumdaki su yüksekliği 26,5 cm, propların üzerindeki su yüksekliği ise 13,5 cm'dir. Proplar zerindeki 13,5 cm değerini sabit tutarak akvaryumda balıkların rahatlıkla hareket edebileceği geniş bir alan oluşturmak için proplar altına 30 cm eninde 13 cm boyunda cam kutu yerleştirilmiştir. Bu kutu istendiğinde yeri değiştirilebilir veya sistemden çıkarılabilir olarak tasarlanmıştır. Cam kutunun altı kapatılarak balıkların propların altından geçişi engellenip propların üzerinden geçmesi sağlanmıştır.

Akvaryumdaki suyun hareketi için devir daim motoru kullanılmıştır. Devir daim motorunun suyu çektiği boru ucunda balıkların akıntıya kapılıp boru içine girmesini önlemek için süzgeçle kapatılmıştır ve borunun diğer ucu yüksekte bırakılarak suyu yüksekte akvaryuma tekrar boşaltarak balıkların suyun döküldüğü yere yöneltmeleri sağlanmıştır. Akvaryum düzeneğinde kullanılan proplar bakır tellerden oluşturulmuştur. Şekil 4.8'de akvaryum düzeneğine ait fotoğraf verilmiştir.



Şekil 4.7. Akvaryum düzeneği



Şekil 4.8. Akvaryum düzenek fotoğrafı

Oluşturulan akvaryum düzeneğinde su sıcaklığı 16 °C, propların kalınlığı 2,7 mm propların üzerindeki su yüksekliği 6 cm'dir. Proplara uygulanan gerilim, proplar arası mesafe ve proplardan geçen akım miktarı Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. 16 °C suda 2,7 mm'lik proplar ile yapılan ölçüm sonuçları

		Proplara uygulanan DA değerleri		
		50V DA	25V DA	10V DA
Proplar arası mesafe	2 cm	0,742 A	0,3 A	0,137 A
	10 cm	0,321 A	0,155 A	0,06 A
	15 cm	0,256 A	0,121 A	0,047 A
	20 cm	0,211 A	0,1 A	0,04 A
	25 cm	0,19 A	0,09 A	0,033 A
	30 cm	0,172 A	0,079 A	0,03 A
	50 cm	0,134 A	0,065 A	0,025 A
	60 cm	0,123 A	0,06 A	0,022 A
	75 cm	0,111 A	0,054 A	0,02 A

Su sıcaklığı 16,4 °C propların kalınlığı 0,8 mm propların su yüzeyine olan mesafesi 6 cm iken yapılan ölçümde proplardan geçen akım değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. 16,4 °C suda 0,8 mm' lik proplar ile yapılan ölçüm sonuçları

		Proplara uygulanan DA gerilim değeri				
		190V	100V	50V	25V	10V
Proplar arası mesafe	2 cm	2,46 A	1,12 A	0,588 A	0,26 A	0,09 A
	4 cm	1,737 A	0,98 A	0,45 A	0,208 A	0,07 A
	10 cm	1,29 A	0,63 A	0,301 A	0,143 A	0,051 A
	15 cm	0,97 A	0,502 A	0,25 A	0,115 A	0,04 A
	20 cm	0,859 A	0,43 A	0,205 A	0,098 A	0,035 A
	25 cm	0,72 A	0,368 A	0,182 A	0,088 A	0,031 A
	30 cm	0,625 A	0,33 A	0,16 A	0,08 A	0,03 A
	50 cm	0,518 A	0,27 A	0,132 A	0,064 A	0,023 A
	60 cm	0,49 A	0,25 A	0,121 A	0,06 A	0,021 A
	75 cm	0,435 A	0,23 A	0,109 A	0,053 A	0,02 A

MOSFET sürücü katında kullanılan malzemeler

1 adet 24 V transformatör

4 adet 1N4007 diyot

5 adet SD101AW Schottky diyot

2 adet 6A10 diyot

1 adet 470 μ F 35 V kondansatör

1 adet 0,33 μ F kondansatör

1 adet 0,1 μ F kondansatör

2 adet 0,47 μ F 250 V kondansatör

4 adet 100 Ω direnç

1 adet L7815 gerilim regülatörü

1 adet IR2117 MOSFET sürücü entegre

1 adet 4N25 Optik yalıtıcı

4 adet IRF840 N-Kanallı MOSFET

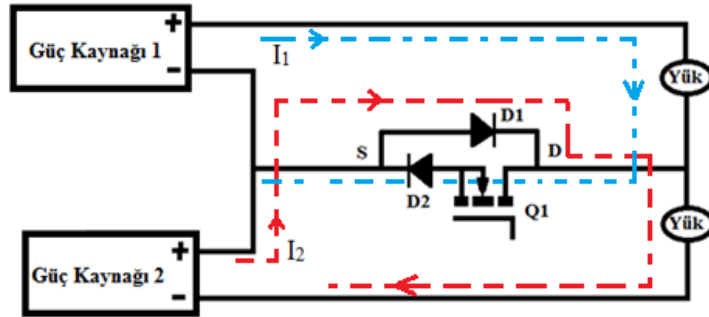
MOSFET sürücü katında bulunan IR 2117 entegresi 15 V DA ile çalışır. on/off süre belirleme katından gelen kare dalga bilgisi 5 V tur. On/off süre belirleyici katı ile IR 2117 arasında 4N25 optik yalıtıcı kullanılarak birbirinden elektriksel olarak yalıtılmış ve aynı zamanda IR 2117 için gerekli bilgi 5V tan 15V ta yükseltilmiştir. IR 2117 için gerekli olan 15 V DA gerilim L7815 gerilim regülatörü tarafından sağlanmaktadır.

MOSFET sürücü katı 30 V DA güç kaynağı ile bir DA motor sürülerek denenmiştir. Devrede kullanılan IRF 840 MOSFET'in 1 amper değerinde aşırı ısındığı görülmüştür. Akvaryum düzeneğinde Çizelge 4.5'de yapılan ölçümlerde proplara uygulanan gerilim 190 V proplardan geçen akım ise 2,46 A'nın sistem için en büyük akım değeri olarak belirlenmiştir. MOSFET sürücü katının 3 A değerlerinde sorunsuz çalışabilmesi için MOSFET sürücü katına birden fazla MOSFET paralel olarak eklendi. MOSFET sürücü katına dört adet MOSFET Şekil 4.10'daki gibi paralel olarak bağlandığında 30 V DC gerilimde 3 A akım değerinde MOSFET'lerin az ısındığı görülmüştür.

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi Q_1 üzerinden güç kaynağı 1 ve güç kaynağı 2'nin akımları ters yönde geçmektedir. N kanallı MOSFET'te akım yönü drain ucundan

source ucuna doğrudur. D_1 ve D_2 diyotları MOSFET üzerinden akacak olan akım yönünü sürekli olarak MOSFET drain-source yönünde geçmesini sağlayacaktır. Güç kaynağı 1'den gelen I_1 akımı MOSFET iletimdeyken devresini MOSFET ve D_2 üzerinden tamamlar. Güç kaynağı 2'nin oluşturduğu I_2 akımı Q_1 üzerinden geçmeden D_1 diyotu üzerinden geçerek yük üzerinden akacaktır. Q_1 iletimde olmadığı zamanda ise bariyer bir ve bariyer ikiye enerji uygulanamayacaktır.

MOSFET sürücü katında her MOSFET gurubu farklı kaynaklardan beslenmiştir. MOSFET'lerin tamamı tek kaynaktan beslenmiş olsaydı şaselerin bağlanmış olduğu source uçları kısa devre olacaktı buda devrede bariyer bir haricindeki diğer bariyerlerin ve güç kaynaklarının kısa devre olmasına sebep olacaktır. Bunu önlemek ve şaselerini ayırmak için MOSFET katındaki dört adet MOSFET guruplarının her biri farklı kaynaktan beslenmiştir.



Şekil 4.10. MOSFET üzerinden geçen akımlar ve yönleri

4.4. Güç Kaynağı Katı

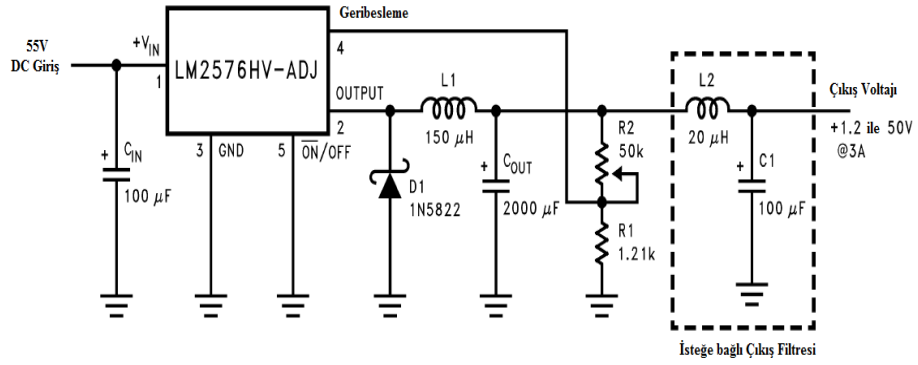
Bu çalışmada 4 adet 1,2 V ile 50 V arasında ayarlanabilen 3 amper çıkış verebilen anahtarlamalı DA-DA alçaltıcı güç kaynağı yapılmış ve kullanılmıştır. Bu tip güç kaynağı maliyetinin düşük olması, hafif, az sayıda devre elemanından oluşması ve boyutunun küçük olmasından dolayı tercih edilmiştir.

Bu amaçla 3 amper çıkış verebilen sabit olarak 3,3 V, 5 V, 12 V, 15 V çıkış gerilimi verebilen ve 1,2 V ile 50 V aralığında ayarlama yapabilen National Firmasının ürettiği LM2576HV sersisi gerilim regülatörü kullanılmıştır.

LM2576HV bazı özellikleri;

- 52 kHz sabit frekansta çalışır
- Çıkış voltajında $\pm\%4$, osilatör frekansında $\pm\%10$ toleransa sahiptir
- 3,3 V, 5 V, 12 V, 15 V sabit çıkışlar
- 1,2V ile 50V aralığında ayarlana bilir çıkış
- 3 Amperlik çıkış
- Sadece dört harici bileşen gerektirmekte
- Uyku konumunda az güç tüketimi
- Yüksek verimlilik

Tasarımda kullanılan güç kaynağı devre şekli Şekil 4.11'de görüldüğü gibidir. Güç kaynağı yapımında LM2576HV-ADJ'nin ısınmasını önlemek için soğutucu metal ve fan kullanılmıştır.



Şekil 4.11. Güç kaynağı devre şekli (Texas Instruments, 2012)

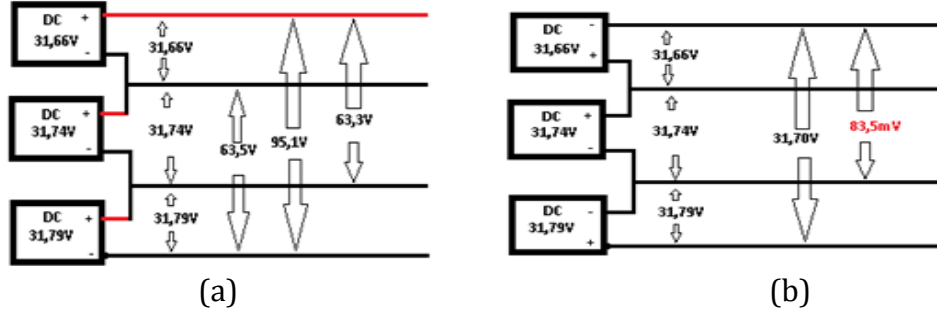
$$V_{Out} = V_{Ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (4.9)$$

Denklem 4.9'da, V_{out} çıkış gerilimini, V_{Ref} referans gerilimini, R_1 ve R_2 çıkış gerilimi ayarlayan dirençleri temsil etmektedir.

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{Out}}{V_{Ref}} - 1 \right) \quad (4.10)$$

Denklem 4.10'daki $V_{Ref} = 1,23 \text{ V}$ ve R_1 değeri 1 K Ω ile 5 K Ω arasında olmalıdır.

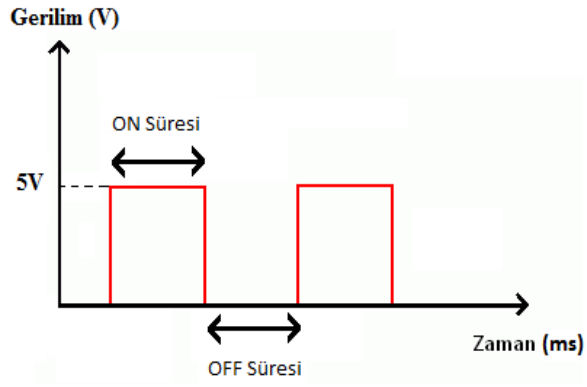
Şekil 4.12 a'da DA güç kaynaklarının birbirine seri bağlanması ile uçlarında oluşan gerilim değerleri Şekil 4.12 b'de ise DA güç kaynaklarının aynı kutuplarının bağlanması ile uçlarında oluşan gerilim değerleri şekil üzerinde verilmiştir.



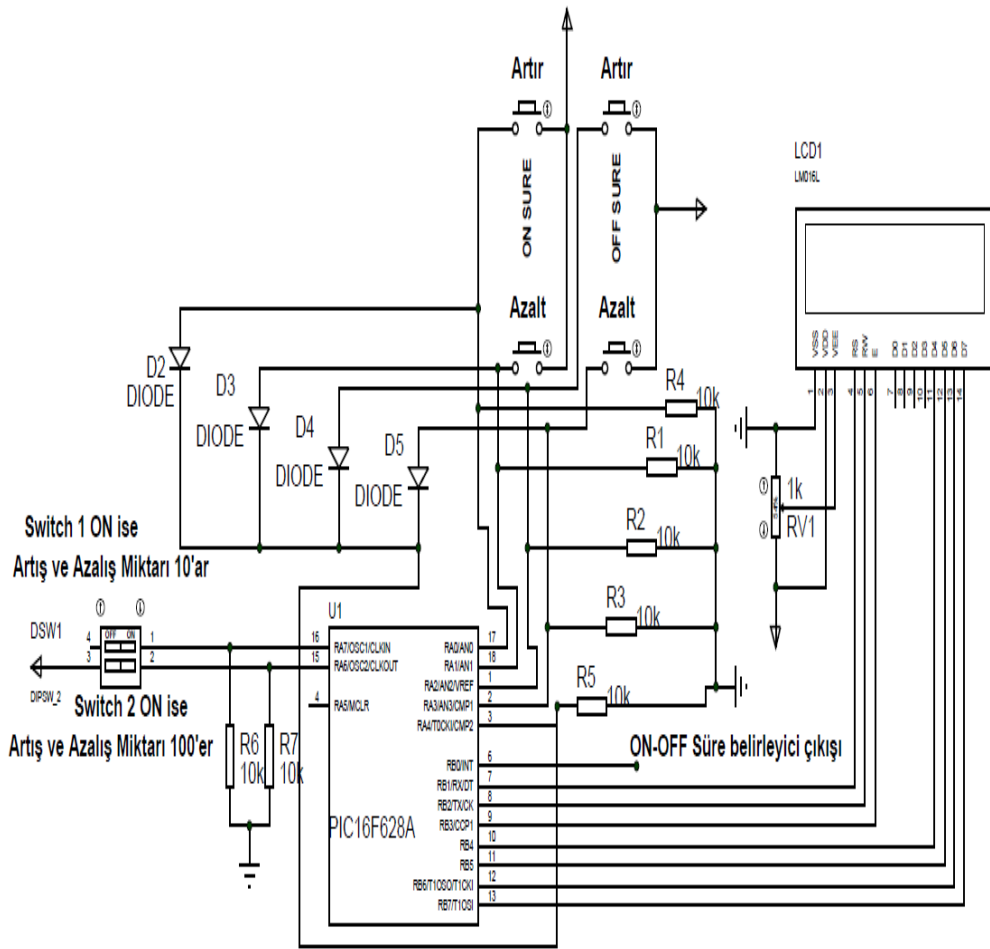
Şekil 4.12. Güç kaynaklarının bağlantı şekli ve çıkış gerilim değerleri

4.5. ON/OFF Süre Belirleme Katı

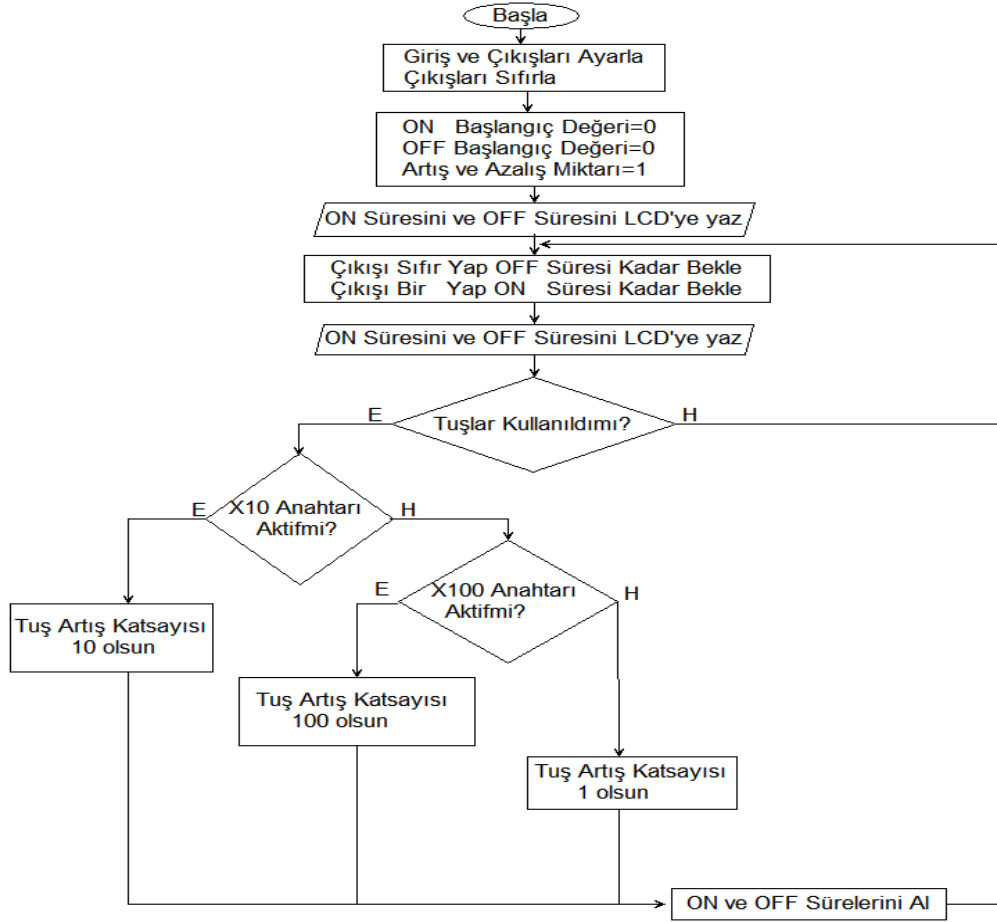
Tasarlanan sistemde ON/OFF süre belirleyici akvaryumdaki proplara uygulanacak DA'nın kare dalga şeklinde uygulanmasını sağlar. Kullanıcı Şekil 4.13'de görülen 5 V'luk kare dalga işaretinin on ve off sürelerini bir birlerinden bağımsız olarak, on/off süre belirleyicisinin üzerinde bulunan tuşlar yardımı ile 1 ms ile 1000 ms arasında değiştirile bilmektedir. Oluşturulan kare dalga işaretinin frekansı 0,5 Hz ile 500 Hz arasında on/off süresi değiştirilerek ayarlana bilmektedir. LCD ekranda on ve off süreleri milisaniye olarak gösterilmektedir. Sürelerin ayarlanmasında on/off süre belirleyici üzerinde artırım ve azaltım birer birer, onun katları (x10) veya yüzün katları (x100) şeklinde yapıla bilmektedir. Tuşlardan x10 ve x100 butonları pasif ise artma ve azaltma birer birer yapıla bilmektedir. On/off süre belirleyici ünite PIC16F628A mikroişlemcisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.14'te on/off süre belirleyici açık devre şeması verilmiştir. Şekil 4.15'de on/off süre belirleyici katına yüklenen programın akış şeması verilmiştir.



Şekil 4.13. Kare dalga işareti



Şekil 4.14. ON/OFF süre belirleyici devre şeması



Şekil 4.15. ON/OFF süre belirleyici program akış şeması

Kare dalga üretici üzerinde 6 adet tuş bulunmaktadır. Bunlar;

1-On + : Kare dalganın ON süresini arttırır

2-On - : Kare dalganın ON süresini azaltır

3-OFF +: Kare dalganın OFF süresini arttırır

4-OFF - : Kare dalganın OFF süresini azaltır

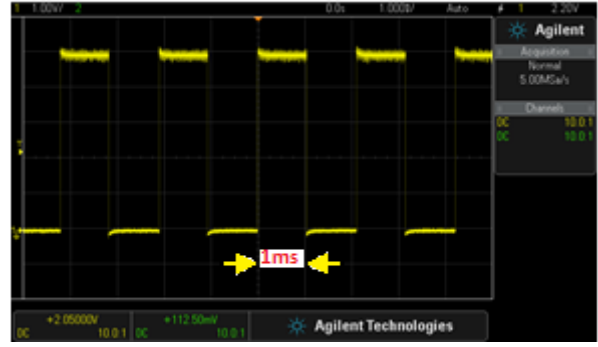
5- x10 : ON ve OFF sürelerini 10'ar artıp azaltması için

6- x100 : ON ve OFF sürelerini 100'er artıp azalması için kullanılır.

Şekil 4.16.a'da on/off süre belirleyicinin minimum değeri olan 1 ms ayarlanmış ve Şekil 4.16.b'de minimum değer osiloskoptaki görüntüsü verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 4.16. Süre belirleyici minimum zaman ayarı ve osiloskop görüntüsü

Şekil 4.17.a'da on/off süre belirleyici süre olarak en yüksek değeri olan on süresi 1000 ms ve off süresi 1000 ms olarak ayarlanmış ve Şekil 4.17.b'de on/off süre belirleyici çıkışının osiloskoptaki görüntüsü verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 4.17. Süre belirleyici maksimum zaman ayarı ve osiloskop görüntüsü

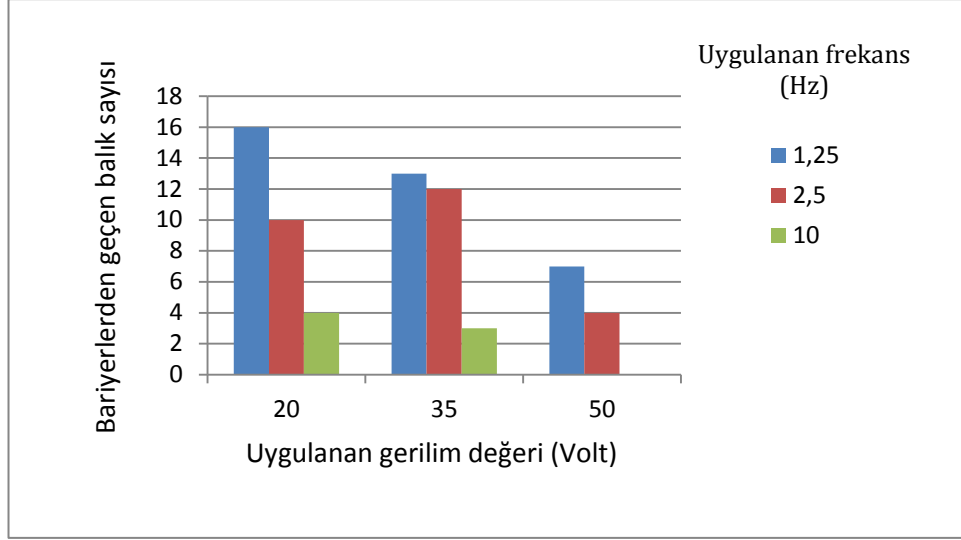
5. ARAŞTIRMA BULGULARI

- Bariyerlere 20 V, 35 V ve 50 V genliğinde kare dalgalar %50 doluluk oranında (on ve off süreleri eşit) 10 Hz, 2,5 Hz ve 1,25 Hz olarak uygulanmıştır.
- Her deney 5 dakika süre ile üç kez tekrarlanmıştır.
- Deneylerinin her biri için 30 adet sazan balığı yavruları kullanılmıştır. (Toplam 90 adet balık)
- Araları 20 cm olan 5 adet bariyer kullanılmıştır.
- Su iletkenliği 548 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bariyerlerin üzerindeki su yüksekliği 13,5 cm ve su sıcaklığı 12,9 $^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür.

Yukardaki şartlar sağlanarak bariyerlerden geçen akım miktarı, bariyerlere uygulanan gerilim değeri, gerilimlerin bariyerlere uygulanma frekansı ve bariyerlerden geçen balık sayıları Çizelge 5.1'de, grafik olarak ise Şekil 5.1'de verilmiştir. Çizelge 5.1'de verilen frekans değerlerinde 10 Hz için on ve off süresi 50 ms, 2,5 Hz için on ve off süresi 200 ms, 1,25 Hz için on ve off süresi 400 ms ve bütün frekans değerleri için doluluk oranı %50 olarak ayarlanmıştır.

Çizelge 5.1. Bariyerlerden geçen balık sayısı ve elektriksel değerler

Deney Sırası	Gerilim Değeri	Bariyerlerdeki en yüksek akım miktarı (Amper)					Frekans (Hertz)	Bariyeri Geçen Balık Sayısı		
		1. Bariyer	2. Bariyer	3. Bariyer	4. Bariyer	5. Bariyer		1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar
1.Deney	20V	0,089	0,02	0,01	0,018	0,092	10	2	1	1
2.Deney	20V	0,16	0,029	0,03	0,029	0,16	2,5	5	3	2
3.Deney	20V	0,15	0,037	0,05	0,034	0,15	1,25	5	5	6
4.Deney	35V	0,161	0,04	0,001	0,038	0,162	10	2	0	1
5.Deney	35V	0,295	0,068	0,002	0,067	0,28	2,5	4	6	2
6.Deney	35V	0,302	0,075	0,006	0,078	0,304	1,25	4	6	3
7.Deney	50V	0,235	0,057	0,005	0,058	0,241	10	0	0	0
8.Deney	50V	0,445	0,102	0,009	0,105	0,449	2,5	2	1	1
9.Deney	50V	0,426	0,104	0,008	0,098	0,414	1,25	3	2	2



Şekil 5.1. Bariyeri geçen balık sayıları, gerilim ve frekans değerleri

Şekil 5.1'de uygulanan gerilim değeri ve frekans değeri artıka bariyerlerden geçen balık sayısının azaldığı görülmektedir. 50 V 10 Hz uygulanan deneyde ise bariyerlerden hiç balık geçmediği, geçme girişiminde bulunan balıkların bu gerilim ve frekans değerinden olumsuz etkilendiği görülmüştür.

Çalışmada, balıklara zarar vermeyen uygun gerilim ve frekans değerini tespit edebilmek için veriler, varyans analizi ile incelenmiştir. Varyans analizi (ANOVA) bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılır. Anova tablosu gruplar arasındaki farklılıkları bir bütün olarak değerlendirir yani ikili gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğuna ilişkin bilgi vermez. Bunun için bu çalışmada Tukey testi tablosu da kullanılmıştır.

Varyans Analizi (ANOVA)					
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	df (Serbestlik derecesi)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F (F istatistiğini)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)
Guruplar Arasında	0,060	2	0,030	12,000	0,008
Gruplar İçinde	0,015	6	0,003		
Toplam	0,075	8			

Oran
Tukey HSD

Çoklu Karşılaştırma (Multile Comparisons)						
(I) Hz	(J) Hz	Ortalama Fark (I-J) (Mean Difference)	Standart Hata (Std. Error)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	99 % Güven Aralığı (99 % Confidence Interval)	
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)
10	2,5	-0,10000	0,04082	0,109	-0,2827	0,0827
	1,25	-0,20000*	,04082	0,006	-0,3827	-0,0173
2,5	10	0,10000	0,04082	0,109	-0,0827	0,2827
	1,25	-0,10000	0,04082	0,109	-0,2827	0,0827
1,25	10	0,20000*	0,04082	0,006	0,0173	0,3827
	2,5	0,10000	0,04082	0,109	-0,0827	0,2827

*.Ortalama fark 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Şekil 5.2. 20 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları

Şekil 5.2'de varyans analizine (ANOVA) göre 20 V gerilim uygulanan birinci, ikinci ve üçüncü deney gurupları için 20 V deneme gurupları arasındaki farkın anlamlı olduğu ve 1,25 Hz uygulanan deneyin bulgularınının 10 Hz uygulanan deneyin bulgularından farklı ($P < 0,01$) olduğu ancak diğer guruplardan farklı ($P > 0,01$) olmadığı tespit edilmiştir.

Varyans Analizi (ANOVA)					
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	df (Serbestlik derecesi)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F (F istatistiğini)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)
Guruplar Arasında	0,034	2	0,017	2,515	0,161
Gruplar İçinde	0,040	6	0,007		
Toplam	0,074	8			

Oran
Tukey HSD

Çoklu Karşılaştırma (Multile Comparisons)						
(I) Hz	(J) Hz	Ortalama Fark (I-J) (Mean Difference)	Standart Hata (Std. Error)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	99 % Güven Aralığı (99 % Confidence Interval)	
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)
10	2,5	-0,15000	0,06689	0,142	-0,4494	0,1494
	1,25	-0,07667	0,06689	0,524	-0,3761	0,2227
2,5	10	0,15000	0,06689	0,142	-0,1494	0,4494
	1,25	-0,07333	0,06689	0,550	-0,2261	0,3727
1,25	10	0,07667	0,06689	0,524	0,2227	0,3761
	2,5	-0,07333	0,06689	0,550	-0,3727	0,2261

Şekil 5.3. 35 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları

Şekil 5.3'deki varyans analizi tablosuna göre 35 V gerilim uygulanan deney gurupları için dördüncü, beşinci ve altıncı deney gurupları arasında anlamlı bir farkın olmadığı ($P>0,01$) belirlenmiştir.

Varyans Analizi (ANOVA)					
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	df (Serbestlik derecesi)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F (F istatistiğini)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)
Guruplar Arasında	1,654	2	0,827	1,488E3	0,000
Gruplar İçinde	0,003	6	0,001		
Toplam	1,657	8			

Oran
Tukey HSD

Çoklu Karşılaştırma (Multile Comparisons)						
(I) Hz	(J) Hz	Ortalama Fark (I-J) (Mean Difference)	Standart Hata (Std. Error)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	99 % Güven Aralığı (99 % Confidence Interval)	
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)
10	2,5	0,93333*	0,01925	0,000	0,8472	1,0195
	1,25	0,88333*	0,01925	0,000	0,7972	0,9695
2,5	10	-0,93333*	0,01925	0,000	-1,0195	-0,8472
	1,25	-0,05000	0,01925	0,090	-0,1361	0,0361
1,25	10	-0,88333*	0,01925	0,000	-0,9695	-0,7972
	2,5	0,05000	0,01925	0,090	-0,0361	0,1361

*.Ortalama fark 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Şekil 5.4. 50 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları

Şekil 5.4'deki varyans analizi tablosuna göre 50 V gerilim uygulanan deney gurupları için yedinci, sekizinci ve dokuzuncu deney gurupları arasında anlamlı bir farkın olduğu, yedinci deney gurubunda elde edilen bulguların sekizinci ve dokuzuncu deney gurubunda bulunan bulgulardan önemli derecede farklı olduğu ($P < 0,01$) belirlenmiştir. Sekiz ve dokuzuncu deney gurupları arasında ise farkın önemsiz ($P > 0,01$) olduğu görülmüştür.

Varyans Analizi (ANOVA)						
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	df (Serbestlik derecesi)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F (F istatistiğini)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	
Guruplar Arasında	0,327	2	0,164	2,158	0,137	
Guruplar İçinde	1,819	24	0,076			
Toplam	2,147	26				
Oran Tukey HSD						
Çoklu Karşılaştırma (Multile Comparisons)						
(I) Volt	(J) Volt	Ortalama Fark (I-J) (Mean Difference)	Standart Hata (Std. Error)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	99 % Güven Aralığı (99 % Confidence Interval)	
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)
20	35	0,01111	0,12979	0,996	-0,4061	0,4283
	50	-0,22778	0,12979	0,206	-0,6450	0,1894
35	20	-0,01111	0,12979	0,996	-0,4283	0,4061
	50	-0,23889	0,12979	0,178	-0,6561	0,1783
50	20	0,22778	0,12979	0,206	-0,1894	0,6450
	35	0,23889	0,12979	0,178	-0,1783	0,6561

Şekil 5.5. 20 V, 35 V ve 50 V Gerilim uygulanan deney gurupları sonuçları

Şekil 5.5'deki varyans analizi tablosuna göre 20 V, 35 V ve 50 V gerilim uygulanan deney gurupları için balık geçişleri ile ilgili hesaplanan oranlar arasında istatistiki olarak farkın olmadığını görmüştür.

Varyans Analizi (ANOVA)						
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	df (Serbestlik derecesi)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F (F istatistiğini)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	
Guruplar Arasında	1,774	2	0,887	798,250	0,000	
Guruplar İçinde	0,007	6	0,001			
Toplam	1,781	8				
Oran Tukey HSD						
Çoklu Karşılaştırma (Multiple Comparisons)						
(I) Volt	(J) Volt	Ortalama Fark (I-J) (Mean Difference)	Standart Hata (Std. Error)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	99 % Güven Aralığı (99 % Confidence Interval)	
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)
20V 50V	35V 50V	0,01667	0,02722	0,819	-0,0668	0,1002
	50V 50V	-0,93333*	0,02722	0,000	-1,0168	-0,8498
35V 50V	20V 50V	-0,01667	0,02722	0,819	-0,1002	0,0668
	50V 50V	-0,95000*	0,02722	0,000	-1,0335	-0,8665
50V 50V	20V 50V	0,93333*	0,02722	0,000	0,8498	1,0168
	35V 50V	0,95000*	0,02722	0,000	0,8665	1,0335
*.Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Şekil 5.6. 20 V,35 V ve 50 V 10 Hz uygulanan gurup sonuçları

Şekil 5.6'da farklı volt değerlerinin ortak frekans değerleri karşılaştırıldığında ise 50V 10 Hz, 20V 10 Hz ve 35V 10 Hz değerleri arasındaki farkın önemli ($P < 0,05$), 20V 10 Hz ile 35V 10 Hz değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür ($P > 0,05$).

Varyans Analizi (ANOVA)						
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	df (Serbestlik derecesi)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F (F istatistiğini)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	
Guruplar Arasında	0,029	2	0,014	2,600	0,154	
Guruplar İçinde	0,033	6	0,006			
Toplam	0,062	8				

Oran
Tukey HSD

Çoklu Karşılaştırma (Multile Comparisons)						
(I) Volt Hz	(J) Volt Hz	Ortalama Fark (I-J) (Mean Difference)	Standart Hata (Std. Error)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	99 % Güven Aralığı (99 % Confidence Interval)	
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)
20V2,5Hz	35V2,5Hz	-0,03333	0,06086	0,851	-0,2201	0,1534
	50V2,5Hz	0,10000	0,06086	0,300	-0,0867	0,2867
35V2,5Hz	20V2,5Hz	0,03333	0,06086	0,851	-0,1534	0,2201
	50V2,5Hz	0,13333	0,06086	0,151	-0,0534	0,3201
50V2,5Hz	20V2,5Hz	-0,10000	0,06086	0,300	-0,2867	0,0867
	35V2,5Hz	-0,13333	0,06086	0,151	-0,3201	0,0534

Şekil 5.7. 20 V,35 V ve 50 V 2,5 Hz uygulanan gurup sonuçları

Şekil 5.7’da 20 V,35 V ve 50 V gerilimde 2,5 Hz uygulanan guruplar için sadece uygulanan farklı volt değerleri karşılaştırıldığında ise guruplar arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür ($P>0,05$).

Varyans Analizi (ANOVA)					
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	df (Serbestlik derecesi)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F (F istatistiğini)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)
Guruplar Arasında	0,035	2	0,018	7,000	0,027
Guruplar İçinde	0,015	6	0,002		
Toplam	0,050	8			

Oran
Tukey HSD

Çoklu Karşılaştırma (Multile Comparisons)						
(I) Volt Hz	(J) Volt Hz	Ortalama Fark (I-J) (Mean Difference)	Standart Hata (Std. Error)	Anlamlılık Düzeyi (Significance Level)	99 % Güven Aralığı (99 % Confidence Interval)	
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)
20V1,25Hz	35V1,25Hz	0,05000	0,04082	0,483	-0,0753	0,1753
	50V1,25Hz	0,15000*	0,04082	0,024		0,2753
35V1,25Hz	20V1,25Hz	-0,05000	0,04082	0,483	-0,1753	0,0753
	50V1,25Hz	0,10000	0,04082	0,109	-0,0253	0,2253
50V1,25Hz	20V1,25Hz	-0,15000*	0,04082	0,24	-0,2753	-0,0247
	35V1,25Hz	-0,10000	0,04082	0,109	-0,2253	0,0253

*.Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Şekil 5.8. 20 V,35 V ve 50 V 1,25 Hz uygulanan grup sonuçları

Şekil 5.8’de 20 V, 35 V ve 50 V gerilimde 1,25 Hz uygulanan grupta anlamlı bir farkın olduğu, 35 V 1,25 Hz deney gurubu ile diğer iki grup arasındaki fark önemsiz iken ($P>0,05$), 20 V 1,25 Hz, 50 V 1,25 Hz deney gurubu arasındaki fark önemli ($P<0,05$) olduğu görülmüştür

6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Eğirdir gölünden sulama-içme amaçlı su çekimi sırasında oluşan akıntıya balıkların kapılarak su pompasına girişini engellemek ve akıntıya kapılan balıkların su pompalarına verdiği zararları azaltmak için elektrikli balık bariyeri tasarlanmış ve laboratuvar şartlarında denenmiştir.

Balık engelleme sistemleri; fiziksel engeller ve fiziksel olmayan engeller olarak ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel engeller su akışını engelledikleri ve su ile gelen cisimlerin fiziksel engelleyiciyi tıkaması nedeni ile sık bakım gerektirdikleri için çok fazla tercih edilmemektedir. Hava kabarcıklı, ışıklı, akustik, elektrikli vb. fiziksel olmayan engelleyiciler ise su akışını engellememeleri, az bakım gerektirmeleri ve uzun ömürlü olmaları nedeniyle fazla tercih edilmektedirler.

Elektrikli balık bariyerinde suya daldırılan metal çubuklara elektrik uygulanması sonucu suda akım geçirilerek bariyer oluşturulmaktadır. Elektrik alan içerisinde kalan balık, sistemin bir parçası haline gelmekte ve balığın vücudundan akım geçmektedir. Bu geçen akım balığın yüzmesini sağlayan kaslı yapıyı etkilemekte ve akımın şiddetine göre balıkta hafif seğirtme, felç meydana gelmekte veya balık öle bilmektedir. Balığın elektriksel alan içerisinde üç farklı durumu söz konusudur bunlar; balığın iletkenliğinin suyun iletkenliğinden büyük, küçük veya eşit olduğu durumlardır. Bu durumlardan istenen ideal durum balığın iletkenliğinin suyun iletkenliğine eşit olmasıdır. Böylelikle elektrik alan balığın bütün vücuduna eşit olarak uygulanabilmektedir. Su içerisinde balığa maksimum güç verilebilmesi için elektrik alanının balığa kafa-kuyruk boyunca etki etmesi gerekmektedir. Bu nedenle bariyer sisteminde elektrik alan yönü balıkların kafa-kuyruk boyunca etki edecek şekilde ve balıkların bariyere ilk yaklaştığı nokta düşük gerilim seviyesinde ve balık bariyerlerde ilerlemek istedikçe gerilim seviyesi artacak şekilde tasarlanmıştır.

Elektrikli balık bariyerinde AA veya DA kullanılabilir. Ancak AA'nın balıklarda strese sebep olduğunun bilinmesi nedeni ile elektrikli balık bariyerlerinde DA tercih edilmektedir. Uygulanan DA sürekli olarak uygulanması durumunda

canlılar için tehlike oluşturmaktadır. Bunun için gerilim kare dalga formunda uygulanmalıdır.

Bariyere uygulanan gerilim için DA olarak 1,2 V ile 50 V arasında gerilim değeri ayarlanabilen 3 A'lık 4 adet alçaltıcı tip anahtarlamalı güç kaynağı birbirine seri bağlanarak kullanılmıştır. Sistemde bulunan on/off süre belirleyici kat sayesinde kare dalgaların on ve off süreleri birbirlerinden bağımsız olarak 1 ms ile 1000 ms arasında değiştirilebilir olarak tasarlanmıştır. Laboratuvar ortamında yapılan deneylerde bariyere 20 V, 35 V ve 50 V genliğindeki kare dalgalar uygulanmıştır. On ve off süreleri birbirine eşit, 50 ms (10 Hz), 200 ms (2,5 Hz) ve 400 ms (1,25 Hz) olmak üzere 3 farklı kare dalga formu uygulanmıştır. Bariyerler suyun 13,5 cm altına ve bariyerlerin altından balık geçmeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Bariyerler arası 20 cm olmak üzere 5 adet bariyer kullanılmıştır. 7 deney yapılmıştır ve deneyler 3 kez tekrarlanmıştır (toplam deney sayısı 21). Deneylerde toplam 90 adet balık kullanılmıştır. Her deney tekrarında farkı 30 adet balık kullanılmış ve geçen balık sayıları gözlenmiştir. Elde edilen değerler arasında anlamlı bir farkın olup olmadığının tespiti için istatistiksel olarak incelenmiştir.

Birinci (20 V 10 Hz), üçüncü (20 V 1,25 Hz), yedinci (50 V 10 Hz) ve dokuzuncu (50 V 1,25 Hz) deney gurupları arasında farkın anlamlı, gerilim değerinin 35 V olduğu deney gurupları arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür.

İkinci (20 V 2,5 Hz), beşinci (35 V 2,5 Hz), sekizinci (50 V 2,5 Hz) deneyler arasındaki farkın anlamsız ve üçüncü deney (20 V 1,25 Hz) ile dokuzuncu deney (50 V 1,25 Hz) değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür. 20 V deney grubunda 10 Hz ile 1,25 Hz gurupları arasındaki farkın anlamlı, 35 V deney gurupları arasında ise farkın anlamsız 50 V deney gurubunda ise 10 Hz ile 1,25 Hz arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür.

Sadece uygulanan farklı gerilim değerleri karşılaştırıldığında, deney gurupları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Aynı frekans farklı gerilim değerleri karşılaştırıldığı zaman ise 10 Hz için 50 V, 20 V ve 35 V gerilim değerleri

arasındaki farkın anlamlı, 2,5 Hz değerleri arasındaki fark anlamsız ve 20 V 1,25 Hz ile 50 V 1,25 Hz değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur.

20 V deneme gruplarında bariyerleri geçen balıkların ortalama boyları $8,89\pm 0,15$ cm, 35 V için $9,63\pm 0,19$ cm ve 50 V deneme grubundakiler ise $8,01\pm 0,18$ cm olarak tespit edilmiştir. Denemede kullanılan tüm balıkların boy ortalaması $8,13\pm 0,18$ cm olarak ölçülmüştür. Yapılan denemelerde bariyerleri boyca büyük olan balıkların geçebildiği görülmüştür.

İstatistiksel değerlendirmeler ve elde edilen bulgular, gerçekleştirilen elektrikli balık bariyerinde 50 V 10 Hz değerinin balıkları olumsuz etkilediği için kullanılmayacağını, 20V 10 Hz ve 35 V 10 Hz değerlerinin ise uygulanabileceğini göstermiştir. Ancak elektrikli balık bariyerinin uygulanacağı bölgenin fiziki şartları, derinliği, sıcaklığı, tuzluluğu, iletkenliği, balık cinsleri ve balıkların boy değerleri bu bariyerin etkinliği üzerinde etkili olacağı görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Altınbaşak, O., 2006. Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama, 325s, Atlas Yayıncılık.
- Akdere, M., 2006. Anahtarlamalı Güç Kaynakları ve Televizyonlarda Uygulanması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 145s, Ankara.
- Anonim, 2013. Balık ve Balıkçılık. Erişim Tarihi: 12.10.2013. www.zmo.org.tr/resimler/ekler/BALIK_BALIKCILIK/1953/09.pdf
- Brown, M., 1990. Practical Switching Power Supply Design. Academic Press, 237s, USA.
- Bulut, C., Atay R., Uysal K., 2009. Eğirdir Gölü'nde Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi ve Limnoloji Açısından Değerlendirilmesi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(2), 447-454.
- Bodur, H., 2010. Güç Elektroniği. Birsen Yayınevi, 396s, İstanbul.
- Erikson, U., Lambooij, B., Digre, H., Reimert, H.G.M., Bondø, M., Van der vis, H., 2012. Conditions for instant electrical stunning of farmed Atlantic cod after de-watering, maintenance of unconsciousness, effects of stress, and fillet quality-A comparison with AQUIS™. Aquaculture, 324-325, 135-144.
- Fish and Wildlife Service, 2011. Electrical Fiels. 26.11.2011. <http://training.fws.gov/EC/Resources/ElectrofishingResources/ManualChapters/Chapter3.pdf>
- Gürdal, O., 2000. Güç Elektroniği. Nobel Yayın Dağıtım, 632s, Ankara.
- Huveneers, C., Rogers, P.J., Semmens, J., Beckmann, C., Kock, A.A., Page, B. And Goldsworthy, S. 2012. Effects of the Shark Shield™ electric deterrent on the behaviour of white sharks (Carcharodon carcharias). SARDI Publication No F2012/000123-1, 61pp.
- Kolz A.L., Johnson R.E., 1995. In-Water electroshock Techniques to Repel Aquatic Mammals and Birds. USDA National Wildlife Research Center Symposia National Wildlife Research Center Repellents, University of Nebraska, 203-215.
- Lambooij, E., Kloosterboer, R.J., Gerritzen, M.A., Van de Vis, J.W., 2006. Assessment of electrical stunning in fresh water of African Catfish (Clarias gariepinus) and chilling in ice water for loss of consciousness and sensibility. Aquaculture, 254, 388-395.

- Mohan, N., Undeland, T.M., Robbins, W.P., 2003. Power Electronics. Çev.Tuncay, N., Gökaşan, M., Boğosyan, S., Literatür Yayıncılık, 800s, İstanbul.
- Mcinerney M.K., Bushman J.B., Abdallah T., Nielsen P.H., Life., Lilly T.G., Shea C.B., Hock V.F., Britt J.T., 2005. Electrical Effects on Barges, Tows, and People by The Chicago Sanitary And Ship Canal Electric Fish Barrier: Preliminary Results. Product Safety Engineering, 2005 IEEE Symposium on, 3-4 october 2005, USA, 54-64.
- Mikrochip, 2013. PIC 16F628A. Erişim Tarihi: 20.10.2013. <http://www.microchip.com/downloads/en/devicedoc/40044f.pdf>
- Özbilgin, H., 1998. The seasonal variation of trawl codend selectivity and the role of learning in mesh penetration behaviour of fish. University of Aberdeen, Department of Zoology, PhD Thesis. 206p, Scotland.
- Özbilgin, H., Kınacıgil H.T., Özbilgin, Y.D., 2004. Balıklarda Yüzme Davranışı ve Trol Operasyonu Açısından Önemi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4), 355-359.
- Özdamar, C., 2011. PLC-Teori ve Uygulama 1. Birsen Yayınevi. 169s, Birsen Yayınevi.
- Rashid, M. H., 2001. Power Electronics Handbook. Academic Press, 883s, San Diego.
- Smith E.D., 1991. Electric shark barrier: initial trials and prospects. Power engineering journal, 5(4), 167-176.
- Smith Root INC, 2012. Fish Barriers & Guidance. Erişim Tarihi: 05.05.2013. http://www.smith-root.com/images/smithroot/downloads/57/09446.004_barrier_book.pdf
- Texas Instruments, 2013. LM2576HV-ADJ. Erişim Tarihi: 20.10.2012. <http://www.ti.com/product/lm2576hv>
- Uysal, R., Bolat, Y., 2010. Eğirdir Gölü Su Seviyesindeki Değişimlerin Göl Ekosistemine Etkileri ve Sulama Sisteminin Payı. TAGEM-HAYSÜD-2010-09-01-02
- Videler, J.J., 1993. Fish Swimming. Chapman and Hall, 254p, London.
- Yalçın, H., Koç, T., 2000. Elektrokimya. Palme Yayıncılık, 183s, Ankara.
- Yaşar, E., 2012. Mikrodenetleyiciler ve Uygulamaları. 347s, Murathan Yayınevi.
- Wikipedia, 2013. Eğirdir gölü. Erişim Tarihi: 10.10.2012. <http://tr.wikipedia.org>

EKLER

EK A. Mikroişlemciye yüklenen program

EK B. Devre şemaları

EK C. Devre fotoğrafları

EK D. Eğirdir Gölünden çekilen su ve balık miktarları

EK E. Eğirdir Gölünde ve sulama kanallarında yakalanan balık oranları

EK A. Mikroişlemciye yüklenen program

DEFINE OSC 4

***** 16F628A'nın Kullanılmayan Özelliklerinin Kapatılması *****

```
@ DEVICE pic16F628A           'işlemci 16F628A
@ DEVICE pic16F628A, WDT_ON    'Watch Dog timer açık
@ DEVICE pic16F628A, PWRT_ON   'Power on timer açık
@ DEVICE pic16F628A, PROTECT_OFF 'Kod Protek kapalı
@ DEVICE pic16F628A, MCLR_off   'MCLR pini kullanılmıyor
@ DEVICE pic16F628A, INTRC_OSC_NOCLKOUT 'Dahili osilatör kullanılacak
CMCON=7                       '16F628A'da komparatörler pinleri iptal hepsi giriş
OPTION_REG.7=1                 ' B portundaki dahili pull-up iptal edildi
```

***** Portların Giriş ve Çıkış olarak Ayarlanması *****

```
TRISA=%11110111           'A portu giriş olarak ayarlandı.
TRISB=%00000000           'B portu çıkış olarak ayarlandı.
porta=0                    ' A portunu sıfırla
portb=0                    ' B portunu sıfırla
```

***** Lcd Ayarı *****

```
DEFINE LCD_DREG PORTB      'LCD data bacakları PortB de bağlı
DEFINE LCD_DBIT 4          'LCD data bacakları 4. bitten başlıyor
DEFINE LCD_EREG PORTB     'LCD Enable Bacağı PortB de bağlı
DEFINE LCD_EBIT 3          'LCD Enable Bacağı 3. bite bağlı
DEFINE LCD_RWREG PORTB    'LCD RW Bacağı PortB de bağlı
DEFINE LCD_RWBIT 2        'LCD RW Bacağı 2. bite bağlı
DEFINE LCD_RSREG PORTB    'LCD RS Bacağı PortB de bağlı
DEFINE LCD_RSBIT 1        'LCD RS bacağı 1. Bite bağlı
DEFINE LCD_BITS 4         'LCD 4 bit olarak bağlı
DEFINE LCD_LINES 2       'LCD 2 sıra olarak çalışıyor.
```

***** Değişken Tanımlamaları *****

```
b1 var word                'On süresi
b2 var word                'Off süresi
ark var byte               'Butonlardaki ark engelleyici süre
x var byte                 'Artma veya azalma 10'arlı olması için
```

***** Semboller *****

```
SYMBOL asaOFF=porta.3     'Off süresi azalt
SYMBOL yukOFF=porta.2     'Off süresi arttır
SYMBOL LED=portb.0        'Kare dalga çıkışı
SYMBOL yukON=porta.0      'On süresini arttır
SYMBOL asaON=porta.1      'On süresini azalt
```

EK A1. Mikroişlemciye yüklenen program

symbol kontrol=porta.4 'On-Off tuşlarının bir olup olmadığını kontrol et
symbol onkat=porta.7 'Artış azalış on kat
symbol yuzkat=porta.6 'Artış azalış yüz kat

*****Başlangıç değerleri*****

b1=0 'On süresi başlangıçta 0
b2=0 'Off süresi başlangıçta 0
ark=200 'Tuş basımında oluşan ark sönümü için
x=1 'Artış ve azalış başlangıçta 1 er olması için

***** İlk çalışmada ekranda değerlerin sıfır yazımı için *****

paUSE 100 'LCD açılışı
LCDOUT \$FE,1 'Ekranı sil
lcdout \$FE,1, "On sure=",dec4 b1,"ms" '1.satır
lcdout \$FE,\$C0,"Off sure=",dec4 b2,"ms" '2.satır

***** Ana Program *****

dongu:

low led 'Çıkışın sıfır kalma süresi
pause b2
if b1<>0 then 'On süresi 0 olduğunda çıkışın 1 oluşunu engellemek için
high led 'Çıkışın 1 olma süresi
pause b1
endif
if kontrol<>0 then 'Herhangi bir tuşa basılır ise b1 ve b2 değerlerini al

if onkat=1 then x=10 'x10 tuşu basılı ise artış ve azalış 10 katlarında olsun
if yuzkat=1 then x=100 'x100 tuşu basılı ise artış ve azalış 100 katlarında olsun

if onkat=0 and yuzkat=0 then x=1 'x10 ve x100 basılı değilse 1 kat olsun

if onkat=1 and yuzkat=1 then x=1 'x10 ve x100 beraber basılı ise 1 kat olsun

if yukon=1 and b1<1000 then 'x10 basılırsa
b1=b1+x
pause ark
endif

if yukoff=1 and b2<1000 then 'Off artır basılırsa
b2=b2+x
pause ark
endif

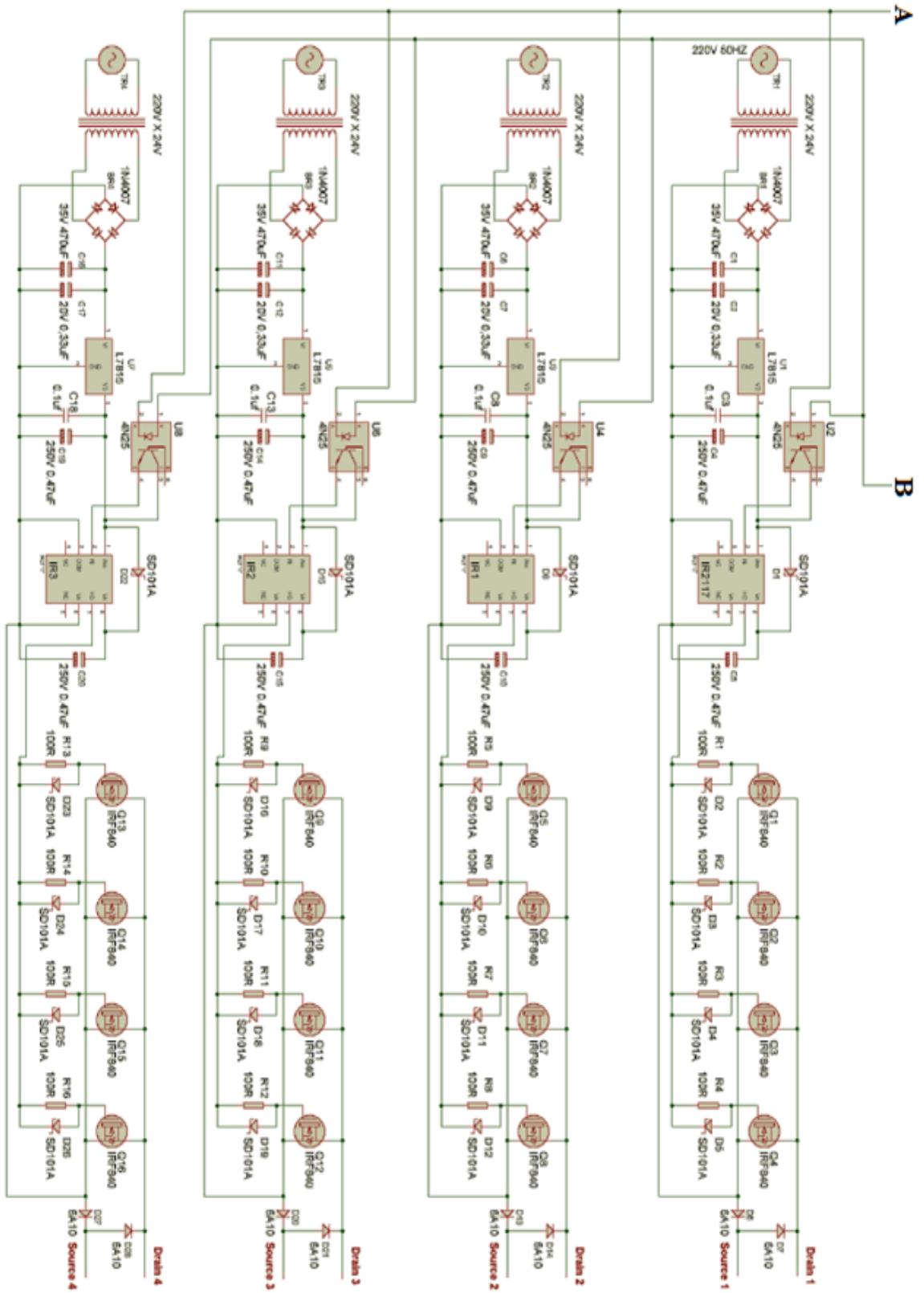
if asaon=1 and b1>0 then 'x10 azalt basılırsa

EK A2. Mikroişlemciye yüklenen program

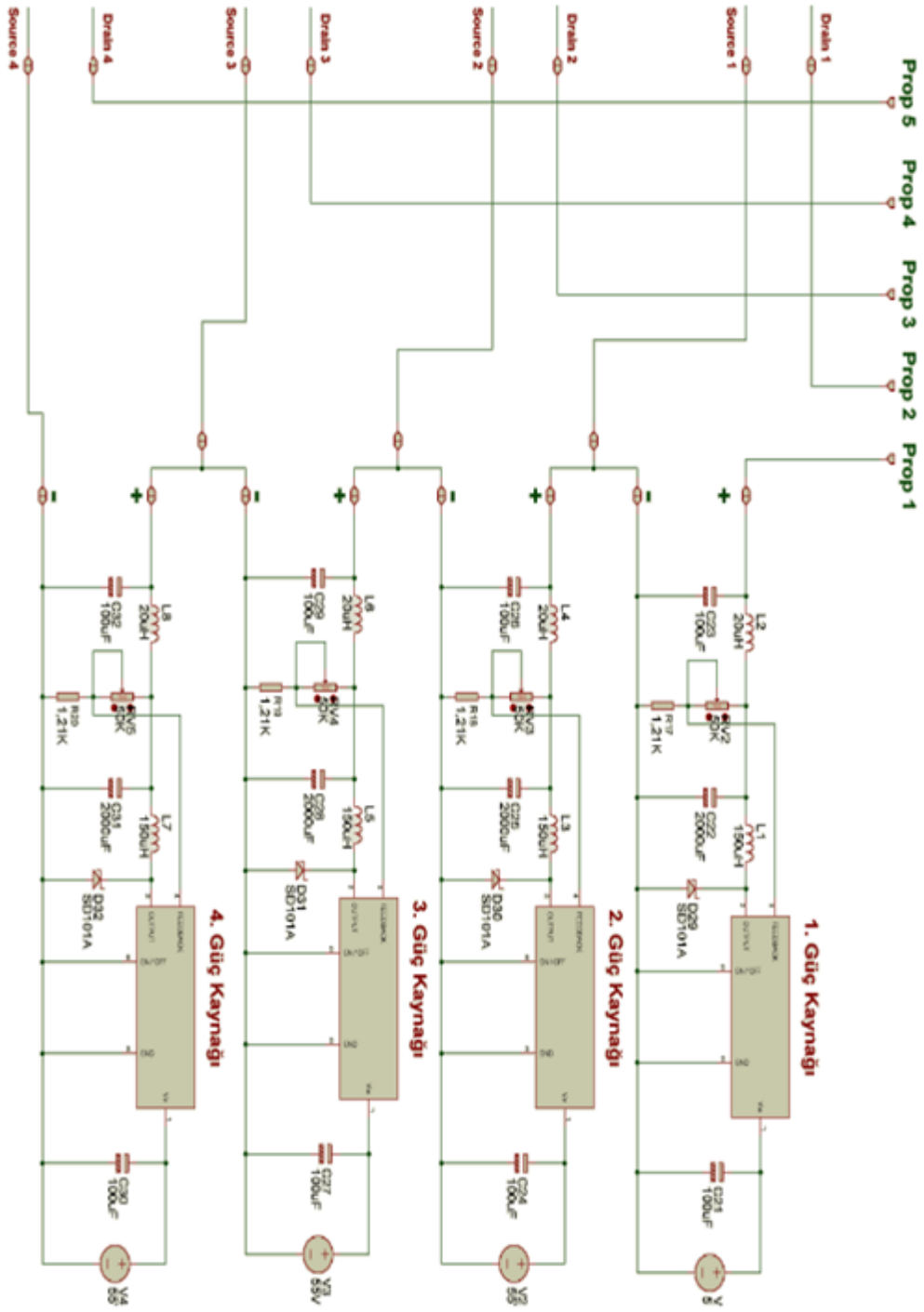
```
b1=b1-x
pause ark
endif

if asaoff=1 and b2>0 then          'Off azalt basılırsa
  b2=b2-x
  pause ark
endif
  LCDOUT $FE,1                    'Ekranı sil
  lcdout $FE,1, "On sure=",dec4 b1,"ms" '1.satır
  lcdout $FE,$C0,"Off sure=",dec4 b2,"ms" '2.satır
endif
GOTO DONGU
End
```

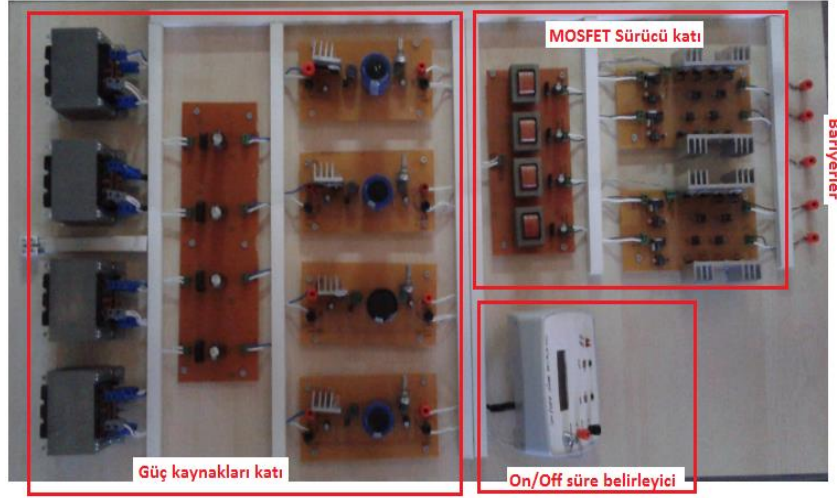

EK B1. Devre şemaları



EK B2. Devre şemaları



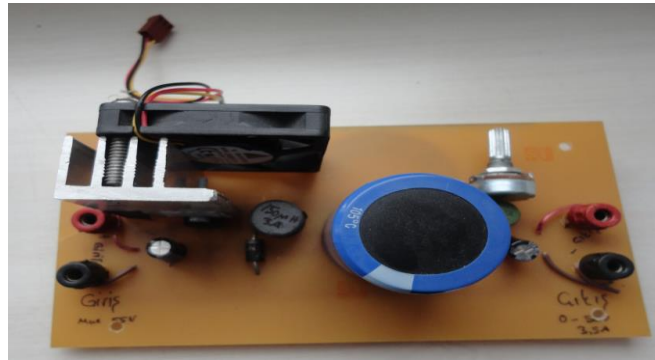
EK C. Devre fotoğrafları



Tümdevre

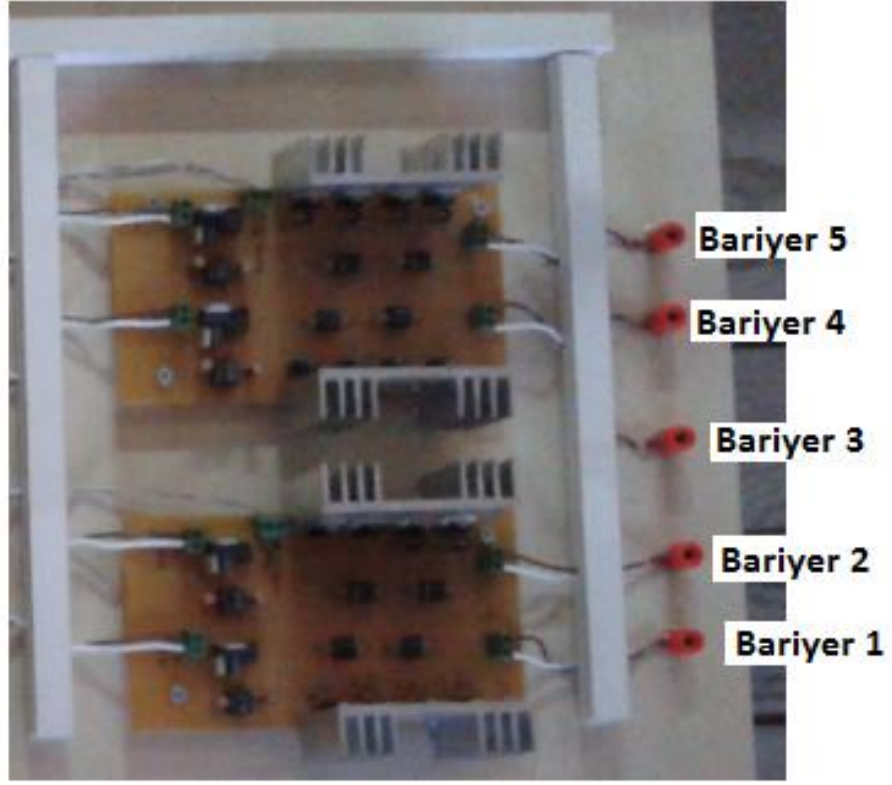


On/Off süre belirleci

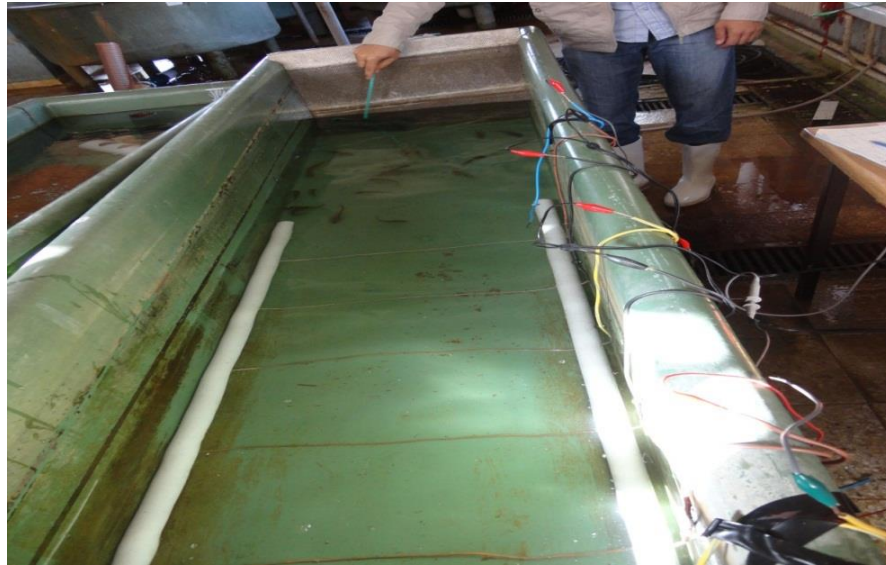


Güç kaynağı

EK C.1 Devre fotoğrafları

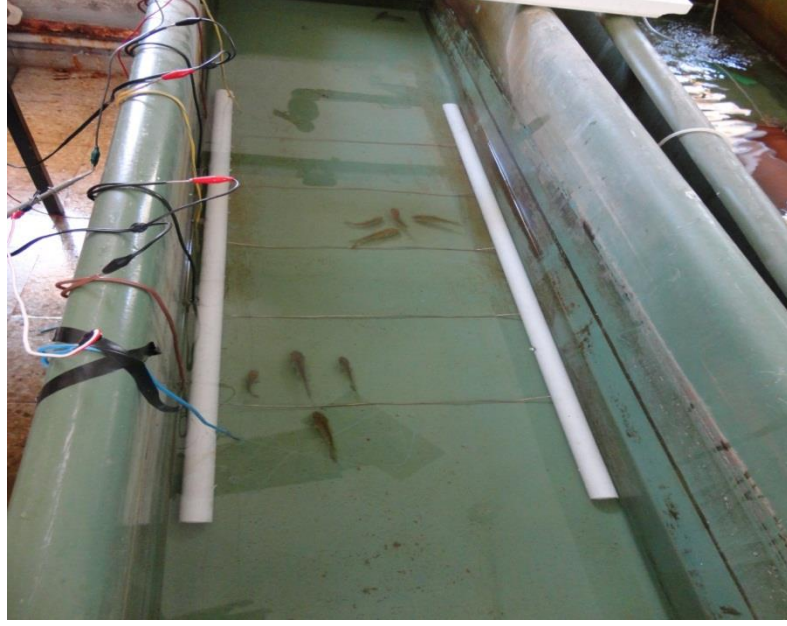


MOSFET sürücü katı

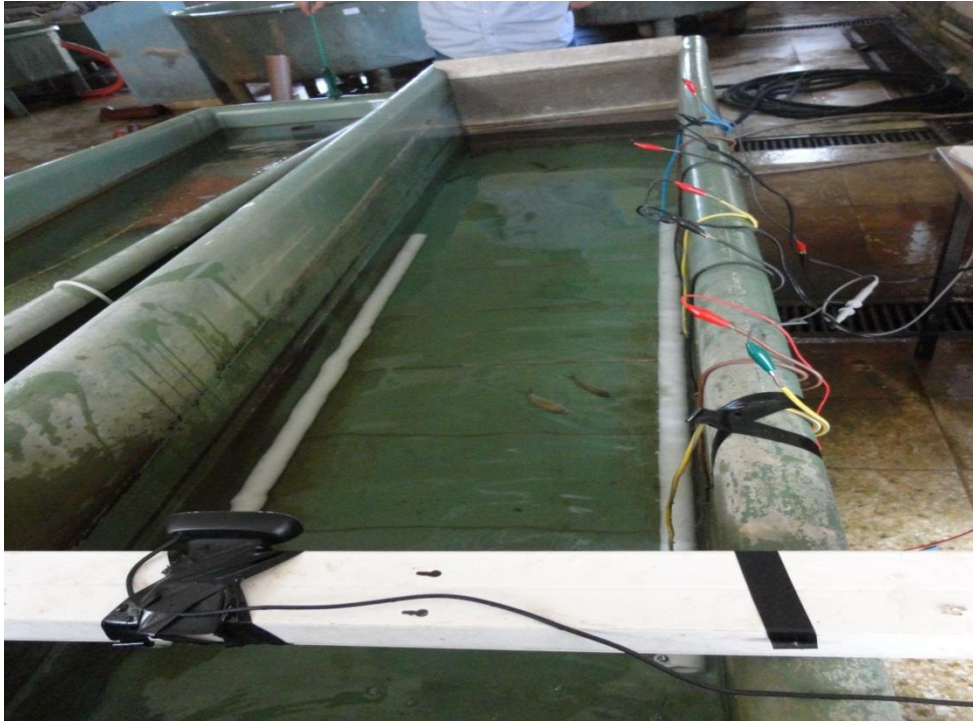


Bariyerlerin aktif durumu

EK C.2 Devre fotoğrafları



Bariyerlerin kapalı konumu



Balıkların şok durumu

EK D. Eğirdir Gölünden çekilen su ve balık miktarları

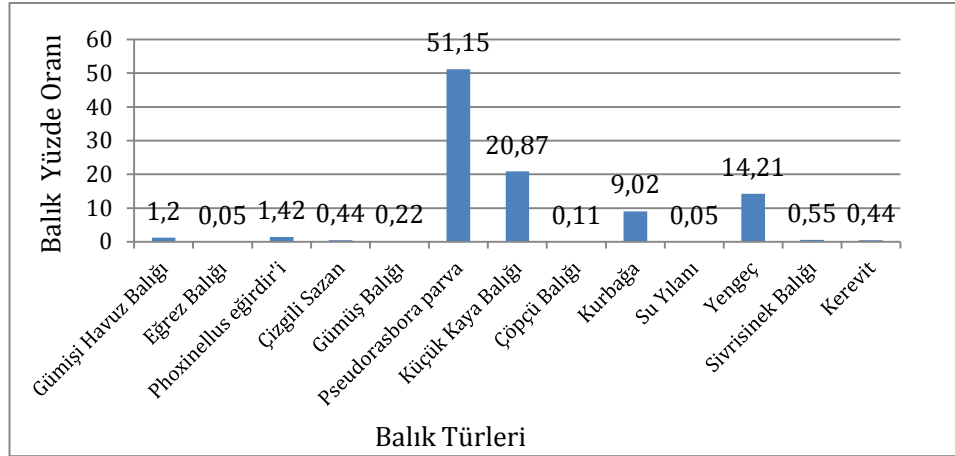
Eğirdir Gölü pompa istasyonları ve 2010 yılı çekilen su miktarları

Pompa istasyon adı	Çekilen su miktarı(m ³)
Hoyran (Taşevi)	9.334.440
Gençali (Senirkent)	25.889.310
Kayaagzı (Senirkent)	6.460.722
Bedre (Atabey)	49.661.154
Bedre-II (Atabey)	4.381.182
Boğazova (Eğirdir)	4.660.695
Gelendost	21.695.391
Gelendost-II	3.092.232
Barla	584.901
Genel Toplam	125.760.027

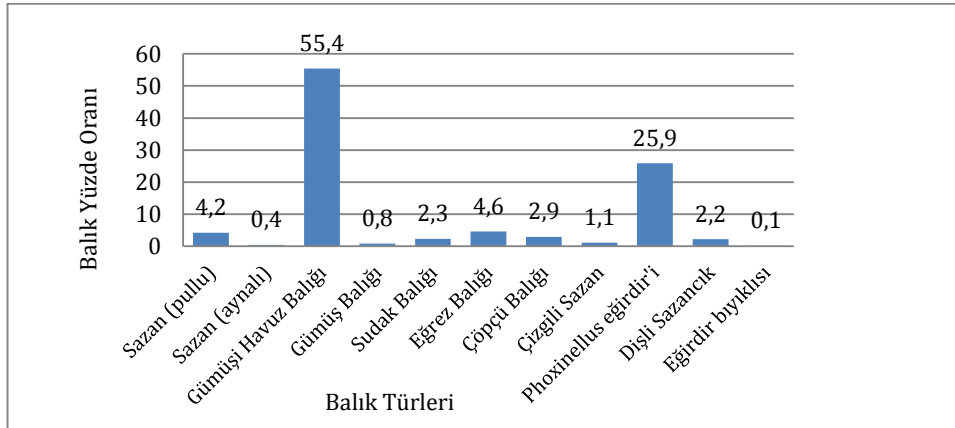
Eğirdir Gölünde 2010 yılında su pompalarından çekilen balık miktarları (Uysal ve Bolat,2010).

Pompa istasyon adı	Küçük Kaya Balığı	Gümüşi Havuz Balığı	Yengeç	Dişili Sazancık	Çöpçü Balığı	Çizgili Sazan
Barla	140.928	108	216	372	0	0
Boğazova (Eğirdir)	60.108	0	156	0	0	0
Gelendost-II	127.170	78	0	6.264	2.946	8.808
Hoyran (Taşevi)	314.376	255	510	510	0	0
Bedre-I (Atabey)	949.740	1.052	2.104	12.764	4.592	16.429
Bedre-II (Atabey)	68.359	54	108	1.044	232	2.026
Gelendost	113.773	4	8	5.804	150	7.650
Gençali (Senirkent)	653.263	1.275	2.548	8.809	1.790	12.208
Kayaagzı (Senirkent)	105.144	100	201	1.556	265	2.281
Toplam (Adet)	2.535.861	2.926	6.734	37.123	9.978	49.402

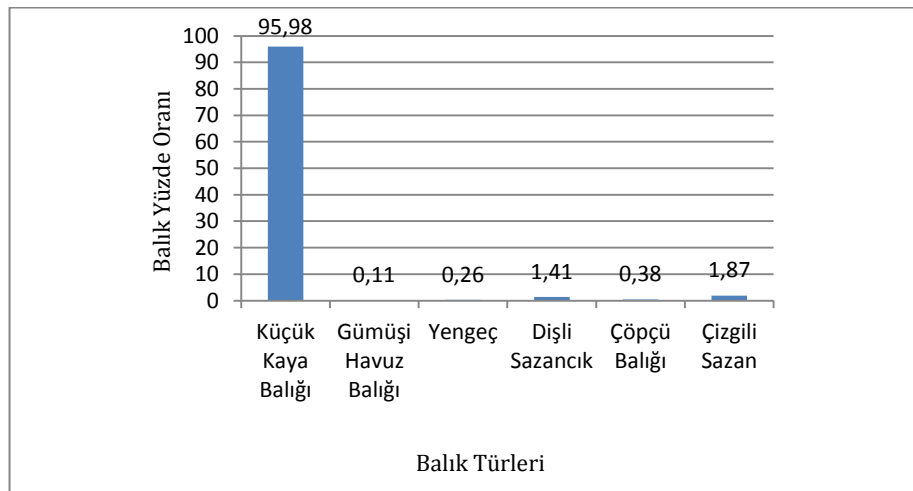
EK E. Eğirdir Gölünde ve sulama kanallarında yakalanan balık oranları



Sulama kanallarında yakalanan yavru balık oranları (Uysal ve Bolat, 2010)



Eğirdir Gölünde yakalanan balık türleri ve oranları (Uysal ve Bolat, 2010).



Sulama kanallarındaki balık kayıp oranları (Uysal ve Bolat, 2010)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Talat YALÇINKAYA

Doğum Yeri ve Yılı : Elazığ, 1980

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : talat_ycinkaya@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Elazığ Gazi Endüstri Meslek Lisesi, 1997

Ön Lisans : Fırat Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu,
Bilgisayar Donanımı, 2001

Lisans : Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik-
Bilgisayar Eğitimi Elektronik Öğretmenliği, 2006