

**TENS CİHAZI**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ BİYOMEDİKAL  
MÜHENDİSLİĞİNE SUNULAN BİTİRME PROJESİ RAPORU**

**OZAN DOĞAN**

**MEHMET KILINÇDEMİR**

**BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ LİSANS  
PROGRAMI**

**LEFKOŞA, 2017**

**Ozan DOĞAN**

**Mehmet KILINÇDEMİR**

**TENS CİHAZI**

**YDÜ**

**2017**

**TENS CİHAZI**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ BİYOMEDİKAL  
MÜHENDİSLİĞİNE SUNULAN BİTİRME PROJESİ RAPORU**

**OZAN DOĞAN**

**MEHMET KILINÇDEMİR**

**BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ LİSANS  
PROGRAMI**

**LEFKOĐA, 2017**

## **BİLDİRGE**

Tarafımızdan hazırlanıp huzuruza sunulan tez içerisinde intihal yapılmadığını, çalışmalarımızın tamamıyla edindiğimiz bilgiler doğrultusunda olduğunu bilgilerinize arz ederiz.

İsim- Soyisim: Ozan DOĞAN

İmza:

Tarih: 02.01.2018

İsim- Soyisim: Mehmet KILINÇDEMİR

İmza:

Tarih: 02.01.2018

## **TEŞEKKÜRLER**

Projeyi oluşturmamızda emeği geçen yardımını esirgemeyen bizi y6nlendiren fikir veren araştırma g6revlisi Aziz Rasim YUSUF danışman hocamıza, KILINÇ elektrik-elektronik genel sorumlusu Ali YILDIZ, Çukurova Üniversitesi Elektrik – Elektronik B6l6m6 6ęrencisi Berkay ONAYLI, Nevřehir Hacı Bektař Veli niversitesi 6ęretim G6revlisi Serdar iek, y6ksek biyomedikal teknikeri Hasan MENGE, y6ksek biyomedikal teknikeri Koray NAL, y6ksek biyomedikal teknik servis m6d6r6 İsa Bali TAŐÇI'ya ve bize bu imkanı sağlayan b6l6m başkanımız Doç. Dr. Terin ADALI'ya en içten dileklerimizle çok teşekk6r ederiz.

## ÖZET

Bu çalışmada, elektrik enerjisi ile vücuttaki ağrıları gidermek için tasarlanan, Transkutan Elektrische Nervan Stimülasyonu (TENS) üzerinde durulmuştur. Yapılan bu projenin amacı, cilde yerleştirilen elektrotlar üzerinden sinir sistemine kontrollü düşük gerilimli elektrik akımı uygulanarak deri üstünden sinirsel uyarı, sinir uçlarının içinden geçen iletimi önlemektir. Böylece beyne giden ağrı sinyalleri engellemiş olur ve hasta ağrıyı algılamaz olur. TENS cihazı sadece ağrıyı gidermek için değil başka amaçlar içinde kullanılan ve o amaçlar için yapılan petli zayıflama, kasların güçlenmesi gibi TENS cihazları da mevcuttur ama en çok tercih edilen fizik tedavide ağrıları gidermek için kullanılır. Yapılan bu projede ise sadece ağrıyı gidermek için kullanılan TENS cihazı olacaktır. Bu projede 4 farklı mod ve çift kanal mevcuttur. Klinik uygulamalarda daha fazla mod 2, 4, 6 ve 8 kanala sahip olabilirler. Yapılan bu devrede dört farklı mod olmasının amacı ağrı tipine göre daha fazla mod seçeneği sunmaktır. Dijital devre ile tasarlanan bu projede pille çalıştığından dolayı taşınabilir, kullanımı oldukça kolay ve maliyeti düşüktür. Toplamda üç tane buton bulunan, bunlardan biri “OK” biri “+, yukarı” biri de “-, aşağı” tuşu olmak üzere üç farklı buton mevcuttur. Hasta açısından evde kullanılabilirliği oldukça rahattır. Ayrıcalıklı bir durum gerekmedikçe ağrının olduğu bölgeye elektrotlar yerleştirilerek tedavi uygulanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Tens; Fizik tedavi yöntemleri; Tensin farklı modları; Fizik tedavide kullanılan tens cihazı; Dijital Tens cihazı;

## ABSTRACT

In this work, we focused on Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) designed to relieve pain in the body with electrical energy. The purpose of this study is to prevent the transmission of nerve endings through neural stimulation created on the skin by applying a low-voltage electrical current controlled to the nervous system through the electrodes placed on the skin. So we cut off the pain signals to the brain. TENS devices have a variety of purposes other than pain relief (petal weight loss, muscle strengthening etc.), but the most preferred device is used for pain relief in physical therapy. Our TENS device is used only for pain relief. There are 4 different modes and two channel in our project. These devices may have more modes (4,6 and 8) and channels in clinical practices. Purpose of making two different modes is providing mod according to severity of pain. Our project that we create with digital circuits can portable because of running with battery, easy to use and cost is low. There are three keys, one of them is for “OK” and the other one is for “+,up” and other one is for “-,down”. So it is so useful to use this device at home by the patient. It can be treated by placing electrodes in the region where the pain occurs unless a privileged situation.

**Key Word :** TENS, Physical therapy methods; Different methods of TENS; TENS device used in physical therapy; Digital Tens device;

# İÇİNDEKİLER

BİLDİRGE .....	i
TEŞEKKÜRLER.....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vi
KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ .....	vii
MALZEME LİSTESİ .....	viii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 Projedeki Yenilikler .....	2
BÖLÜM 2 LİTERATÜR TARAMASI.....	4
2.1 TENS.....	4
2.1.1 TENS Çeşitleri.....	6
2.1.2 TENS Dalga Çeşitleri .....	7
2.1.3 TENS Cihazında Uygulanan Akım Çeşitleri .....	7
2.1.4 TENS Nasıl Uygulanır? .....	8
2.1.5 TENS CİHAZI KULLANIM KILAVUZU .....	9
2.1.6 TENSİN UYGULAMA NOKTALARI.....	11
2.1.6.1 Vücutun Ön Kısmı;.....	11
2.1.6.2 Vücutun Arka Kısmı;.....	11
2.1.7 Ağrı ve Ağrı Engelleme Teorisi .....	12
2.1.8 Mevcut TENS Cihazları.....	13
2.1.9 TENS Hangi Hastalarda Kullanılır? .....	14
BÖLÜM 3 .....	15
DEVRE BİLGİLERİ VE KULLANILAN METODLAR .....	15
3.1. Devre Bilgileri .....	15
3.2. Devre Blok Diyagramı .....	16
3.3 Besleme Katı.....	17
3.4. Gerilim Yükseltme Katı .....	17
3.5 Kare Dalga Katı .....	18
3.6 Osilatör Katı.....	18
3.7 Çıkış Katı.....	19
3.8 PIC16F877 Programlanabilir Entegre.....	20
3.9 7805 Voltaj Regülâtörü .....	21
3.10 LCD Ünitesi (4*20).....	22
3.11 ARES, ISIS Devre Şeması ve Baskı Devresi .....	22
3.12 Kodlanan Yazılım .....	24
BÖLÜM 4 .....	33
YORUM.....	33
BÖLÜM 5 .....	34
SONUÇ.....	34
KAYNAKÇA.....	35

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Şekil 1 TENS Cihazı örnek uygulaması .....	5
Şekil 2 TENS cihazının çalışma mekanizması .....	6
Şekil 3 TENS cihazının dalga tipleri .....	7
Şekil 4 TENS'te kullanılan 4 farklı MOD .....	7
Şekil 5 TENS cihazı parçaların gösterimi.....	9
Şekil 6 TENS cihazının vücudun ön kısmında uygulanılacak noktaları .....	11
Şekil 7 TENS cihazının vücudun arka kısmında uygulanılacak noktaları .....	11
Şekil 8 Çift kanallı klinik TENS tipi cihazı .....	13
Şekil 9 Ev tipi tek kanallı TENS cihazı .....	13
Şekil 10 Kas geliştirmek için kullanılan örnek TENS cihazı .....	14
Şekil 11 TENS cihazı açık devre şeması .....	16
Şekil 12 Devre Blok Diyagramı .....	16
Şekil 13 Besleme katı açık devre şeması .....	17
Şekil 14 Gerilim yükseltme katı açık devre şeması .....	18
Şekil 15 Kare dalga yapma katı açık devre şeması .....	18
Şekil 16 Osilatör katı açık devre şeması.....	19
Şekil 17 Çıkış katı açık devre şeması .....	19
Şekil 18 PIC16F877A entegre devresi blok diyagramı .....	21
Şekil 19 LM7805 Numaralı voltaj regülatörü bağlantı pinlerin şeması .....	21
Şekil 20 4*20 Sıvı kristal gösterge (LCD) ünitesi. Bağlantıda kullanılan pinler 14 adet olup kullanılan ilgili bağlantılar devre şemasında açıklanmıştır .....	22
Şekil 21 ISIS devre çizimi .....	22
Şekil 22 ARES devre çizimi .....	23
Şekil 23 Baskı devresi .....	23



## KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

A	Amper
mA	Mili Amper
V	Volt
mV	Mili Volt
sn	Saniye
ms	Milisaniye
us	Mikro saniye
f	Frekans
Hz	Hertz
W	Watt
₺	Türk Lirası
VDC	Doğru Akım Voltajı

## MALZEME LİSTESİ

11	Direnç	
10	Kondansatör	
2	switch	
1	Batarya	
1	Transformatör	
1	Led	
6	Diyot	
4	Pot	
2	Zener diyot	
1	IR2155 Entegresi	
2	Mosfet	
1	7555 Entegresi	
1	MC 34063	
1	LM 334	
1	PİC16F877A	8₺
1	LM317T	1₺
1	L293D	3₺
1	7805	1₺
1	SMK1820	1₺
1	Zener diyot	0.5₺
1	4x20 karakter LCD	30₺
3	Buton	0.75₺
1	20 Mhz kristal	0.5₺
1	1 K trimpot	0.5₺
1	12-220 trafo	20₺
1	47 uf kondansatör	0.25₺
2	100 nf kondansatör	0.5₺
13	330 ohm direnç	1.5₺
7	150 ohm direnç	1₺
1	180 k direnç	0.15₺
3	10 k direnç	0.4₺
1	240 ohm direnç	0.15₺
1	120 k direnç	0.15₺
TOPLAM		70.35₺

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

Fizik tedavi, fiziksel vasıtaların tedavi amacıyla kullanılmasına denir. Fiziksel vasıtaların eskiden vücut üzerinde nasıl etki yapıldığını bilinmediğinden dolayı kullanılması oldukça sakıncalı ve de pek kullanılmazdı. “Fiziksel araçlar geliştikçe ve araştırmalar arttıkça fiziksel büyüklüklerin insan organizmasına yapılan etkiler daha iyi gözlemlenmiş ve daha anlaşılır hale gelmiştir böylece uygulama alanları abartı ve kuşkudan uzak sağlam temellerle oturtulmuştur.

“Elektriğin tedavi amacıyla kullanılması çok eski Yunan ve Mısırlılara kadar uzanır. Yunan bilgin Aetius gut hastalığının tedavisinde torpido sarsıntılarını ve elektrik balıklarını kullanmıştır. Ortaçağda yaşayan tıp bilgini Paracelsus mıknatıslanmış cisimlerin tüm tedaviye iyi geldiğine inanmıştır. Yine bu devirlerde Kraliçe Elizabeth’in doktoru Dr. William Gilbert’in 1600 yılında yayınladığı “De Magnette” isimli kitabı oldukça ilgi uyandırmıştır.

Parisli Jallabert elektrik kıvılcımının kas kontraksiyonu için kullanılmasını tavsiye etmiştir. Marat, parazi, hemipleji ve romatizmal hastalıkların tedavisinde elektriğin kullanıldığına dair kitaplar yazmıştır. Marat, nasıl ki ilaç tedavisinin belirli bir süre verilmesi gerekiyorsa elektriğin de belirli bir süre verilmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Şuan günümüzde kullandığımız tüm tens cihazları marat’ın ileri sürdüğü gibi elektrik akımlarının vücuda belirli bir süre verilerek ağrı gideriliyor.

İlk fizyoterapi departmanı 1840 yılında Dr. Golding tarafından Londra’daki ‘Guy’ hastanesinde Elektro terapi olarak açılmıştır. İndüksiyon bobininin Faraday tarafından keşfinden sonra elektro fizyoloji, kas ve sinirlerin faradik ve galvanik akımla uyarımı hakkındaki kanunlar 19. Yüzyılın ortalarında Fransız Du-BoisRaymond, Duchenne ve Erb tarafından geliştirilmiştir. Amerikalı John H. Kellogg tarafından sünizoidal akımlar kas uyarımında kullanılmıştır.

Yüksek frekanslı akımlar Tesla tarafından keşfedildikten sonra 1892’de D’Arsonval tarafından tedavide kullanılmıştır. Diatermi 20. asrın ilk onuncu yılında Alman Zeynek ve Nagelschmidt tarafından bulunmuştur ve tıbbi amaçlar için New Yorklu F. De Kraft, cerrahi amaçlar için de Philadelphialı Clark tarafından geliştirilmiştir.

Kısa dalga diatermi Amerikalı Schereschewsky, Witney ve Alman Schliepake tarafından bulunmuştur. Küçük dalga diatermi(mikro dalga diatermi),savaş zamanında kullanılan

radarlardan örnek alınarak İngiliz bilgini Sir Arthur Tisdale tarafından “Magnetron” adı verilen tüpün geliştirilmesi ile bulunmuştur” [KOÇOĞLU 2008].

Bu tarihi gelişime bakıp yorumlanırsa, fiziksel faktörleri araştırıp ne kadar iyi anlaşılıyorsa ortaya çıkan yeni metodlar olmuş ve fiziksel faktörlerin insan vücudundaki etkileri de anlaşılmalıdır. Fizik tedavinin yöntemleri Yunan ve Mısırlılarda başlanmış, genelde Avrupa bölgesi tarafından geliştirilmiştir ve doğal olarak yapılan ilk cihazlar Avrupa’da üretilmiştir. Avrupa’da gelişen sağlam ve güvenilir cihazlar üretilmesinden sonra Amerika Birleşik Devletler gibi ülkelerde de kullanıma girmiştir. Araştırmaların artırılması ve taleplerin artırılması ile bilgisayar ve elektroniğin gelişiminden yararlanarak TENS cihazı üretilmiş ve oldukça önem kazanmıştır. Özellikle yirmi birinci yüzyılda elektrik enerjisinin daha kolay ve farklı şekilde elde edilmesi TENS cihazının kullanımı kolaylaşmış ve ağırları kesin olarak gidermiştir.

## **1.1 Projedeki Yenilikler**

Manuel olan TENS cihazını, programlama dili olan C dilini kullanarak entegre üzerinden komutları verilip cihaz dijital hale getirildi. Komutları görüntülenmesi için 4x20 olan LCD kullandık ve mod ile voltajı seçip başlatmak içinde devrede üç ayrı buton kullanıldı. Devreyi tasarlarken öncelikle programlama kısmı oluşturuldu daha sonra programa göre bir elektronik devre tasarlanmaya çalışıldı. Programda oluşturulan 4 ayrı voltaj çıkışı için 4 ayrı çıkış ayarlanamadı çünkü ona göre bir elektronik devre elemanı bulunamadı bundan dolayı tek çıkış olarak voltajı 20V DC ile 80V DC arası ayarlanabilecek bir yöntem yapıldı bu voltajları ayarlayabilmek için devre üzerinde bulunan (+) ve (-) butonları ile voltajı ayarlanabilir hale getirildi. Program ile bazı sorunlar yaşadık çünkü istediğimiz şekilde bir yazılım yazamıyorduk bazı fonksiyonların komutları veya bazı kuralların kullanılması açısından bilgimiz yetersiz olduğundan dolayı birazda olsa yardım alıp programı profesyonel bir şekilde yazmaya çalışıldı. Programı devreye uygularken sürekli takılmalar oluşmaktaydı (voltaj göstermemesi, devre çalışmaması ve buton basarken programın takılı kalması gibi) bu sorunları gidermek için sürekli programda yenilikler yapılarak deneme yanılma yolu ile istenilen program elde edildi. Manuel olan TENS cihazımızda genliği ayarlamak için trimpot ayarı yapılması ve sürekli ile aralıklı mod seç gibi ayarlar yapılması gerekirken dijital olan bu cihazımızda her şey tamamen otomatik bir şekilde ayarlanmıştır ve hasta üzerine uygulanan voltajı LCD ekranda görebilmektedir. Manuel de olan cihaz 2 moda sahip iken dijital olan cihazımızı 4 mod seçeneği ile geliştirdik, buda ağırlı tipine göre daha fazla mod seçeneğini

oluşturmuş olduk. Cihazımızın piyasadaki üstün özellikleri ise ucuza mal etmemiz ve hasta üzerine uygulanan voltajı LCD ekranda görebilmesidir. Cihazımızın maliyeti yaklaşık olarak 70.35₺ tutmuştur, ortalama bir TENS cihazı ise 100₺ gibi bir fiyatı vardır.

## **BÖLÜM 2**

### **LİTERATÜR TARAMASI**

Elektriksel uyarım, birçok ağrının giderilmesinde fizik tedavi kombinasyonları ile giderilebilir. Tabii bu bazı ağrılarda (sırt ağrısı gibi) tek başına TENS cihazının üstesinden geleceği bir şey değildir. TENS cihazının birçok farklı çeşidi vardır. Klinikte kullanılan 2, 4, 6, 8 farklı kanallı olabilir. Ev tipi çeşitlerinde ise 9 V ile çalışan küçük, tek ve çift kanallı cihazlarda mevcuttur. Ev tipi TENS cihazlarda çift kanallı fazla kullanılmamaktadır genelde tek kanallı olması önerilir ve yeterli olmaktadır. Ağrı tipine göre değişen çıkış farklılıkları çok eskinden az olmasının nedeni insan vücudu ve ağrıları iyi bilmediğimizdir. Zaman içerisinde insan vücudunun ağrıları iyi tanımakla ağrı tipine göre farklı dalga tipleri kullanılmıştır. Klinikte ise yazılım sayesinde farklı dalga boyları birden fazla kanallara vücutta oluşan ağrı tiplerine uygulanarak ağrı giderilebilir. TENS cihazının geldiği son nokta da budur. Tasarlanan bu devrede ise ev tipi kullanılan TENS cihazı olup 9 V pil ile çalışan toplamda iki tip çıkışı bulunmaktadır. Bunlardan biri Burst (Aralıklı Akım) diğeri ise Constant (Sürekli Akım) olan akım tipleridir. Bu yapılan çalışmada 9 V pil kullanarak şehir şebekesinden bağımsız olarak cihazı pratik bir şekilde tasarlandı, amaç olası herhangi bir hatada hastanın 220 V elektrik şehir şebekesine maruz kalmamasıdır. Günümüzde yapılan TENS cihazlarının çoğu PIC programlama ile tasarlanmış cihazlardır. PIC programlama ile yapılan bu cihazlar analog devreye kıyasla çok daha fazla çıkış içerir. Bu farklı tip çıkışları analogda elde etmek oldukça zordur bunun için yazılım yani PIC genelde tercih edilir ve PIC ile tasarlanır. PIC ile tasarlanan ev tipi TENS cihazının en büyük faydaları, şehir şebekesinden bağımsız çalışması, kolay kullanılması ve ucuza tasarlanmasıdır. Yapılan bu devre bu tip olup ama PIC yerine kontrolleri analog yani elektronik malzemelerle yapıp, dezavantajı olarak daha az mod tipi çıkışlı bir devre olup, avantaj olarak da PIC devresine kıyasla daha ucuza mal edilmiştir.

### **2.1 TENS**

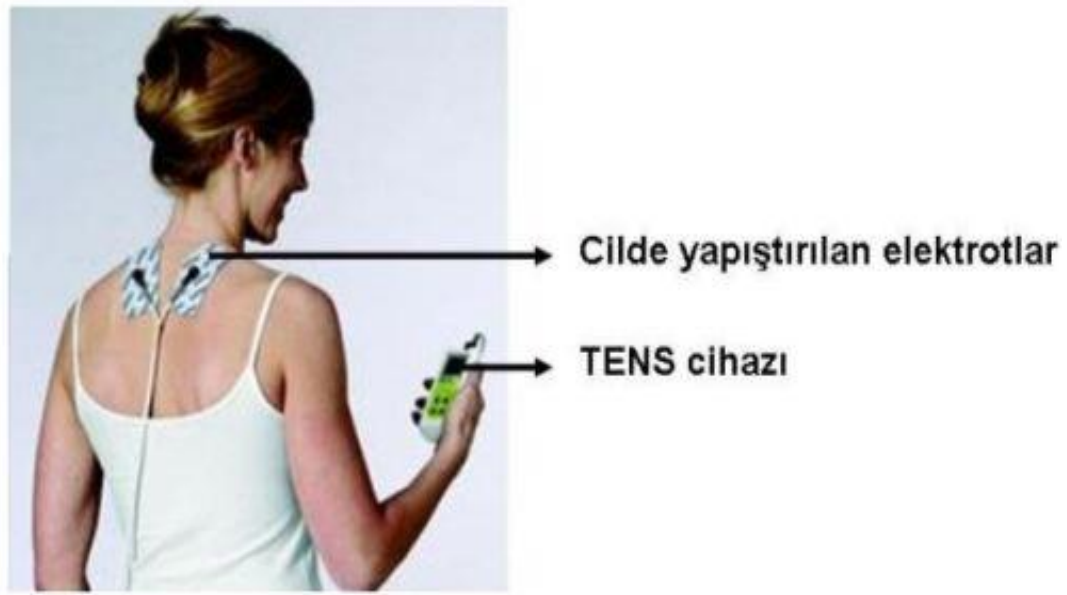
TENS İngilizce adı Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş bir kelimedir ve ağrı tedavisinde kullanılan bir yöntemdir. Kelimenin dilimize uyarılmış hali Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu olup deri yüzeyine yakın sinirlerin elektriksel sinyallerle uyarılmasını ifade etmektedir. TENS cihazı küçük, taşınabilir ve genellikle pille çalışan cihazlar olup, oldukça çok kullanılmaktadır. “TENS cihazı son derece güvenlidirler, uygulama deriye yapıştırılmış elektrotlar vasıtasıyla elektrik sinyallerin

cilt yüzeyine yakın sinir dokusunun çok düşük şiddetli elektrik akımları ile uyarılmasından ibarettir” [ELSA 2017].

TENS pek çok ağrı çeşidinde kullanılabilir. Uzun süren ağrılar, ameliyat sonrası büyük ağrı tiplerinde kullanılabilmesi gibi kaslar ve eklemlerden kaynaklanan ağrılarının tedavisinde de kullanılabilir.

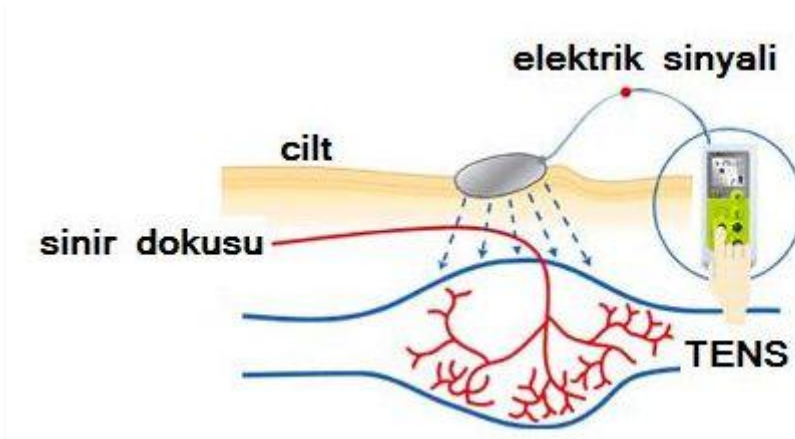
TENS cihazı tedavisinde ağrı etkisi çok az düzeyde olup, ilaç alamayan veya ilaçların yan etkilerinden dolayı ilaç kullanmayı istemeyen kişilere TENS cihazı oldukça iyi bir seçenektir.

TENS cihazı nasıl çalışır ve etki mekanizması nasıl olur;



Şekil 1 TENS Cihazı örnek uygulaması

Tens cihazının ürettiği düşük şiddetli akımlar cilde yapıştırılan elektrot aracılığı ile iletilmektedir. Bu sinyaller ilk etapta deri altında yer alan sinirlere ve oradan sinirler aracılığı ile beyine ulaştırılır. Beyin kendisine ulaşmakta olan ağrı duyusu ile elektrik akımları yer değiştirilir ve böylece ağrı algılanmaz duruma gelmiş olmaktadır. Aslında vücutta ağrılar devam edip ağrılar vücudu zedelemektedir. TENS cihazı sadece bu ağrının beyne algılanmasını engelleyen bir yöntemdir.



Şekil 2 TENS cihazının çalışma mekanizması

- “Tens cihazı ayrıca ağrının azalmasına neden olan vücudun kendi üretimi olan endorfinin salgılanmasını da sağlar.
- Elektrotların vücudumuza nasıl bağlanacağı ağrı tipi ve ağrı bölgesine göre değişmektedir.
- Eğer ayrıcalıklı bir durum söz konusu değil ise elektrotlar ağrının olduğu bölgenin üzerine veya çevresine yerleştirilir.
- Elektrotların doğru şekilde yerleştirilmesi oldukça önemlidir.
- TENS cihazı ev tipi ise elektrotların doğru yerleştirilmesi için kullanıcının bir fizyoterapist veya hekiminden öğrenmesi gerekmektedir.
- TENS cihazının evde kullanılması öngörüldüyse, kullanılması kolay bir TENS cihazı kullanmak daha iyi olacaktır.
- TENS cihazı aynı zamanda kan dolaşımını hızlandırmak içinde kullanılabilir.
- TENS cihazı kan dolaşımını arttırarak bacak ülserin tedavisinde de etkin bir seçenektir.
- TENS cihazı ağrıya neden olan hastalığı veya yaralanmayı tedavi etmez.
- TENS cihazı sadece vücudumuzda oluşan ağrıyı azaltmamıza yarayan bir yöntemdir.
- TENS cihazı ağrıyı azaltamıyorsa ağrı devam ediyorsa bir hekime danışmak gereklidir” [ELSA 2017].

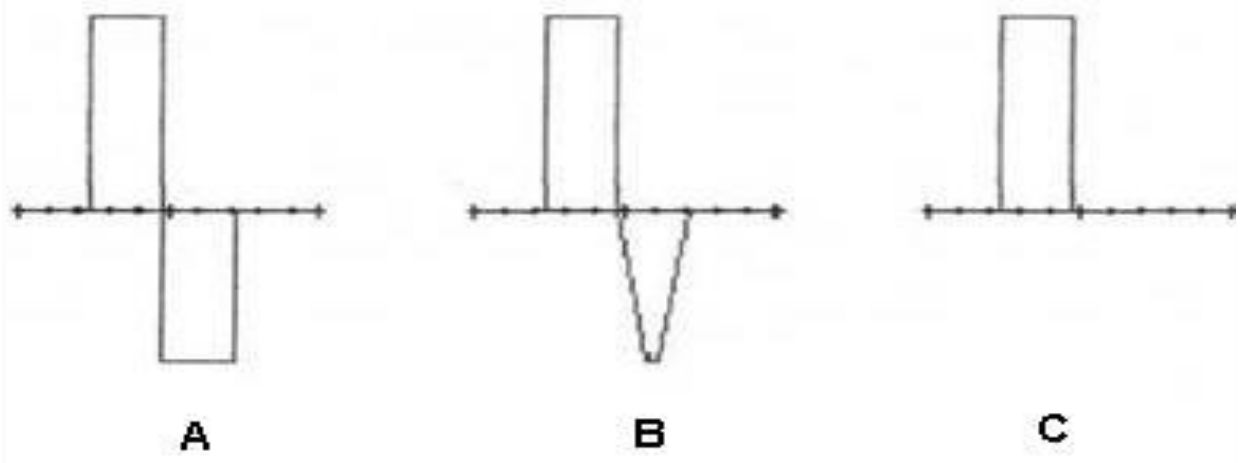
### 2.1.1 TENS Çeşitleri

- Klinik tipi tens cihazı: Taşınamaz, 220 V şehir şebekesine bağlı olarak çalışır. 2, 4, 6 ve 8 birbirinden bağımsız kanallı modelleri şeklinde mevcuttur.
- Ev tipi TENS: Taşınabilir, kullanılması gayet kolay, 9 V ile çalışan ev tipi cihazlardır.



## 2.1.2 TENS Dalga Çeşitleri

- TENS cihazı eskiden tek tip dalga çeşidi olup vücutta oluşan ağrı çeşitleri hakkında yeterli bilgiyi elde ederek, ağrı tipine göre dalga şekilleri elde edilmiştir. Günümüzde toplam 3 tane ağrı dalga çeşidi mevcuttur.



Şekil 3 TENS cihazının dalga tipleri

1. “Bifazik kare dalga
2. Asimetrik bifazik pozitif kare ve negatif dikensi dalga
3. Monofazik kare dalga” [KOÇOĞLU 2008].

## 2.1.3 TENS Cihazında Uygulanan Akım Çeşitleri

Tip	Frekans(Hz)	Dalga Genişliği(us)	Genlik(V)
Konvansiyonel	50-100	40-75	10-30
Kısa Yoğun Etki	100-150	150-200	30-80
Akapuntur	1-10	200-300	30-60
Hiperstimulasyon	50-150	100-200	30-80

Şekil 4 TENS’te kullanılan 4 farklı MOD

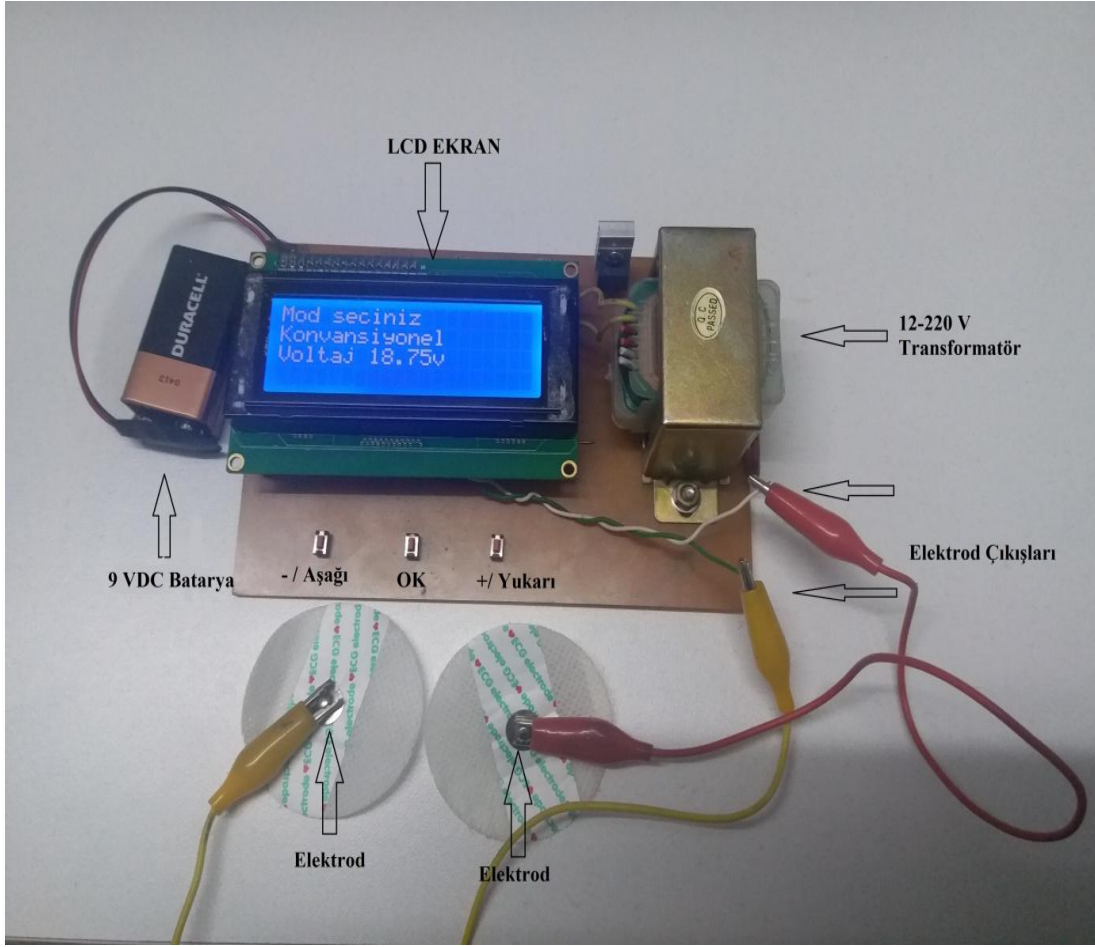
TENS cihazında genel olarak toplamda 4 farklı mod mevcuttur. Bu modlar ağrı tipinde göre farklı frekans, dalga genişliği ve genliklerden oluşurlar. Ufak sızıntılardan oluşan ağrılardan ya da ameliyat sonrası olan yüksek ağrılarda TENS cihazının bu ağrılar üzerine etkisi oldukça iyi ve güvenlidir. “TENS gibi tüm elektro terapi cihazlarında 1 mA 1 V karşılık gelmektedir.

Çünkü insan vücudu direnci 1 K ohm olarak kabul edilmektedir. Bir elektro terapi cihazı veya TENS cihazı maksimum 80 V darbe verebilmelidir” [KOÇOĞLU 2008].

#### **2.1.4 TENS Nasıl Uygulanır?**

TENS cihazında oluşan çıkış sinyali insan vücuduna elektrotlar ile iletilir. Elektrotlar karbon-silikon alaşımlarıdır. Elektrotlar ile deri arasındaki iletimi daha iyi sağlamak için uygulanacak olan bölgeye iletken jel sürülür böylece elektrik akımını tam iletken olarak vücuda iletilebilir. Elektrotlar yerleştirilirken tedavi edilmek istenen bölgenin anatomik ve fizyolojik özellikleri göz önünde bulundurmak gereklidir. “Bunlar ağrılı noktalar, sinir trakesi, omurilik segmenti, sinir pleksusu, dermatom alanı olabileceği gibi tetik nokta, motor nokta ya da Akapunktur noktası da olabilir. Ev tipi TENS cihazlarda elektrot yerleştirme tekniği eğer ayrıcalıklı bir durum söz konusu değil ise vücutta oluşan ağrının üzerine veya çevresine elektrotlar yerleştirilir” [KOÇOĞLU 2008]. Bunları uygularken ne kadar süre ne kadar şiddetli olduğunu ayarlamak için ağrı tipine göre değişeceğinden dolayı daha önce bir hekimle veya bir fizyoterapistin görüşünü almak yararlı olacaktır. Olası yanlış uygulamalar sonucu felce kadar götürebilir, o yüzden kullanıcı bunu uygularken çok dikkatli ve yeterli bilgiye sahip olmalıdır.

## 2.1.5 TENS CİHAZI KULLANIM KILAVUZU



Şekil 5 TENS cihazı parçaların gösterimi

**-/Aşağı:** Voltaj değerlerinin azaltılması ve mod seçiminde akupunktur, burst, konvansiyonel ve kısa yoğun programları arasında geçişi sağlar.

**+/Yukarı:** Voltaj değerlerinin artırılması ve mod seçiminde akupunktur, burst, konvansiyonel ve kısa yoğun programları arasında geçişi sağlar.

**OK:** Uygulanacak tedavi yöntemini onaylar başlatır veya durdurur.

### Kullanım Talimatı

1. Cihaz 9 VDC batarya ile çalışmaktadır. Batarya Şekil 1 deki gibi cihaza bağlanmalıdır.
2. Şekil 1 de gösterilen elektrodlar, tedavi uygulanacak bölgeye yerleştirilmelidir.
3. Cihaz çalıştırdıktan sonra LCD ekranda **Mod Seçiniz** seçeneği aktif olacaktır.

4. **-/Aşağı** ve **+/Yukarı** butonlarını kullanarak **Konvansiyonel-Burst-Akupunktur-Kısa Yoğun** programlarından herhangi bir mod seçiniz ve **OK** tuşuna basarak onaylayınız.
5. LCD ekranda **Voltaj Seçiniz** seçeneği aktif olacaktır.
6. **-/Aşağı** ve **+/Yukarı** butonlarını kullanarak uygulanacak olan voltaj değerini ayarlayınız (20V-80V) ve **OK** tuşuna basarak onaylayınız.
7. LCD ekranda **Çalışıyor...** uyarısı ile beraber cihaz çalışmaya başlayacaktır.
8. Uygulama sonunda cihazı kapatmak için 9 VDC batarya sistemden ayırınız.

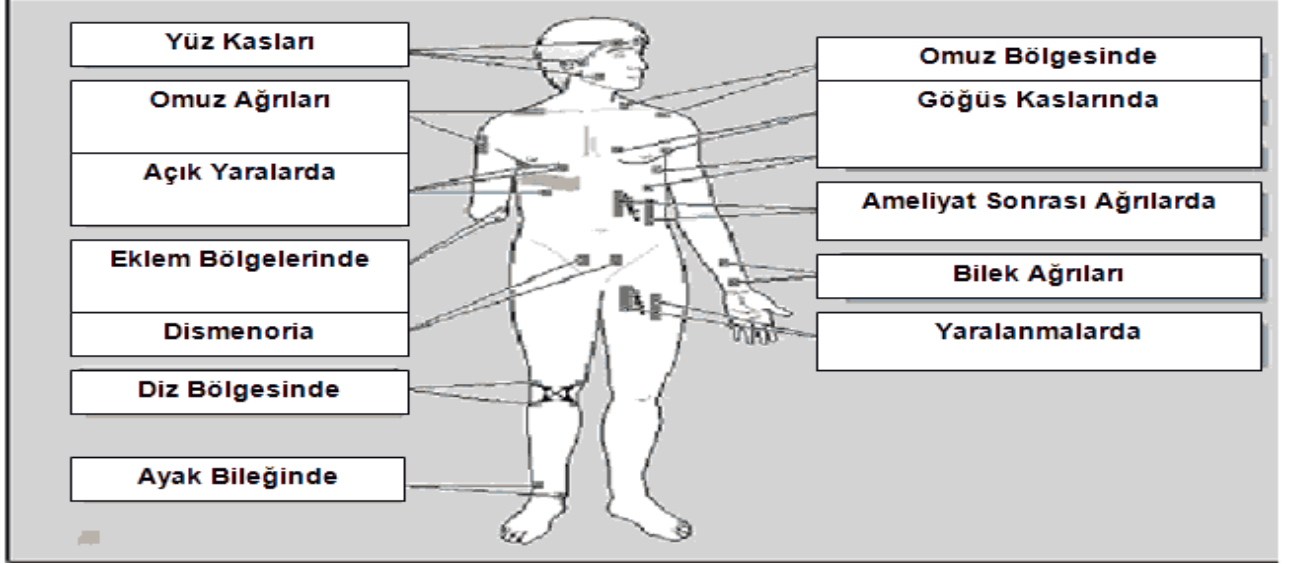
#### Uyarılar!

1. Elektrodların vücuda temas ettiğinden emin olunuz.
2. Cihaz uzun süre kullanılmayacak ise bataryayı lütfen devreden ayırınız.
3. Yanlış veya uzun süre kullanımda deri yüzeyinde tahribata (yanma, kızarıklık vb.) yol açabilir.
4. Elektrodların bağlanacağı yüzeyin temiz olması gerekmektedir.
5. Açık yara üzerine uygulama yapmayınız.
6. Kalp pili olan kişilerin kullanması önerilmemektedir.
7. Hamilelik süresince karın bölgesine uygulama yapılmamalıdır.
8. Uygulama öncesinde fizyoterapist ve yetkili hekim desteği alınması önemlidir.

## 2.1.6 TENSİN UYGULAMA NOKTALARI

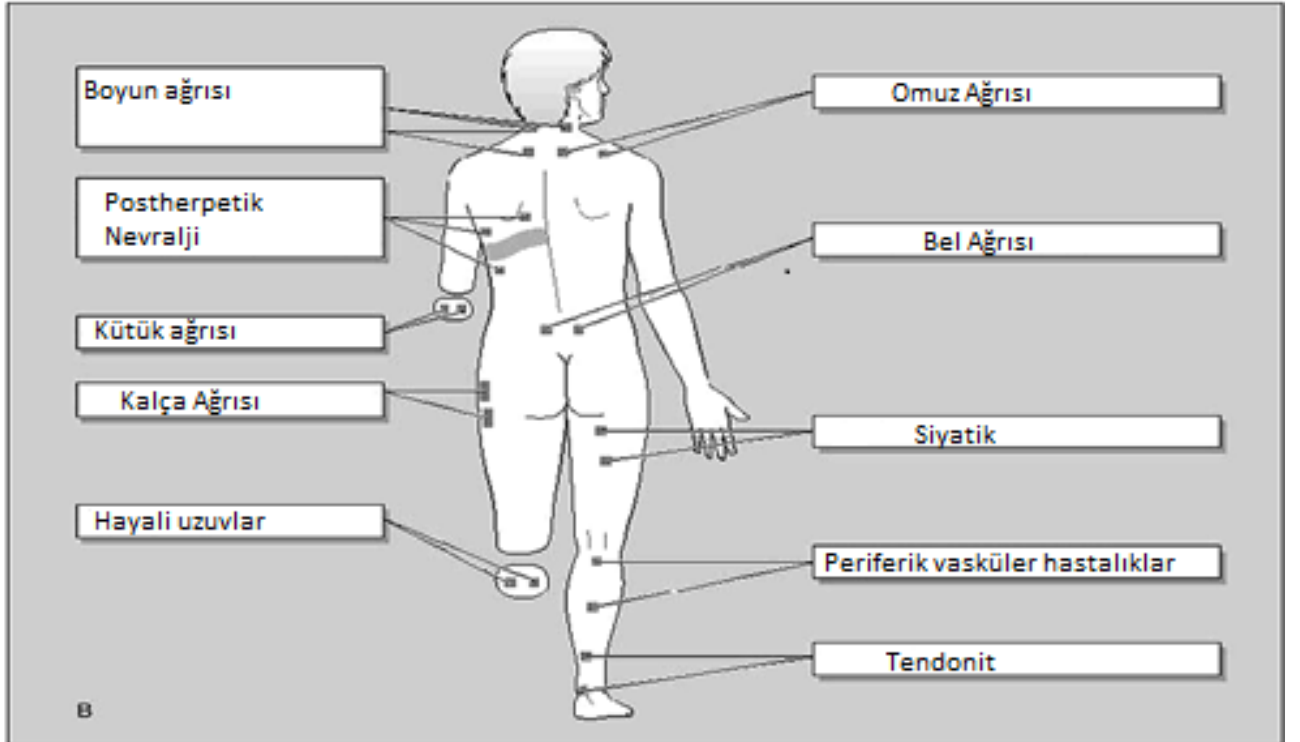
Tensin uygulama bölgeleri vücudun ön kısmı ve vücudun arka kısmı olarak inceleyebiliriz;

### 2.1.6.1 Vücudun Ön Kısmı;



Şekil 6 TENS cihazının vücudun ön kısmında uygulanılacak noktaları

### 2.1.6.2 Vücudun Arka Kısmı;



Şekil 7 TENS cihazının vücudun arka kısmında uygulanılacak noktaları

### 2.1.7 Ağrı ve Ağrı Engelleme Teorisi

“Elektriğin tedavi edici bir araç kullanılmasının eski Yunan ve Mısırlılara kadar uzandığını, hatta Sezar zamanında “torpido” balığının elektriksel deşarjının “gut” ve “baş ağrısı” tedavisinde kullanılmasını daha önce de belirtmiştik” [KOÇOĞLU 2008]. İlerleyen zamanlarda ağrının giderilmesi için tıp ve medikal çalışmalar artmış ve ağrılar tespit edildikçe değişik metotlar ile ağrıları giderme çalışmaları yapılmıştır. Eski dönemlerde teknoloji pekte gelişmediği için insan vücudundaki ağrılar tespit edilse bile bunların nasıl giderileceğine dair pek uygulamalar yapılamıyordu. Şuan ki teknoloji ile vücuda elektrik sinyali teknoloji sayesinde çok kontrollü bir şekilde vücuda vererek elektriğin frekansı, genişliği ve şiddeti ayarlanabiliyor.

Fizik tedavide kullanılan elektriksel cihazlar ve fizik tedavinin esas amacı hastanın ağrısını azaltmaktır. Elektriksel cihazlar ile ağrılar sadece azaltılır tamamen giderilemez. Ağrıya elektriksel sinyaller uygulayarak azaltmak için ise ağrının neden kaynaklandığı, nasıl hissedildiği ve beynin ağrıyı nasıl algıladığını bilmek zorunludur.

“Ağrı; doku harabiyetini önlemek amacıyla kişiyi uygun bir cevap oluşturması için uyaran bir koruyucu mekanizmadır. Ağrı oluşumu ile bazı teoriler bulunmakla beraber en önemlisi Melzack ve Wall’ın kapı kontrol teorisidir. Kapı kontrol teorisi periferden merkeze giden ağrılı uyarıları medulla spinalisdeki nöral mekanizma ile arttırılması veya azaltılması esasına dayanır. Noniseptif uyarının kord boyunca iletilmesi iki yoldan olabilir” [KOÇOĞLU 2008].

1-) Hızlı ileten, miyelinli bir A delta lifi yoluyla: A tipi lifler, çaplan ve iletim hızları bakımında geniş aralıklar kapsarlarsa da homojen bir gruptur.

2-) Daha yavaş olan, miyelinsiz bir C lifi yoluyla: C lifleri çok ince olup iletim hızları çok düşüktür. Küçük C grubu lifler ise arka kökte ve çevresel sinirlerde bulunurlar ve bazı reseptörlerden ağrı, basınç, sıcaklık bilgisini getirirler.

“Her ikisi de spinal korda arka yoldan girmektedir. Her iki lifinde en üst frekans sınırı olduğu düşünülmektedir. C lifi üst sınır frekansı saniyede 15 darbe, A lifi üst sınır frekansı ise saniyede 40 darbe olduğu düşünülmektedir. Eğer daha yüksek bir frekans uygulanırsa, iletinin geçişini engelleyen fizyolojik bir blok olacağı öne sürülmektedir” [KOÇOĞLU 2008]. TENS cihazının mantığı da bu şekilde çalışmakta olup bu üst sınır frekanslara nazaran daha yüksek bir frekans uygulanıp iletinin beyne geçişini engelleyen fizyolojik bir blok oluşturmuş oluyoruz.

## 2.1.8 Mevcut TENS Cihazları

Günümüzde, Hastanelerde bulunan Klinik TENS cihazları ve evde kullanılan Ev tipi TENS cihazı olmak üzere toplam iki tip TENS cihazı mevcuttur.

Klinik TENS Cihazları: Fizyoterapide oldukça sık kullanılan, 4, 6 ve 8 kanallı mevcut şekilde bulunurlar. Bu kanallar tamamen birbirinden bağımsız şekilde çalışırlar. Elektropoliz ve Akupunktur uygulamalarında kullanılabilir. İstem dışı kası kasarak kaslardaki şekerin yakılması fazla kalorilerin yakılması ve kasların güçlenmesini sağlar, ağrının büyük çoğunluğunun giderilmesini de sağlar. Güzellik merkezinden (petli zayıflama) olarak da kullanılabilir. 50-350 us arası ayarlanabilen darbe genişliği, elektrik şebekesi parazitlerinden etkilenmeyen 170–220 V arası 50-60 Hz şebeke elektriğinde çalışabilen cihazlar olup, maliyeti yaklaşık üç bin Türk Lirası (3000)₺ civarındadır.



Şekil 8 Çift kanallı klinik TENS tipi cihazı

Ev tipi TENS Cihazları: Evde kolayca kullanılabilen tek veya çift kanallı olan küçük ve maliyeti düşük cihazlardır. Şehir şebekesinden ayrı 9 V pil ile çalışır. Maliyeti 100-1800₺ arasındadır. Genelde rahatlama ve masaj için kullanılan bu cihazlar, bölgede oluşan ağrıları da giderir. Programlanmış zaman ve puls genişliği ile ortalama tedavisi süresi 30 dakika olmaktadır.



Şekil 9 Ev tipi tek kanallı TENS cihazı

### 2.1.9 TENS Hangi Hastalarda Kullanılır?

TENS cihazı, pek çok ağrının tedavisinde kullanılması mümkündür. Uzun süren ağrılar, cerrahi operasyon sonrası ağrılar veya hafif ağrılar olsun TENS cihazı bu ağrıları gidermekte oldukça etkilidir. Sadece ağrıları gidermek için kullanılmayıp, sporcular için kasları geliştirmek ve güzellik salonunda zayıflamak içinde kullanılır.

“TENS cihazı, hemen hemen her türlü ağrı tipinde (romatoid artrit, osteoartrit, dismenore, cerrahi sonrası ağrı, bel ağrısı) etkilidir” [DOĞAN 2012]. Ağrı kesici ilacını alamayan hastalar bu cihazı kullanabilir, kasları zayıf bir sporcu kaslarını geliştirmek istiyorsa bu cihazı kullanabilir. Cihazı hastalara bu tedaviyi sağlarken hiçbir şekilde yan etki göstermez.

“Uygulanması sakıncalı olan bölgeler ise hamilelik döneminde alt abdominal ve pelvik bölge üzerine yapılacak uygulamalar, transservikal alan üzerine, kalbin yakınındaki torasik alanlar, pacemaker ve implante edilmiş alanlar, kardiyovertör defibrilatör kullanan hastalar gibi sıralayabiliriz” [DOĞAN 2012].



Şekil 10 Kas geliştirmek için kullanılan örnek TENS cihazı



## BÖLÜM 3

### DEVRE BİLGİLERİ VE KULLANILAN METODLAR

Tasarladığımız sistemde öncelikli olarak hastayı şehir şebekesinden izole etmek amacıyla DC9V kuru pil ile çalışan devre tasarımını kullandık. Bu sistemde hasta, şehir şebekesinden etkilenmeyecek ve olası tahribatlara mahal vermeyecektir. TENS cihazında genel olarak üç tip dalga modülasyonu kullanılmaktadır. Bunlar; Burst (Aralıklı Akım), Constant (Sürekli Akım ) ve Modulation (Frekansı Sürekli Değişen Akım Tipi) gibi üç çeşit modülasyon kullanılır. Yapılan araştırmalarımızın ışığında, Modülasyon modu fazlaca kullanılmadığı ve önerilmediği için tasarlanan devrede iki farklı dalga modülasyonu kullandık. Bu dalga modülasyonları Sürekli (Constant) ve Kesikli (Burst) Dalga modülasyonları olarak bilinmektedir. Tasarlanan devrede programlanabilir komponentler yer almamaktadır. Sistem tamamen analog olarak kurulmuştur.

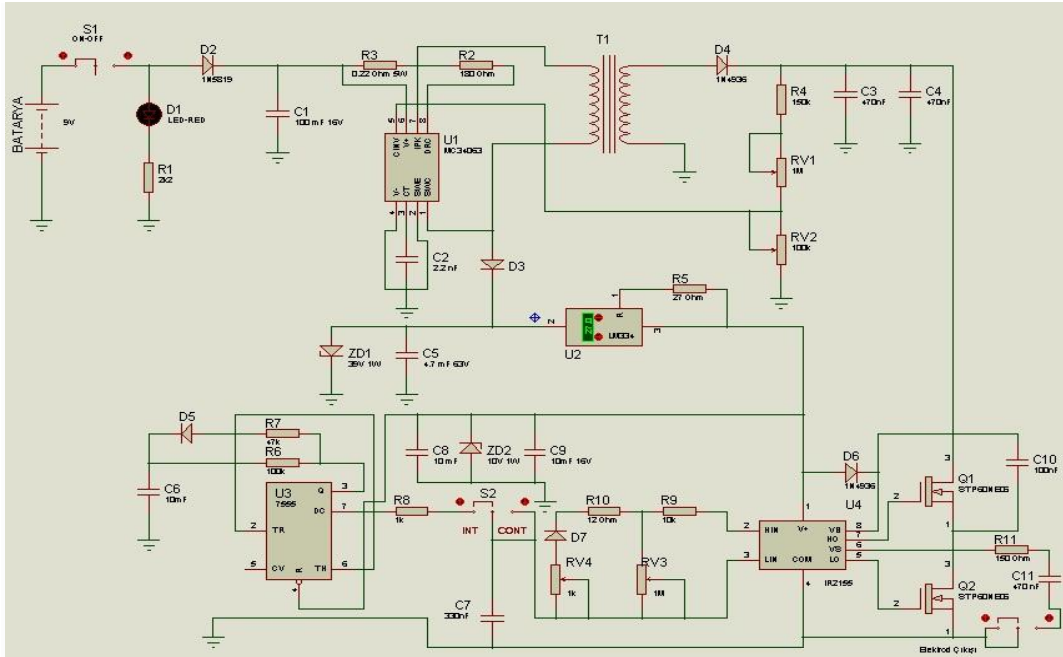
Tasarlanan devrede hasta iki modülasyon arasında, devre üzerinde bulunan ‘mode’ anahtarı ile geçiş yapabilecektir. Bu anahtar sayesinde hasta/kullanıcı istediği dalga modülasyonunu rahatlıkla seçebilecektir. Devre üzerinde dalga genliklerinin ayarlanabilmesi için trimpot kullanılmıştır. Hasta bu ayarı gerçekleştirirken elektrot bağlantı noktalarında analjezik etkiyi hissettiği anda ayarı sabitlemelidir.

Tasarladığımız devrenin DC9V pil ile çalışmasının en büyük avantajı, hastayı şehir şebekesinden (AC220V) ayırmak ve cihazın küçük boyutlara sahip olup, taşınabilir olmasıdır. Tasarlanan cihaz kullanım açısından da oldukça rahattır. Ayrıca devre ileri teknoloji içermediği için maliyet açısından da çok ucuza mal edilmiştir.

#### 3.1. Devre Bilgileri

**Şekil 10'** de gösterilen devre şeması referans olarak alınmış ve Proteus 7 Professional programı ile çizilmiştir. Açık devre çiziminden sonra Ares 7 Professional ortamına aktarılmıştır. PCB baskı yöntemleri kullanılarak pertinaks üzerine ısıtma yöntemi ile baskısı yapılmıştır. Bu işleme müteakip olarak pertinaksı Tuz ruhu ve Hidrojen Peroksit ile yapmış olduğumuz solüsyon içerisine atılmış ve pertinaks üzerinde bulunan yollar haricinde geriye kalan bakır yüzeyler pertinakstan solüsyon vasıtası ile arındırılmıştır. Mikromotor yardımı ile devre üzerine montajı yapılacak olan komponentlerin yuvaları açılmış ve devre malzemeleri yerleştirilmiştir.

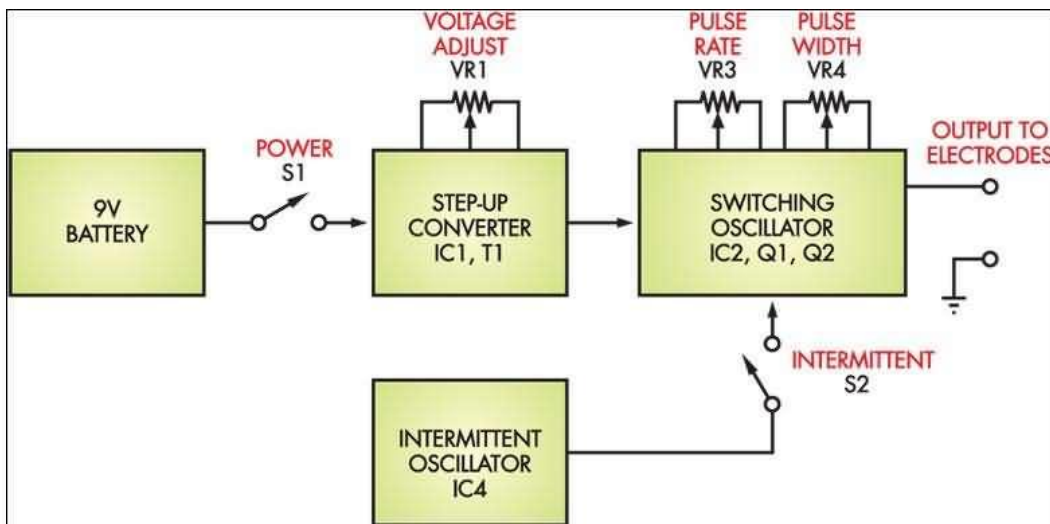
Tasarlanan analog TENS cihazı açık devre şeması aşağıdaki gibidir.



Şekil 11 TENS cihazı açık devre şeması

### 3.2. Devre Blok Diyagramı

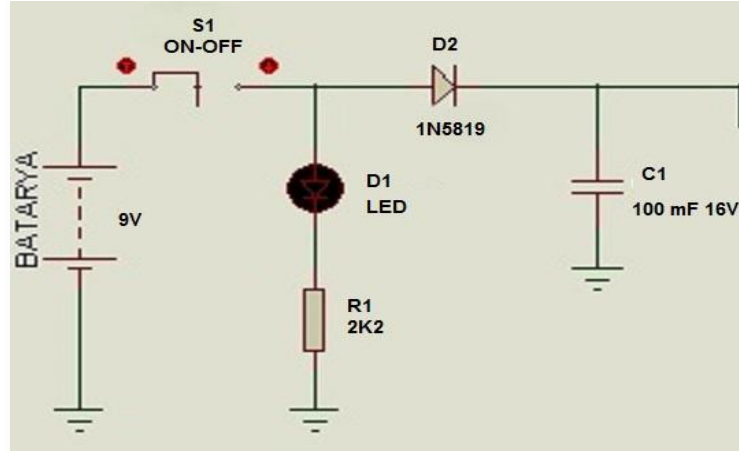
Devre beş ana kısımdan oluşmaktadır. Blok diyagramı Şekil 11’de belirtilmiştir. Devre, üzerinde bulunan on-off anahtarı ile DC 9V’ta bağlı gerilim gücüyle başlatılır. “Kademeli Dönüştürücü IC1, T1” ile voltaj yükseltilir. İstenilen dalga tipini seçmek için (Intermittent, Constant) devre üzerinde anahtar bulunmaktadır. İstenilen dalga tipini anahtar vasıtası ile seçerek çıkış sinyali elde edilir.



Şekil 12 Devre Blok Diyagramı

### 3.3 Besleme Katı

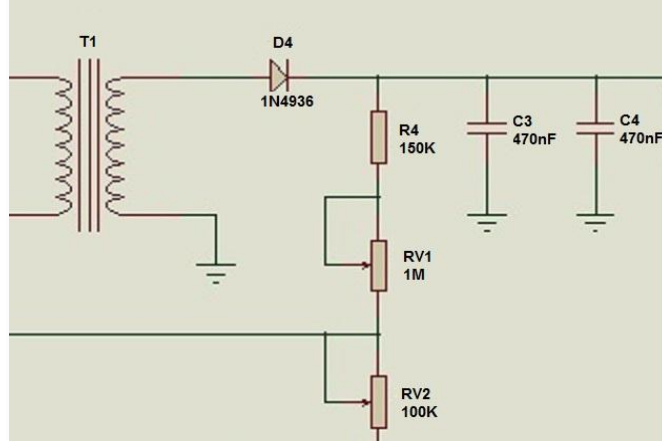
Tasarlanan devrenin beslemesi DC9V ile sağlanmaktadır. Cihazın açık veya kapalı konumda olduğunu gösteren led bulunmaktadır. Akımın tek yönlü olması için düşük güç kaybı, yüksek verimlilik sağlayan 1N5819 diyodu kullanılmıştır. Tasarlanan devrenin besleme katı **Şekil 13**'te gösterilmiştir.



Şekil 13 Besleme katı açık devre şeması

### 3.4. Gerilim Yükseltme Katı

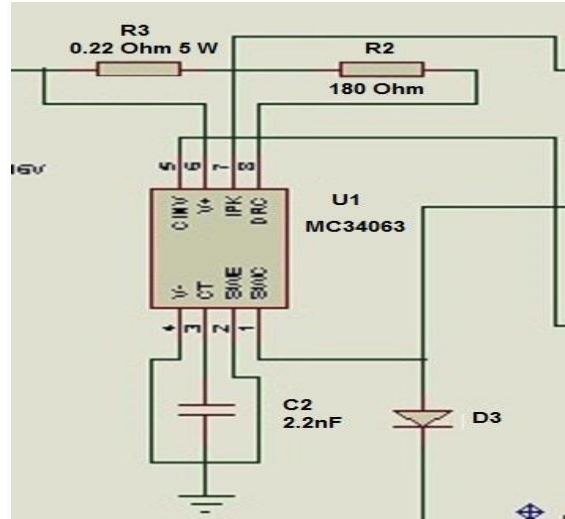
Şekilde yer alan T1 transformatörünün primer kısmına uygulanan voltaj sekonder kısmında bulunan sargılardan yükseltilerek çıkış alınmaktadır. Bu katta yükseltilen besleme voltajı potansiyometre vasıtasıyla ayarlanabilir ve kondansatörler yardımıyla filtre edilirler. Gerilim yükseltme katı ve komponentleri **Şekil 14**'de ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Transformatör olarak Ferit nüve kullanılmıştır. Potansiyometreler ile voltaj ayarı ve seviye ayarı yapılmaktadır. Akımın tek yönlü geçmesi ve yüksek verimlilik için 1N4936 diyodu kullanılmıştır.



Şekil 14 Gerilim yükseltme katı açık devre şeması

### 3.5 Kare Dalga Katı

Tasarlanan sistem/devrenin çalışabilmesi için kare dalgaya ihtiyaç duyulmaktadır. Hasta sinir ve kaslarının uyarılması için ise kare dalga formu gerekmektedir. Kare dalga katında kullanılmış olan MC34063 entegresi DC gerilimi kare dalga formuna çevirmektedir. Ağrılı bölgeye tedavi uygulamak için kare dalga formundan yararlanılacaktır. Kare Dalga Katı **Şekil 15**'de gösterilmiştir.

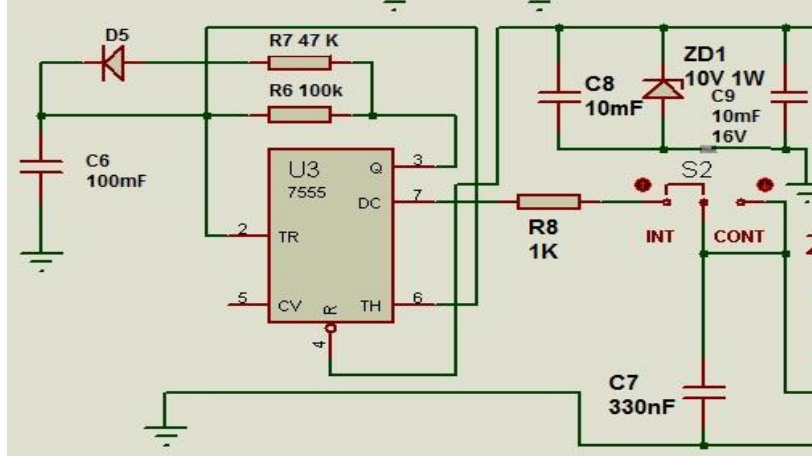


Şekil 15 Kare dalga yapma katı açık devre şeması

### 3.6 Osilatör Katı

Bu kısımda 7555 Osilatör entegresi kullanılmıştır. Hastaya uygulanacak olan dalga formlarının yükseltilmesi için kullanılmaktadır. S2 anahtarı mod seçimi için kullanılmaktadır. S2 anahtarı INT konumunda iken aralıklı dalga formu, CONT konumunda iken sürekli dalga

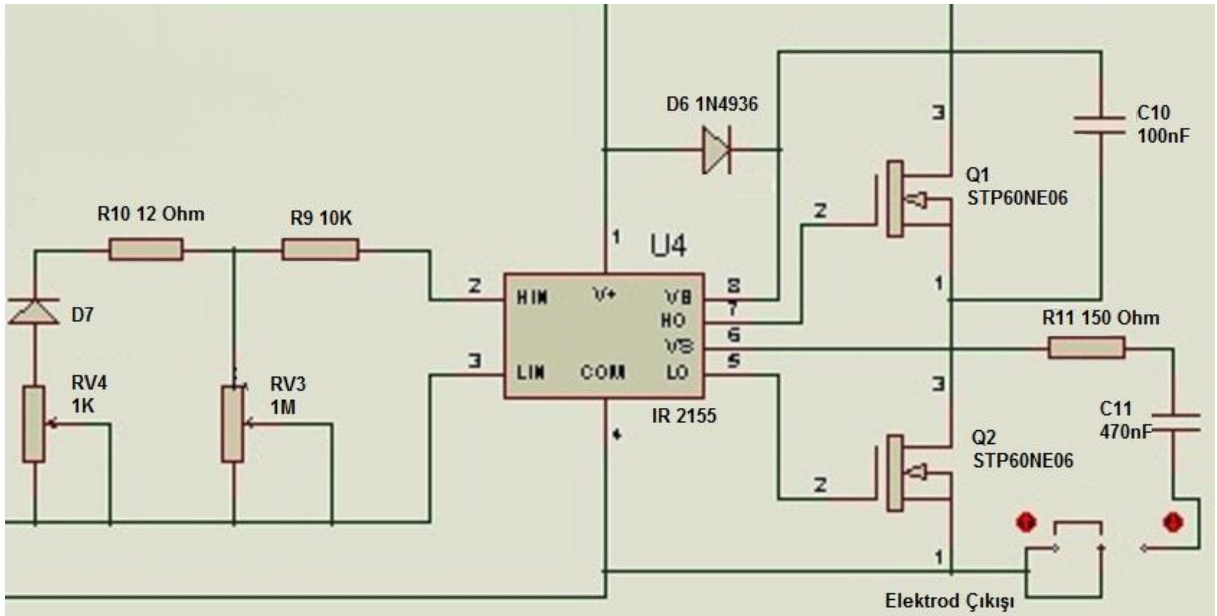
formu için uygulanmaktadır. Osilatör Katı ve devrede yer alan komponentler **Şekil 16'**de gösterilmiştir.



Şekil 16 Osilatör katı açık devre şeması

### 3.7 Çıkış Katı

Hastaya gönderilen uygun dalga formlarının çıkış noktasıdır. Hasta için üretilen Sürekli dalga formu veya Aralıklı dalga formunun elektrot vasıtası ile hasta vücuduna gönderildiği kısımdır. Bu bölümde sürücü olarak IR2155 entegresi kullanılmıştır. Çıkış katı açık devre şeması **Şekil 16'da** gösterilmiştir.

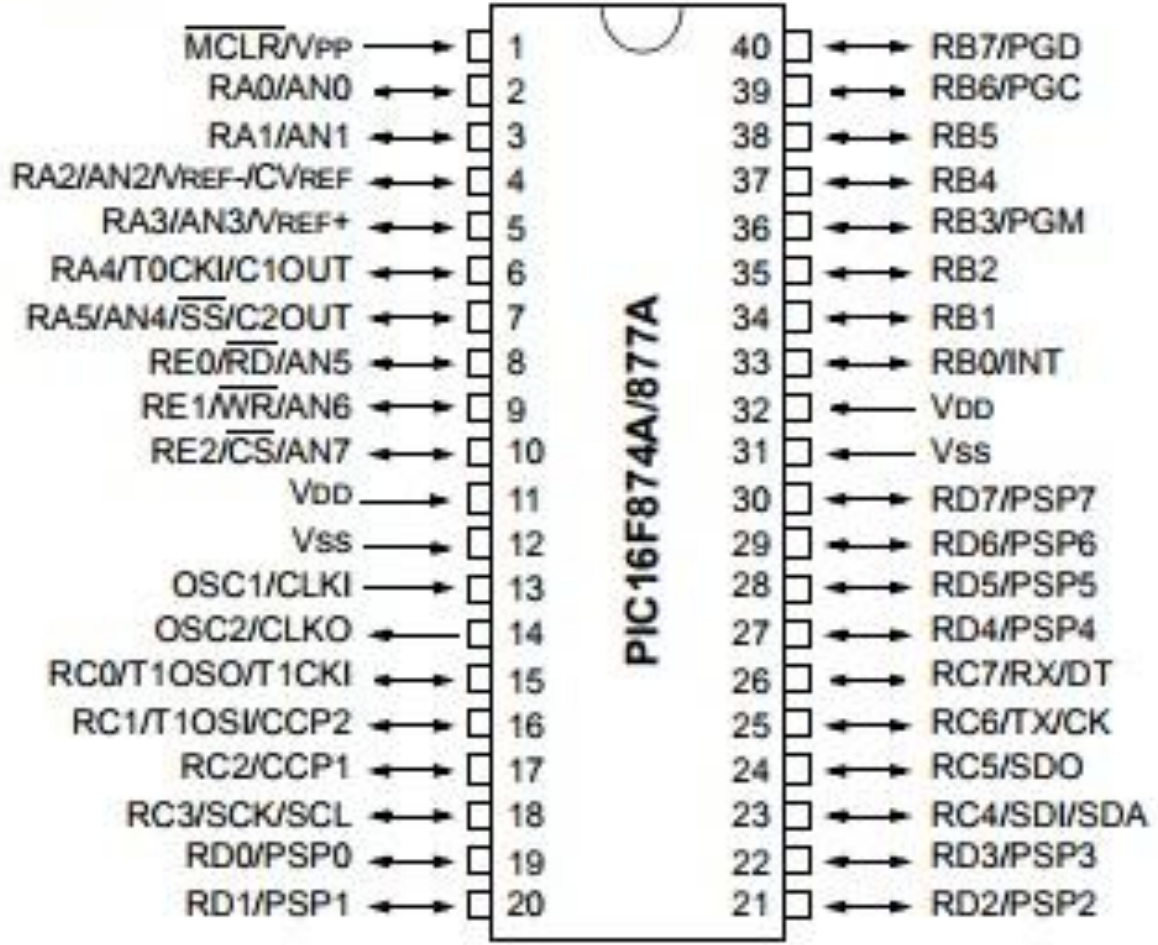


Şekil 17 Çıkış katı açık devre şeması

### 3.8 PIC16F877 Programlanabilir Entegre

8 adet Analog-Dijital kanala sahip olan bu entegre 5V DC ile çalışmaktadır. Ayrıca entegrenin çalışabilmesi için frekans üreticisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan dolayı entegrenin OSC1 ve OSC2 bacaklarına 20Mhz Kristal bağlanmıştır. 8 numaralı pin Vss (-), 20 numaralı pin ise VDD (+) olarak bilinmektedir. Entegrenin çalışması için gerekli olan 5V DC gerilim bu pinlerden sağlanmaktadır. Ayrıca devre üzerinde bulunan Aşağı (-), Yukarı (+) ve Başlat/Durdur anahtarları (S1, S2, S3) ile voltaj ayarı ve uygulanacak tedavi şekli seçilebilmektedir. Uygulanacak olan tedavinin süreleri, voltajı ve frekansı yazılmış olan program üzerinden belirlenmektedir. PIC16F877A entegresinde RD0-RD7 aralığında olan pin çıkışlarından elde edilen dijital voltaj değerleri Dijital Analog Çevirici (DAC) katına gönderilerek 8 bitlik analog veri elde edilmektedir. Dijital Analog Çevirici katında elde edilen 0-5V arası voltaj LM317 ayarlanabilir voltaj regülatörüne gönderilmektedir. LM317 voltaj regülatörünün çıkışı bu şekilde kontrol edilmektedir. İstenilen voltaj daha sonrasında L293 sürücü entegresine gönderilmektedir. Burada elde ettiğimiz dalga formu kare dalga olup, 1.25V DC(min) ile 37V DC(max) aralığında voltaj değerine sahiptir. Bu kısımdan sonra kare dalga formundaki gerilim L293 sürücü entegresine gönderilmektedir. Sürücü entegre çıkışlarında artı ve eksi alternansa sahip kare dalga formu elde edilmektedir. Elde edilen bu dalga formunun frekansı 50 Hertz olup voltaj değeri tedavi yöntemine göre değişmektedir. Bu kısımdan trafo girişlerine gönderilen gerilim 20V-80V aralığında yükseltilebilmektedir. Trafo çıkışında elde edilen yükseltilmiş voltaj tam doğrultma devresi ile doğru akım formuna dönüştürülmektedir. Tam doğrultma katında bulunan kondansatör ve direnç filtreleme görevini üstlenerek elde edilen dalga formunun ideale yakın olmasını sağlamaktadır. Elde edilen frekans ve gerilim SMK1820 (Power Mosfet) vasıtası ile kontrol edilerek tens cihazının elektrodlarına iletilmektedir. Programlamada yer alan tedavi yöntemleri ve sürelerine bağlı olarak SMK1820 power mosfetin Gate ucu tetiklenir ve gerilim iletimi Source ve Drain uçları arasında gerçekleşerek elektrodlara istenilen gerilim ve frekans iletilmiş olur. PIC16F877A entegresi Şekil 17'de gösterilmiştir

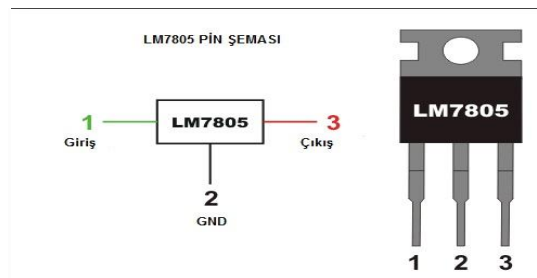
## 40-Pin



Şekil 18 PIC16F877A entegre devresi blok diyagramı

### 3.9 7805 Voltaj Regülâtörü

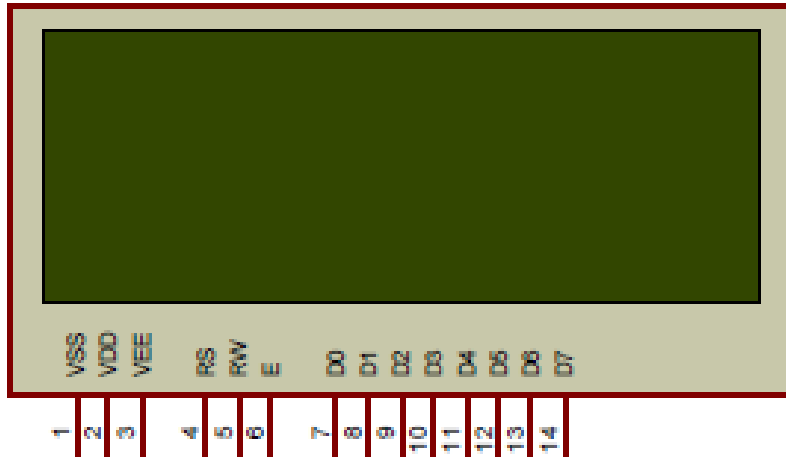
7805 (TO-220) voltaj regülâtörü, devrede batarya ünitesine bağlı olarak PIC16F877, LCD (20\*4) ve L293 sürücü entegresine 5-V DC gerilim sağlamaktadır. Girişine uygulanabilecek maksimum değer 25V DC olup, çıkışta stabil 5V DC üretilmektedir. LM7805 voltaj regülâtörün pin şeması ve şekli Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 19 LM7805 Numaralı voltaj regülâtörü bağlantı pinlerin şeması

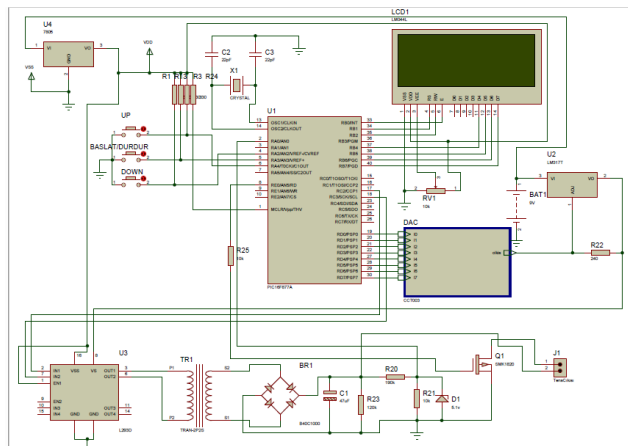
### 3.10 LCD Ünitesi (4\*20)

4 satır 20 sütuna sahip lcd ünitesi 5VDC ile çalışmaktadır. PIC16F877 entegresinde bulunan program vasıtası ile ekranda uygulanacak olan programın yazı karakterlerini göstermektedir. RV1 potansiyometresi ile ekranın parlaklık değerleri ayarlanabilmektedir. VDD ve VSS pinleri besleme uçları olarak bilinmektedir. LCD'nin veri girişleri PIC16F877 entegresinin B portuna verilmiştir. Kullanılan LCD ünitesi Şekil 19'da gösterilmiştir.



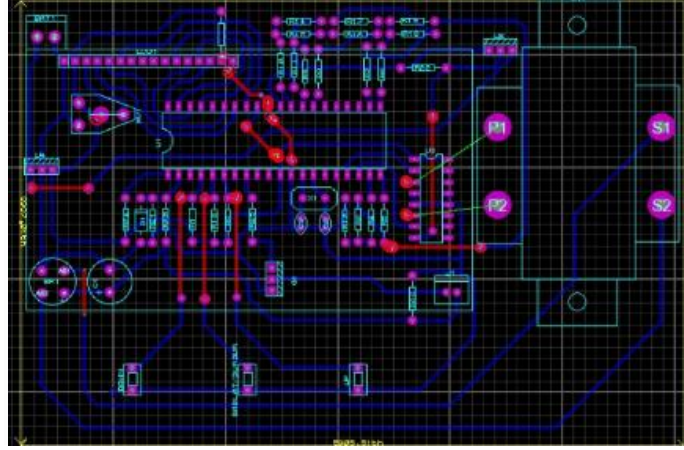
Şekil 20 4\*20 Sıvı kristal gösterge (LCD) ünitesi. Bağlantıda kullanılan pinler 14 adet olup kullanılan ilgili bağlantılar devre şemasında açıklanmıştır

### 3.11 ARES, ISIS Devre Şeması ve Baskı Devresi

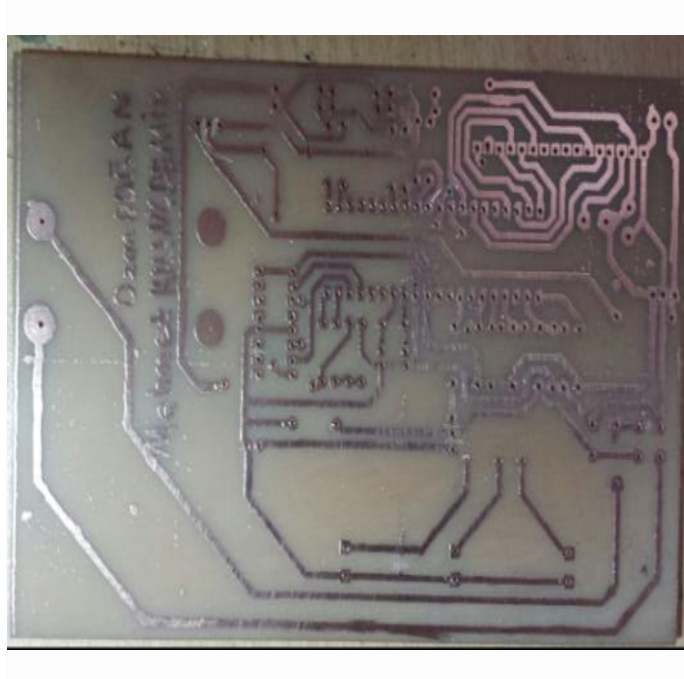


Şekil 21 ISIS devre çizimi





Şekil 22 ARES devre çizimi



Şekil 23 Baskı devresi

### 3.12 Kodlanan Yazılım

```
#include <16F877A.h>          // kullandığımız pic (entegre)

#device ADC=16              // 16 bitlik Analog Dijital çevirici

#FUSES NOWDT                //sigortalar

#FUSES NOBROWNOUT          //sigortalar

#FUSES NOLVP                //sigortalar

#use delay ( crystal=20000000) // kullandığımız kristal 20 Mhz'lik

#define puls      pin_e0      // pin_e0'in adı "puls" olarak değiştirildi

#define h         pin_c2      //pin_c2'nin adı "h" olarak değiştirildi

#define l         pin_c3      //pin_c3'ün adı "l" olarak değiştirildi

#define up        pin_a4      //pin_a4'ün adı "up" olarak değiştirildi

#define ok        pin_a3      //pin_a3'ün adı "ok" olarak değiştirildi

#define down      pin_a2      //pin_a2'nin adı "down" olarak değiştirildi

#include <lcd420.c>          // lcd kütüphanesi

int16  digi=0;             // 2 üzeri 16 kadar sayı oluşturabilir. "digi" ve "d" değişkenlerini "0"
değerine oluşturma

float  volt=0;            //ondalıkla sayı olması için ondalıklı "volt" değikeni oluşturma

int    a=0,md=0,dac=0,b=0; // 2 üzeri 8 kadar sayı oluşturabilmek için "a, md, dac, b"
değişkeni oluşturma

int    i[5]={50,200,150,200};////////// Modların 1 olma süreleri. // dize oluşturma

int16  o[5]={16616,249750,9850,6466};//Modların 0 olma süreleri. // dize oluşturma

#INT_TIMER0                // her 204 us'de bir buraya gelir //

void  TIMER0_isr(void)//////////Tİmer. 50 Hz AC çıkış için.
```

```

{
    set_timer0(0); // timer sayacını "0" dan başlatır
    a++; // her seferin a'yı 1 arttırıyor
    if(a==98) //a değişkeni 98 ise if içindeki işlemleri gerçekleştir
    {
        a=0; // a'yı sıfıra eşitler
        output_high(h); // h pinini 1 yapar
        output_low(l); // l pinini 0 yapar
    }
    if(a==49) // a değişkeni 49 ise if içindeki işlemi
    gerçekleştir
    {
        output_low(h); // h pinini 0 yapar
        output_high(l); // l pinini 1 yapar
    }
}

void mod()////////////////////////////////////MODU başlatma fonksiyonu
{
    switch(md) // md durumuna göre case yani kapıya gider
    {
        case 0: //md değişkeni 0 ise case 0'ın altındaki satırları break; komutuna gelene kadar
        yapar.
        lcd_gotoxy(1,2); //Lcd ekranın 1. sütun 2. satırından yazmaya başlar
        printf(lcd_putc,"Konvansiyonel "); //Lcd ekrana "Konvansiyonel " yazar

```

```

        break;                // switch'ten çıkar

    case 1: //md değişkeni 1 ise case 1'in altındaki satırları break; komutuna gelene kadar
yapar.

        lcd_gotoxy(1,2);        //Lcd ekranın 1. sütun 2. satırından yazmaya başlar

        printf(lcd_putc,"Akapuntur "); //Lcd ekrana "Akapuntur " yazar

        break;                //switch'ten çıkar.

    case 2: //md değişkeni 2 ise case 2'in altındaki satırları break; komutuna gelene kadar
yapar

        lcd_gotoxy(1,2);        //Lcd ekranın 1. sütun 2. satırından yazmaya başlar

        printf(lcd_putc,"Burst "); //Lcd ekrana "Burst " yazar

        break;                //switch'ten çıkar.

    case 3: //md değişkeni 3 ise case 3'in altındaki satırları break; komutuna gelene kadar
yapar

        lcd_gotoxy(1,2);        //Lcd ekranın 1. sütun 2. satırından yazmaya başlar

        printf(lcd_putc,"Kisa Yogun "); //Lcd ekrana "Kisa Yogun " yazar

        break;                //switch'ten çıkar

    }

}

void basla()////////////////////////////////////Modu başlatma fonksiyonu

{

    while(input(ok)==1)                //ok pini 1 olduğu sürece while parantezindeki işlemleri
yapar.

    {

```

```

    output_high(puls);          //puls pinini 1 yapar

    delay_us(i[md]);          //i dizesindeki md değer süresince bekler

    output_low(puls);          //puls pinini 0 yapar

    delay_us(o[md]);          //i dizesindeki md değer süresince bekler.

}

}

delay_ms(20);                //20 ms'ye bekler

while(input(ok)==0);         //ok pini 0 olduğu sürece bekler

lcd_gotoxy(1,1);             //Lcd'nin 1. satır ve 1. sütununa gider

printf(lcd_putc,"Mod seciniz "); //Lcd ekrana "Mod seciniz " yazar.

}

void voltaj()//////////////////////Voltaj seçme fonksiyonu

{

    lcd_gotoxy(1,1); //Lcd'nin 1. satır ve 1. sütununa gider.

    printf(lcd_putc,"Voltaj seciniz"); //Lcd ekrana "Voltaj seciniz" yazar.

    while(input(ok)==1) //ok pini 1 olduğu sürece while'ın parantezinin içindeki işlemleri
yapar.

    {

        b++;                //b'yi bir arttırır.

        if(input(up)==0 && dac<254) //up pini 0 ise ve dac değişkeni 254'ten küçük ise if'in
parantezinin içindeki programı çalıştır.

        {

            delay_ms(20);          //20 ms'ye bekle

            while(input(up)==0);    //up pini 0 olduğu sürece bekle

```

```

    dac+=5;                //dac değişkenini 5 arttır
    output_d(dac);        //dac değişkeninin değerini d portuna aktar
}

if(input(down)==0 && dac>5) //down pini 0 ise ve dac değişkeni 5'ten büyük ise if'in
parantezinin içindeki programı çalıştır.

{
    delay_ms(20);        //20 ms'ye bekle
    while(input(down)==0); //down pini 0 olduğu sürece bekle
    dac-=5;              //dac değişkenini 5 eksilt
    output_d(dac);      //dac değişkeninin değerini d portuna aktar.
}

if(b==250)              //b değişkeni 250 ise if'in parantezindeki
programı çalıştır

{
    b=0;                //b'yi 0'a eşitle
    digi=read_adc();    // adc'den okuduğun dijital değeri digi
değişkenine at
    volt=0.001525878906*digi; //digi değişkenindeki dijital değeri analog değere çevirip
volt değişkenine at
    lcd_gotoxy(1,3);    //Lcd'nin 3. satır ve 1. sütununa gider
    printf(lcd_putc,"Voltaj %fv ",volt); //LCD'de voltaj değerini gösterir
}
}

```

```

delay_ms(20);           //20 ms'ye bekler.

while(input(ok)==0);    //ok pini 0 olduğu sürece bekler

lcd_gotoxy(1,1);        //Lcd'nin 1. satır ve 1. sütununa gider

printf(lcd_putc,"Calisiyor... "); //Lcd ekrana "Calisiyor... " yazar

basla();                //basla fonksiyonuna gider

}

void main()////////////////////////////////////// Ana fonksiyon

{

output_d(0x00);        //d portunun çıkışlarını sıfırlar

output_low(puls);     //puls pinini 0 yapar

lcd_init();           //lcd'yi hazırlar

setup_psp(PSP_DISABLED); //PSP devre dışı

setup_spi(SPI_SS_DISABLED); //SPI devre dışı

setup_timer_1(T1_DISABLED); //timer1 devre dışı

setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1); //timer2 devre dışı

setup_CCP1(CCP_OFF); //ccp1 devre dışı

setup_CCP2(CCP_OFF); //ccp2 devre dışı

setup_adc_ports(AN0); //analog pin olarak AN0 pini seçilir

setup_adc(adc_clock_div_2); //adc bölme oranı 2

setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_4|RTCC_8_bit); //timer 0'ın
dahili kaynaktan (kristalden) besleneceği bölme oranının 4 olacağı ve 8bit sayıcı
kullanacağımız ayar

set_timer0(0);        //timer sayacı 0'dan başlar

enable_interrupts(INT_TIMER0); //timer 0 taşma kesmesi ayarlanır

```

```

enable_interrupts(GLOBAL);           //kemeler aktif edilir

set_adc_channel(0);                  //adc'nin 0. kanalı set edilir

lcd_gotoxy(1,1);                     //Lcd'nin 1. satır ve 1. sütununa gider

printf(lcd_putc," Yakin Dogu Uni. "); //Lcd ekrana " Yakin Dogu Uni. " yazar

lcd_gotoxy(1,2);                     //Lcd'nin 2. satır ve 1. sütununa gider

printf(lcd_putc," Ozan DOGAN ");     //Lcd ekrana " Ozan DOGAN " yazar

lcd_gotoxy(1,3);                     //Lcd'nin 3. satır ve 1. sütununa gider

printf(lcd_putc," Mehmet KILINCDEMIR "); //Lcd ekrana " Mehmet KILINCDEMIR "
yazar.

delay_ms(3000);                      //3000 ms'ye bekler

printf(lcd_putc,"\f");                //Lcd temizlenir

digi=read_adc();                     //adc den okuduğun dijital değeri digi değişkenine at

volt=0.001525878906*digi;            //digi değişkenindeki dijital değeri analog değere
çevirip volt değişkenine at

lcd_gotoxy(1,3);                     //Lcd'nin 3. satır ve 1. sütununa gider

printf(lcd_putc,"Voltaj %fv ",volt); //Lcd ekrana "Voltaj %fv " yazar, %f olan
bölüme volt değişkenindeki değeri yazar

mod();                                //mod fonksiyonuna gider

lcd_gotoxy(1,1);                     //Lcd'nin 1. satır ve 1. sütununa gider

printf(lcd_putc,"Mod seciniz ");     //Lcd ekrana "Mod seciniz " yazar

while(TRUE)                          //sonsuz döngü

{

    if(input(up)==0)                  //up pini 0 olduğu sürece if parantezindeki işlemleri
yapar

```



```

{
    delay_ms(20);           //20 ms'ye bekler

    while(input(up)==0);    //up pini 0 olduğu sürece bekler

    md++;                   //md değişkenini 1 arttırır

    if(md==4)md=0;         //md değişkeni 4 olursa md değişkenini 0 yap

    mod();                  //mod fonksiyonuna git

}

if(input(down)==0)        //down pini 0 olduğu sürece if parantezindeki işlemleri
yapar

{

    delay_ms(20);          //20 ms'ye bekler

    while(input(down)==0); //down pini 0 olduğu sürece bekler

    md--;                   //md değişkenini 1 eksiltir

    if(md==255)md=3;        //md değişkeni 255 olursa md değişkenini 3 yap

    mod();                  //mod fonksiyonuna git

}

if(input(ok)==0)          //ok pini 0 olduğu sürece if parantezindeki işlemleri yapar

{

    delay_ms(20);          //20 ms'ye bekler

    while(input(ok)==0);   //ok pini 0 olduğu sürece bekler

    voltaj();              //voltaj fonksiyonuna git

}

}

```

}

## BÖLÜM 4

### YORUM

TENS cihazı, teknolojinin gelişmesiyle birlikte oldukça büyük gelişmeler kat etmiş ve kullanımını da artmıştır. Bunun nedenleri olarak ağrıyı iyi tespit edip ağrının kesilmesini sağlamakta oldukça başarılı olmamız ve zararsız bir şekilde tedavi edebilmemiz ve ev tipi TENS cihazları gibi kolay kullanılabilirlik seviyesine getirilmesi kullanımını arttırmıştır.

TENS cihazının en kötü yanı, cihaz sadece ağrının beyne iletilmesini engellemesidir. Yani ağrı vücutta devam etmektedir ama beyin algılamıyor. Bu yüzden vücut zarar görmeye devam ediyor. İlerde ki teknolojiler ile bu ağrının sadece beyne iletimini kesmesi değil, ağrının vücudu harap etmesini de engelleyebileceğini düşünüyorum. Şuan bunun üzerine araştırmalar olduğuna internet üzerinden hiç rastlamadım. Bir başka fikir olarak ağrı tipine göre farklı dalga boyu sinyalleri uygulamak yerine, ağrının sinyalini tespit edip tersi bir sinyal uygulanarak ağrı sinyalini minimize etmesi daha sağlıklı olacağını düşünüyorum. TENS cihazının en iyi avantajı olarak ağrıyı gidermek için ilaç kullanmamıza gerek kalmamasıdır. Haliyle her ilacın yan etkileri vardır. TENS cihazı ise hiçbir yan etki olmaksızın neredeyse acısız bir şekilde ağrıyı gidermiş oluyor. İlacın ise TENS cihazından avantajı olarak vücuda zarar veren ağrıyı yok ediyor ve böylece vücut artık ağrıya maruz kalıp harap olmuyor.

Şuan yaptığımız projede, iki mod ve tek kanallı TENS cihazı olması seçenek bakımından oldukça düşüktür. Çünkü ağrı tipinin çok farklı çeşitleri vardır ve genelde TENS cihazında sağlıklı olarak en iyi dört farklı mod olabilmesidir. Proje 2’de TENS cihazımızı geliştirmek açısından Projede 1’de daha fazla farklı mod seçeneği yapmadık. Proje 2’de daha gelişmiş bir cihaz tasarlamış olacağız.

Cihazı manuel’den dijital hale getirip daha kolay kullanılabilir hale getirildi. İki mod seçeneğinden dört farklı mod seçeneğine arttırılıp ağrı tipine göre daha fazla mod seçeneği oluşturuldu. Cihazımız hemen hemen aynı maliyete tasarlandı. Dijital olan bu cihazımızda her şey otomatik olup sadece voltaj ayarlanabilir hale getirildi ve de hasta üzerine uygulanan voltajı LCD ekranda gerçek zamanlı görülebilir hale getirildi. Frekans ayarlama ve genlik ayarlama gibi zorlu ayarlamalara gerek kalmadan her şeyi PIC programlama üzerinden otomatik şekilde tasarlanmıştır.

## BÖLÜM 5

### SONUÇ

Bu projemizde TENS cihazını analog olarak tasarladık. Projemiz 9 V pil ile çalışan maliyeti oldukça ucuz küçük bir devredir. Devrenin üzerinde bulunan toplamda iki anahtardan biri on-off ile devre kapatılıp açılır ve diğer anahtar ise MOD seçeneğini değiştirmemize yarayan anahtardır, kullanılması da oldukça basit olan bu projemiz ev tipi TENS cihazına göre tasarlanmıştır. Devreyi yaparken internet üzerinden referans aldığımız bir devre şemasına göre yaptık. ARES ve ISIS'ten yararlanmış olup ayna görüntüsü olarak devreyi plakete bastık, temin ettiğimiz elektronik malzemeleri de plaket üzerine lehimleyerek devreyi tasarlamış olduk. Devrenin çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için ise ayrıca LED yerleştirdik. Devrenin sonucunda toplamda iki sinyal elde ettik bunlardan birisi sürekli akım diğeri ise aralıklı akımdır. Bu modlar ağırlık tipine göre, ağrının büyük veya küçük olmasına göre değiştirilebilir. Çıkış sinyalini kablo aracılığı ile elektrotlara bağlayarak elektrotu vücuda yerleştirip uygulamayı sağlamış olduk. Projemizin diğerlerinden ayıran en büyük özelliği oldukça ucuz olmasıdır. Bizim yaptığımız proje toplamda otuz beş(35)₺ maliyeti olmuştur. Genel bir ev tipi TENS cihazı(100-1800)₺ arasındadır. Bizim gibi bitirme projesi olarak yapanlar ise genelde PIC ve LCD kullandıkları için maliyetleri daha fazla olmuştur ama PIC ile yapıldığı için daha fazla moda sahip olmuşlardır.

Devreyi manuel'den dijital hale getirdik ve manuel de düzgün bir sinyal edemeyip dijital olan devremizde güzel bir sinyal elde edip bunu üzerimizde test ettik. Dijital olan TENS cihazımızda yenilik olarak PIC programlama üzerinden PIC16F877A ve LCD ekran eklenildi. Programlamayı yaparken zorluk yaşandığından dolayı birkaç teknik destek olarak programlamayı profesyonel bir şekilde tamamlamış olduk. Programlamayı elektronik devrede uygularken sürekli sıkıntılar yaşadık fakat sürekli deneme yanılma yolu ile istenilen program elde edildi. Bu devre programlanabilir malzemeler sayesinde kişiselleştirilebilir veya farklı frekans veya genliklerde çıkışlar elde edilebilir. Bu projemizde genel olarak tercih edilen tedavi yöntemleri tercih edilmiştir. Piyasada 12 kanallı tedavi yöntemlerini barındıran cihazlar mevcut olup hepsini aktif olarak kullanılmamaktadır. Biz verimli olabileceğini düşündüğümüz 4 mod ile çift kanallı çıkış veren sistemi tasarladık. Projeyi geliştirme amacı olarak TENS cihazında henüz yapılmamış olan, ağırlık sinyalinin tersini alıp uygulayan bir elektrik sinyali vücuda verilerek TENS cihazı daha da profesyonel bir şekilde geliştirilebilir.

## KAYNAKÇA

- [1]. <https://www.diodes.com/assets/Datasheets/ds23001.pdf> 1N5819 Datasheet
- [2]. <http://www.vishay.com/docs/81857/1n4148.pdf> 1N4148 Datasheet
- [3]. [https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/ST%20Microelectronics%20PDFS/STP60NE06-16\(FP\).pdf](https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/ST%20Microelectronics%20PDFS/STP60NE06-16(FP).pdf) STP60NE06 Datasheet
- [4]. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm134.pdf> LM334Z Datasheet
- [5]. <http://www.infineon.com/dgdl/ir2155.pdf?fileId=5546d462533600a4015355c8dec316b6> IR2155 Datasheet
- [6]. <https://www.sparkfun.com/datasheets/IC/MC34063A.pdf> MC34063 Datasheet
- [7]. <http://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/icm7/icm7555-56.pdf> ICM7555 Datasheet
- [8]. <http://www.vishay.com/docs/88508/1n4933.pdf> 1N4936
- [9]. <http://www.vishay.com/docs/85816/1n4728a.pdf> 39V 1W Zener Diyot Datasheet
- [10]. [http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet\\_pdf/bkc-international-electronics/1N4728\\_to\\_1N973B-1.pdf](http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet_pdf/bkc-international-electronics/1N4728_to_1N973B-1.pdf) 10 V 1W Zener Diyot Datasheet
- [11]. <http://archive.siliconchip.com.au/cms/gallery/article.html?a=105712&i=11> Devre Açık Şeması
- [12]. <http://archive.siliconchip.com.au/cms/gallery/article.html?a=105712&i=5> Devre Blok Diyagramı
- [13]. <http://www.elsa.web.tr/tr/haber/agri-tedavisinde-tensin-yeri-nedir>
- [14]. <http://www.avecmedikal.com/tens-nedir-tens-teknolojisi-nasil-calisir/>
- [15]. <http://www.saglikrehberimiz.com/tens-tedavisi-nedir.html>
- [16]. <http://www.drdenizdogan.com/2012/05/transkutanoz-elektriksel-sinir.html>
- [17]. [http://www.hacettepehemsirelikdergisi.org/pdf/pdf\\_HHD\\_181.pdf](http://www.hacettepehemsirelikdergisi.org/pdf/pdf_HHD_181.pdf)
- [18]. <http://www.fztozdemir.com/tens-ile-agrinin-azaltilmasi/>

- [19]. <http://320volt.com/pic16f84-ile-elektronik-kas-uyarim-cihazi/>
- [20]. <http://www.gittigidiyor.com/arama/?k=tens+cihaz%C4%B1>
- [21]. <https://eksisozluk.com/tens--404440>
- [22]. <http://slideplayer.biz.tr/slide/3733968/>