T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÖRT FARKLI DALGA FORMUNU DESTEKLEYEN BİR ELEKTROAKUPUNKTUR STİMÜLATÖR TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Lokman Hikmet TEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ABD

KONYA, 2006

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÖRT FARKLI DALGA FORMUNU DESTEKLEYEN BİR ELEKTROAKUPUNKTUR STİMÜLATÖR TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Lokman Hikmet TEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 11/08/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir

Yrd.Doç.Dr. Salih GÜNEŞ	Yrd.Doç.Dr. Ercan YALDIZ	Yrd.Doç.Dr. Nihat YILMAZ
Danışman	Üye	Üye

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DÖRT FARKLI DALGA FORMUNU DESTEKLEYEN BİR ELEKTROAKUPUNKTUR STİMÜLATÖR TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Lokman Hikmet TEKİN

Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Salih GÜNEŞ

2006, 68 sayfa

Jüri **:** Yrd. Doç. Dr. Salih GÜNEŞ
Yrd. Doç. Dr. Ercan YALDIZ
Yrd. Doç. Dr. Nihat YILMAZ

Bu çalışmada, düşük frekanslarda değişik dalga şekillerinin insan vücudundaki etkilerinin incelenmesine yönelik tıbbi araştırmalarda kullanılmak üzere bir Elektroakupunktur Stimülatör cihazı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör cihazı, istenilen 1-260 Hz, 0-4000 mV aralığındaki frekans ve gerilim değerlerindeki sinüs, kare, üçgen, testeredişi sinyallerinden herhangi birisini 100 dakikaya kadar ayarlanan süre boyunca sürekli olarak verebilme özelliğine sahiptir. Cihaz, mikrodenetleyici ve buna bağlı olarak çalışan giriş-çıkış ünitesi, dijital analog konvertör (DAC) ünitesi, LCD ekran ünitesi, zamanlayıcı (timer) ve yükselteç (amplifikatör) ünitesi olmak üzere 6 bileşenden meydana gelmektedir.

Yine bu proje kapsamında, cihaz tarafından üretilen sinyallerin değişik gerilim ve frekans değerlerindeki osiloskop görüntüleri ve etalon cihazla gerçekleştirilen ölçüm sonuçları verilerek, piyasada benzer amaçla kullanılan 6 farklı cihaz ile avantaj ve dezavantajlarına ilişkin karşılaştırması yapılmıştır. Üretilen sinyaller son derece kararlı ve düzgün olup tüm gerilim değerlerindeki frekans hassasiyeti % 0.1- 4 aralığında değişim göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akupunktur, Elektroakupunktur, elektroterapi, uyartım, Stimülatör, fonksiyon jeneratörü, frekans, gerilim, mikrodenetleyici, zamanlayıcı.

ABSTRACT

Master Thesis

THE DESIGN AND PERFORMANCE OF AN ELECTROACUPUNCTURE STIMULATOR SUPPORTING FOUR DIFFERENT WAVEFORMS

Lokman Hikmet TEKİN

Selcuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical-Electronics Engineering

Supervisior: Asst. Prof. Dr. Salih GÜNEŞ

2006, 68 pages

Jury : Asst. Prof. Dr. Salih GÜNEŞ
Asst. Prof. Dr. Ercan YALDIZ
Asst. Prof. Dr. Nihat YILMAZ

In this study, an Electroacupuncture stimulation device has been designed and performed to be used in the medical researches related to examination of the effects of various waveforms with low frequency on human body. This designed Electroacupuncture Stimulator device is able to provide continous sinus, square, triangle and sawtooth signals in the range of 1-260 Hz frequency and 0-4000 mV voltage for a period of adjustable time up to 100 minutes. The device consists of 6 components including a microcontroller, an input-output unit, a digital analog convertor (DAC), a liquid crystal display (LCD) unit, a timer unit and an amplifier unit.

Also in the study, a comparison of designed device and 6 other devices, those are used in the market for the same objective, has been performed based on the advantages and disadvantages by providing the osciloscope outputs and measurement results, those are performed by reference device, of the signals of designed device at various voltage and frequency values. The generated signals are consistent and the frequency precise ranges 0.1-4.0 % at all voltage values.

Keywords: Acupuncture, Electroacupuncture, electrotherapy, stimulation, Stimulator, function generator, frequency, voltage, microcontroller, timer.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca bilgi ve tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen ve her türlü fedakarlıkta bulunan Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Salih GÜNEŞ'e, Bölümümüzün değerli öğretim elemanlarına, bu projeye tıbbi yönde katkılarda bulunarak gerçekleşmesinde fikirleriyle yardımcı olan Akupunkturist Dr. M. Tuğrul CABIOĞLU'na, yüksek lisans çalışmalarını birlikte yürüttüğüm sevgili arkadaşım ve meslektaşım Elektrik-Elektronik Mühendisi Hakan ŞAHİN'e ve kardeşlerim Elektrik-Elektronik Mühendisi M. Hakan TEKİN, Avukat Oğuzhan TEKİN ile Bilgisayar Mühendisi Cengizhan TEKİN'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET. i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ŞEKİLLER LİSTESİ viii
TABLOLAR LİSTESİ ix
SEMBOLLER VE KISALTMALAR x
1. GİRİŞ 1
1.1. Tez Konusunun Tanıtılması 1
1.2. Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi 2
1.3. Bu Konuda Yapılan Diğer Çalışmalar 3
2. AKUPUNKTUR 9
2.1. Akupunkturun Felsefi Boyutu 10
2.1.1. Yin-yang teorisi 10
2.1.2. Beş element teorisi 12
2.2. Klasik Çin Tıbbına Göre Hastalığın Oluşumu ve Akupunktur 12
2.3. Akupunktur Noktaları ve Meridyenler 13
2.4. Akupunktur Noktalarının Özellikleri 15
2.4.1. Akupunktur noktasının elektriksel özelliği 16
2.4.2. Akupunktur noktasının ısısal özelliği 17
2.4.3. Akupunktur noktasının duyusal özelliği 17
2.4.4. Akupunktur noktalarının dokusal (histolojik) özelliği 17
2.4.5. Akupunktur noktalarının spesifik özelliği 17
2.5. Akupunktur Noktasına Uygulanan Yöntemler 18
2.6. Akupunkturun Vücut Üzerindeki Etkileri 19
2.6.1. Ağrı dindirici (analjezik-anestezik) etkisi 19
2.6.2. Yatıştırıcı (sedasyon) etkisi 19
2.6.3. Denge ve uyum sağlama (homeostatik) etkisi 19
2.6.4. Psikolojik etkisi 19
2.6.5. Motor fonksiyonlarda iyileşme etkisi 20
2.6.6. Duygulara etkisi 20
2.6.7. Kimyasal ve hücresel (humoral) etkisi 20

2.7. Akupunktur Çeşitleri ve Kulak Akupunkturu (Aurikulotherapie)..... 21
2.8. Akupunkturla Tedavi Edilen Hastalıklar..... 23
3. ELEKTROTERAPİ..... 25
3.1. Elektroterapi'de Kullanılan Akım Çeşitleri..... 27
3.1.1. Galvanik akım..... 27
3.1.2. Faradik akım..... 27
3.1.3. Dalgalı akım..... 27
3.1.4. Eksponansiyel yükselen akım..... 27
3.2. Elektroterapi'de Kullanılan Elektrot Tipleri..... 27
3.3. Geleneksel Stimülatörler ve Stimülatör Çeşitleri..... 28
3.3.1. Birinci grup Stimülatörler..... 29
3.3.2. İkinci grup Stimülatörler..... 29
3.3.3. Üçüncü grup Stimülatörler..... 29
3.4. Deri Üstü Elektriksel Sinir Uyartım (TENS) Yöntemleri..... 29
3.4.1. Geleneksel (conventional) yöntem..... 32
3.4.2. Kısa yoğun etki yöntemi..... 32
3.4.3. Hiperstimulasyon yöntemi..... 33
3.4.4. Elektroakupunktur (güçlü düşük hız) yöntemi..... 33
4. GERÇEKLEŞTİRİLEN ELEKTROAKUPUNKTUR STİMÜLATÖR SİSTEMİ..... 35
4.1. Mikrodenetleyici Ünitesi..... 35
4.1.1. Sinyallerin fonksiyon eğrilerinin oluşturulması..... 36
4.1.2. Sinyallerin frekans değerlerinin hesaplatılması..... 38
4.1.3. Mikrodenetleyici programının algoritmasına ilişkin açıklamalar..... 39
4.2. Giriş-Çıkış Ünitesi..... 42
4.3. Dijital Analog Konvertör (DAC) Ünitesi..... 43
4.4. LCD Ekran Ünitesi..... 43
4.5. Zamanlayıcı (Timer) Ünitesi..... 44
4.6. Yükselteç (Amplifikatör) Ünitesi..... 44
5. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA..... 45
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... 61
7. KAYNAKLAR..... 63
EKLER..... 68

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Çeşitli Akupunktur uygulamaları……...……... 21
Şekil 2.2 Baş üzerindeki Akupunktur noktaları……...…… 21
Şekil 2.3 Kulak Akupunkturu (Aurikulotherapie) uygulaması……..…….....……. 22
Şekil 2.4 Kulak kepçesinin fetus ile anatomik ilişkisi……....…..…22
Şekil 2.5 Bazı hastalıkların tedavisinde Aurikulotherapie noktaları…….....23
Şekil 3.1 Geleneksel AC-DC Stimülatör blok şeması…..…….....28
Şekil 3.2 Çeşitli TENS uygulamaları……..... 30
Şekil 3.3 TENS dalga şekilleri……..… 31
Şekil 3.4 Konvansiyonel monofazik TENS çıkışı…….....32
Şekil 3.5 Monofazik dalga için kısa yoğun etki yöntemi……..... 32
Şekil 3.6 Hiperstimulasyon yöntemi……....……... 33
Şekil 3.7 Monofazik dalga için temsili Akupunktur yöntemi……....……..33
Şekil 3.8 Elektroakupunktur Stimülatör ile tedavi uygulama örnekleri…….....……. 34
Şekil 4.1 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur sisteminin blok diyagramı…….....….35
Şekil 4.2 Mikrodenetleyicinin sinyal üretme prensip şeması…….....37
Şekil 4.3 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur sisteminin program algoritması…..... 41
Şekil 5.1 50 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 5ms/div)..... 45
Şekil 5.2 100 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)…..... 46
Şekil 5.3 100 Hz ve 0.75 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)..... 47
Şekil 5.4 100 Hz ve 3 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)…..... 48
Şekil 5.5 100 Hz ve 4 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)…..... 49
Şekil 5.6 150 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)…..... 50
Şekil 5.7 200 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)…..... 51
Şekil 5.8 250 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)…..... 52
Şekil 5.9 Ticari Elektroakupunktur Stimülatörlerin çıkış sinyalleri……....… 54
Şekil 5.10 Ticari Elektroakupunktur Stimülatörlerinin ölçüm yöntemi…….....55
Şekil 5.11 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör frekansının değişimi…..... 59
Şekil 5.12 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör frekanslarının hatası…..... 59
Şekil 5.13 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör frekans hata yüzdeleri…….....60

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 TENS'in elektriksel parametrelerinin mukayesesi……..... 34
Tablo 5.1 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-1 frekans ölçümleri……...… 55
Tablo 5.2 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-2 frekans ölçümleri……...… 55
Tablo 5.3 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-3 frekans ölçümleri……...…… 56
Tablo 5.4 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-4 frekans ölçümleri……...… 56
Tablo 5.5 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-5 frekans ölçümleri……...… 56
Tablo 5.6 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-6 frekans ölçümleri……...… 57
Tablo 5.7 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatörüne ait frekans ölçümleri..... 58

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

AC : Alternating Current (Alternatif Akım)

ACTH : Adrenokortikotrop Hormon

ADC : Analog Digital Converter (Analog – Dijital Çevirici)

ASK : Amplitude Shift Keying (Genlik Kaydırmalı Anahtarlama)

ATP : Adenin Three Phosphate (Adenozin Tri Fosfat)

CPU : Central Process Unit (Merkezi İşlem Ünitesi)

DAC : Digital Analog Converter (Dijital - Analog Çevirici)

div : Division (Bölüm)

DC : Direct Current (Doğru Akım)

EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory (Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Hafıza)

EEPROM : Electrical Erasable Programmable Read Only Memory (Elektrikle Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Hafıza)

FDA : Food Drug Association (Besin ve İlaç Yönetimi)

FSK : Frequency Shift Keying (Frekans Kaydırmalı Anahtarlama)

H : Hicri

HVPC : High Voltage Pulsed Current (Yüksek Voltaj Darbeli Akım)

HVPGS : High Voltage Pulsed Galvanic Stimulation (Yüksek Voltaj Darbeli Galvanik Uyartım)

IEEE : International Electrical and Electronic Engineering (Uluslararası Elektrik ve Elektronik Mühendislik)

I/O : Input/Output (Giriş/Çıkış)

LED : Light Emitting diyote (Işıklı Diyot)

LCD : Liquit Cristal Display (Likit Kristal Gösterge)

LVBmAPC : Low Voltage Bifazic miliAmperage Pulsed Current (Düşük Voltaj Bifazik Miliamperaj Darbeli Akım)

LVMmAPC : Low Voltage Monofazic miliAmperage Pulsed Current (Düşük Voltaj Monofazik Miliamperaj Darbeli Akım)

mA : Miliamper

mV : Milivolt

MÖ : Milattan Önce

MS : Milattan Sonra

µs	: Mikrosaniye
µF	: Mikrofarat
NIH	: National Institue of Health (Ulusal Sağlık Enstitüsü)
NIST	: National Institue of Standart and Technology (Ulusal Standart ve Teknoloji Enstitüsü)
OPAMP	: Operational Amplificator (Operasyonel İşlemsel Yükselteç)
PC	: Program Counter (Program Sayıcı)
PIC	: Peripheral Interface Controller (Çevresel Üniteleri Denetleyici Arabirim)
PWM	: Pulse Width Modulation (Darbe Genişlik Modülasyonu)
RAM	: Random Access Memory (Rasgele Erişimli Hafıza)
RC	: Direnç-Kondansatör
RISC	: Reduced Instruction Set Computer (Azaltılmış Komut Seti Bilgisayarı)
ROM	: Read Only Memory (Salt Okunabilir Hafıza)
TENS	: Transacutaneous Electrical Nerve Stimulation (Deri Üstü Elektriksel Sinir Uyartımı)
Vp	: Peak Voltage (Tepe Gerilim Değeri)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

1. GİRİŞ

Akupunktur kelimesi Latince kökenli olup acus(iğne) ve punctura (batırma, delme) kelimelerinden meydana gelmektedir. Böylece iğne batırma anlamında Akupunktur sözcüğü kullanılmaktadır. Modern anlamdaki tanımı ise vücut derisinde bulunan bazı özel noktalara iğne, vakum, basınç, elektrik akımı, lazer, infraruj veya ultrason uygulayıp uyarma şeklindedir.

Son yıllarda tıp literatürüne girerek önemli aşamalar kaydeden ve ciddi Tıp araştırmalarına da ışık tutan Elektroakupunktur ise sadece iğneler kullanılan normal Akupunktur yönteminin gelişen teknolojinin katkılarıyla bir takım elektronik cihazlar ile birlikte kullanılması prensibine dayanan tedavi yöntemidir. Bu yöntemde vücuttaki belirli uyartım noktalarına uygulanan özel iğnelere, elektronik uyartım cihazları vasıtasıyla düşük frekansta ve düşük şiddette akım verilmek suretiyle beyin ve tüm sinir sistemi üzerinden çeşitli hormonların salgılanmasına etki edilerek vücuttaki tüm biyolojik ve psikolojik sistem dengelenmekte ve çeşitli hastalıkların tedavisi mümkün olmaktadır.

1.1. Tez Konusunun Tanıtılması

Elektroakupunktur uygulamalarında kullanılan uyartımların, yaygın olarak kare dalga sinyallerle sağlanması bu projenin gerçekleştirilmesinde çıkış noktası olmuştur Yine Çin Nöroloji Araştırma Enstitüsü, Beijing Tıp Fakültesi ile American California Phoenix Eczacılık kuruluşu tarafından gerçekleştirilen bir araştırma da bu çalışmaya esas teşkil eden fikri ortaya çıkarmıştır. Söz konusu araştırmada, laboratuvar şartlarında fareler üzerinde değişik frekanslarda Elektroakupunktur uygulanmış ve bazı hormonların değişim seyri izlenmiştir. Buna göre Endogenous Opioid Peptide grubundan olan Endomorfin, Enkefalin, Beta-Endorfin hormonları düşük frekanslardaki(2Hz) uyartımlarda, Dinorfin hormonu ise yüksek frekanslardaki(100Hz) uyartımlarda salgılanmıştır.

Düşük frekanslı ve yüksek şiddetli elektrik akımı ile uygulanan Elektroakupunktur stimülasyonu; endorfin sistemini uyarır, yavaş başlangıçlı analjezi (ağrı kesici) oluşturur, uzun süren etkilere neden olur, birikici etki yapar, analjezik etkinin ortadan kalkması için düşük doz naloxone (anti-narkotik) gereksinimi meydana getirir. Yüksek frekanslı ve düşük şiddetli elektrik akımı ile uygulanan Elektroakupunktur stimülasyonu ise non-opioid monoaminerjik sistemi harekete geçirir, çabuk başlayan analjezi sağlar, kısa süren etkilere neden olur, birikici etki yapmaz, analjezik etkinin ortadan kalkması için yüksek doz naloxone gereksinimi meydana getirir.

Şimdiye kadar Elektroakupunktur uygulamalarına yönelik gerçekleştirilen Tıbbi araştırmaların genel karakteristiği uyartım frekansı esasına dayanmaktadır. Kullanılan uyartım sinyallerinin dalga şekillerinin göz önünde bulundurulduğu geniş kapsamlı bir çalışma şu ana kadar gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışmaya da uyartım frekansının insan vücudundaki hormonlara bilinen bu etkilerinin yanı sıra uyartımın farklı tipte bir dalga ile gerçekleştirilmesi durumunda vücutta nasıl bir hormonal değişime sebep olabileceği düşüncesinden yola çıkılarak başlanılmıştır.

Projenin tasarımında dikkat edilmesi gereken en önemli husus uyartım sinyalinin insan sağlığına zarar verebilecek düzeyde bir akım şiddetine neden olmamasıdır. Bunun için bilinen tehlikeli ve ölümcül uyartım akım sınırı 30 mA ve gerilim sınırı olan 50 volt değerlerinin altında bir çıkış sinyali üretilmek zorunluluğu dikkate alınmıştır. Bu nedenle uyartım gerilimi 0-4000 mV ve frekans aralığı da 1 – 260 Hz olarak seçilmiştir. öylece tehlikesiz ve güvenli çalışabilme özelliğine sahip bir tasarım ortaya konulmuştur.

Bu çalışmanın giriş bölümünde tez konusu tanıtılarak, konu ile ilgili bugüne kadar literatürde yer alan araştırmalara yer verilmiştir. İkinci bölümde Akupunktur ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Üçüncü bölümde Elektroakupunktur bağlamında Elektroterapi tanıtılmaya çalışılmıştır. Dördüncü bölümde gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör cihazına ait donanım ve yazılım elektriksel olarak izah edilmeye çalışılmıştır. Beşinci bölümde değişik frekans ve gerilim değerlerinde üretilen 4 sinyale ait osiloskop görüntüleri verilerek piyasada yer etmiş ticari Stimülatör cihazlar ile avantaj ve dezavantajlar yönünden karşılaştırmalar yapılmıştır. Altıncı bölümde sonuçlar ve önerilere değinilmiştir. Yedinci bölümde bu çalışmaya ışık tutan terminolojiye Kaynak olarak atıfta bulunulmuştur. Ekler kısmında ise devre şemaları, PIC yazılımı ve multimetre bilgileri ile cihaz görünümleri verilmiştir.

1.2. Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi

Halen uygulamada kullanılan Elektroakupunktur Stimülatör cihazlarında uyartım sinyalleri yaygın olarak kare dalga şeklindeki sinyallerden oluşmaktadır. Bu çalışmada öngörülen tasarımda, farklı frekansların yanı sıra farklı dalga şekilleri de kullanılacaktır. Bu amaçla frekansı ayarlanabilen, farklı dalga şekilleri üretebilen ve programlanabilen bir Elektroakupunktur Stimülatör cihazı gerçekleştirilmiştir. Böylece bu projede şimdiye kadar çok fazla denenmemiş uyartım sinyalleri üretilecek ve bu sinyallerin insanlar üzerindeki etkilerinin incelenmesine imkan tanınacaktır. Uygulanacak uyartım sinyallerinin frekansının değiştirilebilmesi ayrıcalığının yanı sıra pratikte sık kullanılan kare dalga ile birlikte sinüs, üçgen ve testeredişi gibi değişik dalga şekillerinin kullanılması mümkün olacaktır.

Bu çalışma, mikrodenetleyici tabanlı bir çalışma olması nedeniyle piyasada halen kullanılan standart cihazlara nazaran daha kararlı, daha kullanışlı ve daha modüler sinyaller elde edilmesine imkan tanıyacaktır.

Bu nedenle tasarlanan Elektroakupunktur Stimülatör cihazı benzerlerine göre önemli farklılılıklara sahip olup Akupunktur kliniklerinde emsalsiz üstün özellikleriyle kullanım kolaylığı sağlayacaktır.

Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör cihazı ile hastanın muhtelif yerlerine uygulanacak olan uyartımın dalga şekli ve ne kadar süre uygulanacağı, kullanıcı tarafından cihaz üzerindeki kontrol panelinden manuel olarak girilecektir. Örneğin, Akupunkturist Hekim hastaya testeredişi dalga formunda uyartım yapacaksa cihaz üzerindeki sinyal seçme ve programlama menüsünden, ilgili sinyalin şeklini, gerilimini, frekansını ve uygulama süresini kolayca seçebilecektir. Mikrodenetleyici temelli Dijital Analog Konvertör vasıtasıyla da istenen sinyaller üretilecektir. Ayrıca cihaz üzerinde, çıkışa aktarılan sinyalin genlik, frekans ve süre bakımından nasıl uygulanacağına dair yazılı ve ışıklı göstergeler de bulunacaktır. Böylelikle cihaz, özellikle akademik araştırmalar için son derece faydalı hale getirilecektir. Tüm bu opsiyonlar sistemde kullanılacak olan mikrodenetleyici yazılımı ile gerçekleştirilecektir.

1.3. Bu Konuda Yapılan Diğer Çalışmalar

Son yıllarda elektronik alanındaki gelişmeler ve elektronik sistemlerin medikal Tıpta yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte, tıbbi çalışmalara paralel olarak ve ihtiyaçlar doğrultusunda farklı ve yeni elektronik tasarımlar ortaya konulmaya başlanmıştır. Bu nedenle medikal cihazlar, tıbbi araştırmalar bağlamında tasarlanmakta olup her iki bilim dalının çalışmaları iç içe girmiş durumdadır. Bu itibarla kaynak araştırmasında her iki bilim dalına (tıp ve elektronik) ait çalışmalar kronolojik olarak birlikte irdelenmiştir.

Bilinen ilk başarılı Elektroakupunktur yöntemi 1958'de Çin'de gerçekleştirilen bir bademcik ameliyatında (tonsilektomi) uygulanmıştır. Bütün dünyada yaygın olarak kullanılan Elektroakupunktur ve Elektrodermal tedavilerin ilk denemeleri ise Alman Fizyoterapist Doktor Reinhardt Voll tarafından 1970'li yıllarda gerçekleştirilmiştir.

Voll (1975), araştırmalarına yönelik en önemli makalesini "Twenty years of Electroacupuncture therapy using low frequency current pulses" başlığıyla, Amerikan Akupunktur dergisinde yayımlayarak fizyoterapi alanında yeni bir çığır açmış ve Elektroakupunktur uygulamalarının geçmiş yirmi yıllık değerlendirmesini yaparak bilimsel araştırmaların bu noktada yoğunlaşmasına ve hızla artmasına bir anlamda öncülük etmiştir.

Liao (1975) yaptığı bir çalışmada, Rhesus maymunlarının ön kollarına belirli bir ölçüde elektrik akımı uygulamış ve beyindeki kortikal uyandırılmış potansiyelleri bilgisayar ortamına kaydetmiştir. Söz konusu elektrik stimülasyonu devam ederken KB11 ve Ka3 Akupunktur noktalarına Elektroakupunktur uygulamış ve daha önce mevcut olan tüm kortikal uyandırılmış potansiyellerin kaybolduğunu görmüştür.

Andersson ve Holmgren (1975) tarafından yapılan bir çalışmada, düşük frekans (2 Hz) ve yüksek frekans (100 Hz) Elektroakupunkturun, insanlarda disosyatif (psikolojik bozukluk) etkilere neden olduğuna dikkat çekilmiştir.

Becker (1976), Akupunktur noktasının elektrik direncinin 50 Ω, diğer cilt alanlarının ise 200-2000 Ω arasında değişim gösterdiğini tespit eden ilk çalışmaları yürüten bilim adamlarındandır.

Fox ve Melzack (1976), Akupunktur ile TENS'i karşılaştırmış, her ikisini de etkili bulmalarına karşılık, Akupunktur uygulanan hastalarda daha fazla iyileşme olduğunu gözlemlemişlerdir.

Mayer ve arkadaşları (1977), gönüllüler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, KB-4 Akupunktur noktasının uyarılması ile diş ağrısının iyileştiğini tespit etmişlerdir.

Butikofer ve Lawrence (1979), ağrı gidermek için hangi dalga şeklinin uygun olacağına ilişkin araştırmalarını; "Electrocutaneous nevre stimulation-2: Stimulus waveform selection" başlıklı bilimsel bir makalede sunmuşlardır.

Akman (1979) tarafından gerçekleştirilen "Transcutaneous electrical external nerve Stimulator" başlıklı çalışmada; 3 çeşit dalga şekli üreten, akımı 0.4-30 mA aralığında ayarlanabilen bir TENS cihazı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Darbe süresi 0.1-0.58 ms olan, bipolar ve monopolar kare dalga ile iğne palsi karakteristiğinde dalga şekilleri üretebilen cihazın tasarımında çok farklı OPAMP entegrelerinin kullanılması, çift besleme kaynağına ihtiyaç duyulması ve devre çıkış akımı arttıkça batarya ömrünün kısalması karşılaşılan başlıca önemli olumsuzluklardandır.

Elektroakupunktur uygulanması ile enkefalin ve endorfinlere ilaveten, santral olarak serotonin salgılandığı, *Li, Tang ve Han (1982)* tarafından ortaya konulmuştur.

Lampe ve Mannheimer (1984), TENS'in elektriksel uyartım karakteristiklerini sınıflandırmışlar, frekans, akım genliği, sinyal süresi gibi parametrelere göre TENS uygulamalarını tasnif etmişler ve ayar aralıklarını tespit etmişlerdir.

Lehman ve arkadaşları (1986), Elektroakupunktur ile TENS'i karşılaştırmışlar ve Elektroakupunkturda hem kısa dönemde hem de uzun dönemde anlamlı derecede iyileşmeler olduğunu kaydetmişlerdir.

Ediss ve Biggs (1988) tarafından gerçekleştirilen "An inexpensive bipolar Stimulator" başlıklı çalışmada; elektrikli transmural (kastan geçerek) stimülasyon darbe jeneratörü tasarımı gerçekleştirilmiştir. Çıkış akımı maksimum 6 mA olan ve 120 volta kadar genliği artırılabilen bipolar ya da monopolar darbeler üretebilen darbe genişliği 1-5 ms ve darbe tekrarlama oranı da 1.7-40 sn arasında değiştirilebilen cihaz nefes borusuna ait düz kasların iç yapısını araştırmaya yönelik çalışmalarda kullanılmaya müsait basit ve ucuz bir cihaz olarak bilimsel literatüre girmeyi başarmıştır

Meadows ve McNeal (1989) tarafından gerçekleştirilen "A four-channel IBM/PC/AT compatible biphasic pulse generator for nevre stimulation" başlıklı çalışma sinir uyartımında bilgisayar sistemleri kullanımını gündeme getirmiştir. Devre 80-350 mA monofazik darbeleri endüktif olarak izole edilmiş monopolar ve bipolar 1.5 kΩ'luk elektrot kablolarına iletmektedir. Fortran, C ve Assambler program ile uyumlu yazılıma sahip sistem araştırmacılara önemli kolaylıklar sunmakta ve çalışmalarda kayıt imkanını sağlamaktadır.

Karaman (1991) yaptığı bir çalışmada 3.5 Hz, 5-10 mA bifazik sinyal ile haftada 2 kez 20 dakika olacak şekilde 10 seans Elektroakupunktur uygulamasını Enurezis Nokturna (gece yatağa işeme) tedavisinde etkili bir şekilde kullanmıştır.

Bossut ve arkadaşları (1991) tarafından benzer şekilde Elektroakupunktur ile acı dindirmenin nörokimyasal tedavisine yönelik yapılan bir çalışmada da düşük ve yüksek frekanslı uyartımların analjezik ve antinarkotik etkilere sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yerebakan (1992), 1-4 Hz, 30 mA değerlerindeki uyartım akımını 20 dakika süre ile uygulayarak Diz Osteoartritinde Elektroakupunkturun etkinliğini araştırmıştır.

Darras ve arkadaşları (1992), Akupunktur meridyenleri boyunca radyoaktif bir madde olan Technetium-99'un hızlı hareket ettiğini ancak vücudun diğer kısımlarında bu durumun olmadığını tespit etmişlerdir.

Tutar (1993) ise Nörolojik defisiti olmayan kronik mekanik bel ağrıları olan hastaların tedavisinde 1-4 Hz frekanslı ve yüksek akım şiddetinde uyartımlar kullanmıştır.

Repperger ve arkadaşları (1997) tarafından gerçekleştirilen "Microprocessor based spatial TENS designed with waveform optimality for clinical evaluation in a pain study" başlıklı araştırmada; ağrı ile ilgili klinik değerlendirme için uygun bir dalga şeklini haiz mikrodenetleyici temelli TENS çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan devre tasarımıyla üretilen dalga formlarının doku/deri mekanik empedans özelliklerine uygun bir şekilde ayarlanması sağlanmıştır. Bu cihaz Ohlo'da Doytor VA Medikal Merkezinde geleneksel Stimülatör cihazlarıyla karşılaştırılarak kablosuz TENS cihazlarının günümüzde kullanılan geleneksel cihazların yerini alıp alamayacağını araştırmak için tasarlanmıştır.

Savaş (1997), Diz Osteoartritinde Elektroakupunktur ve Fizik tedavinin analjezik ekinliklerinin karşılaştırılmasına yönelik bir çalışmada; 1-4 Hz, 30 mA, 20 dakika Elektroakupunktur uygulaması gerçekleştirmiştir.

Yakut (1998) tarafından gerçekleştirilen "Farklı nöromuskuler elektrik stimülasyon akım çeşitlerinin kas kuvvetlendirilmesindeki etkileri" başlıklı çalışmada, deneklerin quadriceps femoris olarak adlandırılan kaslarına; faradik, russian, yüksek voltaj kesikli galvanik stimülasyon (HVPGS) akımları uygulanarak etkileri üzerinde mukayese yapılmıştır.

Yu ve arkadaşlarının (1998) fareler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, St36 Akupunktur noktasına 3 gün, günde 60 dakika süreyle 1-5 mV, 1 ms ve 1 Hz Elektroakupunktur uygulamasının bağışıklık sistemini kuvvetlendirdiği tespit edilmiştir.

Koçer (1998) tarafından gerçekleştirilen "Mikrodenetleyici kontrollü genel amaçlı bir Stimülatör cihazı tasarımı ve uygulaması" başlıklı çalışmada 8051 mikroişlemcisi kullanılmıştır. Gerçekleştirilen Stimülatör cihazının frekans aralığı 10-300 Hz, darbe süresi 0.02-99 ms, darbe genişliği frekansın %1-99 arasında ve çıkış gerilimi ise 1-120 v olarak tasarlanmıştır. Monofazik ve bifazik kare dalga formunda tek tip akım şekli üretme özelliğine sahip cihaz geleneksel frekans ayarlama tekniğine göre düşünülmüştür.

Ulett ve Han (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, 100 Hz'lik uyartımla yapılan Elektroakupunkturun dinorfin hormonunun salgılanmasına etkisi irdelenmiştir.

Daryanızadeh (1999) tarafından yapılan çalışmada Fibromiyalji sendromunun tedavisinde Elektroakupunktur ve ultrasonun etkileri karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

Clements ve arkadaşları (1999) "An implantable neuro-stimulator device for a retinal prosthesis" başlıklı çalışmalarında 600 µA değerine kadar ayarlanabilen bipolar akım darbesini, 24-200 kHz aralığında PWM tekniği kullanarak ASK modüleli seri haberleşme ile 10 kΩ elektrotlara aktarmışlardır.

Fu (2000) tarafından yapılan bir araştırmada Elektroakupunktur uygulamasının sinir hücresi aksiyon potansiyelinde güçlü bir değişmeye neden olduğu saptanmıştır.

Şayan (2000), "Design and implementation of microprocessor-controlled single channel functional electrical stimulator" başlıklı çalışmasında, PIC 16C84 mikroişlemcisi kullanarak normal fonksiyonlarını kaybetmiş felçli ekstremite organları ve uyarılabilir dokuları uyartmaya elverişli tek kanallı bir cihaz tasarımı gerçekleştirmiştir. Tasarlanan cihaz; darbe genişliği 80-150 µs, frekansı 10-150 Hz ve genliği 100 v olan monofazik ve bifazik dalga şeklinde sinyal üretebilen elektriksel parametrelere sahiptir.

Özgür (2001) tarafından Fibromiyalji sendromlu hastalarda 1-20 Hz, 10 mA değerindeki 20 dakikalık Elektroakupunktur uygulamasının etkinliği test edilmiştir.

Demirdağ (2001) 1-4 Hz frekanslı ve yüksek akım şiddetinde Elektroakupunktur uygulamasını Kronik Lomber Disk Hernili hastaların tedavisinde kullanmıştır.

Yun-Hui Ku ve Yan-Zhong Chang (2001) tarafından, acıya ve analjeziye olan duyarlılıktaki kişisel farklılıklar değerlendirilmiş ve bu tür farklılıkların bir kısmının kalıtsal etkenlerden kaynaklandığına ilişkin önemli deliller ortaya konulmuştur. Bu araştırmada 10 ana cinsten fareler üzerinde, Akupunktur analjezisinin genetik etkilerinin tanımlanması amaçlanmıştır. İki çift metalik iğne ST36 ve SP6 şeklinde adlandırılan test noktalarına (acupoint) tatbik edilerek bir elektrik darbe üretecinin çıkışına bağlanmıştır. Elektroakupunktur parametreleri 1, 1.5, 2 mA, 2 veya 100 Hz, 0.3 ms darbe genişlikli pozitif ve negatif değişimlere sahip kare dalga olacak şekilde 10'ar dakika uygulanmak üzere ayarlanmıştır. Elde edilen sonuçlardan farelerde, Elektroakupunktur duyarlılığındaki genetik faktörlerin rolü izah edilmeye çalışılmıştır.

Cabıoğlu (2002) tarafından yapılan çalışmada, 0-5 mV, 0.05 ms, 2 Hz pozitif ve negatif alternanslara sahip kare dalga şeklinde uyartımlarla Obezite hastalarının zayıflatılması araştırılmıştır.

Buran (2002), "Fizik tedavi yöntemleri ve mikrodenetleyicili TENS tasarımı" başlıklı çalışmasında PIC 16F84 mikroişlemcisi kullanarak 12 farklı tipte dalga şeklini elde etmiştir. Frekans ayarlanabilme özelliğine de sahip olan cihaz fizik tedavi ve rehabilitasyon kliniklerinde kullanıma uygun fonksiyonel bir tasarım olarak karşımıza çıkmaktadır.

Niemtzow ve arkadaşları (2002) tarafından gerçekleştirilen "Are frequency outputs of commercial Electroacupuncture Stimulators accurate?" yani ticari Elektroakupunktur Stimülatörlerinin frekans çıkışları doğru mu? başlıklı araştırmada, farklı imalatçı firmalar tarafından üretilen ve klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan 6 adet ticari Elektroakupunktur Stimülatör cihazının çıkış frekansının doğruluğu, dalgalılığı ile dalga şekli karakteristikleri incelenmiştir. Bu araştırmada Uluslararası Standartlar ve Teknolojiler Enstitüsü (NIST) nezdinde geçerli olan kalibre değerleri referans alınarak 10 temel elektriksel parametre yönünden cihazların performansı test edilmiştir. Bu araştırmaya beşinci. bölümde ayrıntılı olarak değinilmiş ve gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatörü ile frekans ve dalga şeklinin düzgünlüğü yönünden mukayesesi yapılmıştır.

Naillioğlu (2003), "Klinik amaçlı deri üzerinden elektrikli kas sinir uyarıcı tasarımı ve uygulaması" başlıklı çalışmasında AT9058515 mikroişlemcisi kullanılarak 1-200 Hz çıkış frekansı, 30-990 μs darbe genişliği ve 0-100 v çıkış gerilimi olan sürekli, kesikli burst ve modüleli olmak üzere 3 değişik modülasyonlu bir Stimülatör tasarımı ortaya konulmuştur.

Najafi ve Ghovanloo (2004), "A multichannel monolithic wireless microstimulator" başlıklı çalışmalarında 5-10 MHz taşıyıcı frekansı kullanarak FSK modülasyon tekniği ile telemetrik olarak 270 µA genliğinde akım implantasyonu gerçekleştirmişlerdir.

Simcox ve arkadaşları (2004), "A portable, 8 channel transcutaneous stimulator for paraplegic muscle training and mobility- a technical note" başlıklı çalışmalarında ATmega103L mikroişlemcisi kullanarak, 17, 20, 25, 33, 50 ve 100 Hz frekanslarında, 0-216 mA akım değerinde, bifazik, kare ve şarjlı dengeli (charged balanced) dalga şekillerinde sinyal üretebilen bir cihaz tasarımı gerçekleştirmişlerdir.

Merriman ve arkadaşları (2004), "A comparison of four electrical stimulation types on staphylococcus aureus growth in vitro" başlıklı uluslararası Rehabilitasyon Araştırma ve Geliştirme dergisinde yayımladıkları makalelerinde; 4 farklı dalga formunu enjekte ettikleri bir çeşit bakteri kültüründeki değişimlere ilişkin değerlendirmelerini ve birbirlerine göre üstünlüklerini ele almışlardır. Staphylococcus aureus isimli bakteri kültürüne 37 ºC' de 3 gün boyunca günde 1 saat olacak şekilde sürekli mikroamperaj doğru akım (µADC), yüksek voltaj darbeli akım (HVPC), düşük voltaj monofazik miliamperaj darbeli akım (LVMmAPC) ve düşük voltaj bifazik miliamperaj darbeli akım (LVBmAPC) uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Chen ve arkadaşları (2005), "A multidimensional optimization process for enhancing Electroacupuncture efficiency" başlığı ile Medical Acupuncture dergisinde yayımladıkları makalelerinde; Elektroakupunktur uygulamalarının frekans, akım şiddeti, dalga şekli ve süre parametrelerine bağlı olarak matematiksel modellemesini ortaya koymuşlardır.

Anderson ve arkadaşları (2005) "Electrosurgery unit tester" başlıklı çalışmalarında nörocerrahi, plastik cerrahi ve ortopedik cerrahi alanında kullanılan elektrocerrahi cihazlarının test edilmesine yönelik referans kalibratörü geliştirmişlerdir. Tasarlanan cihaz blended, cutting ve coagulation dalga formunda, 400 kHz – 1MHz aralığındaki yüksek frekanslı alternatif akım Stimülatörlerinin cerrahi müdahalelerde insan hayatına zarar vermeyecek şekilde kullanımını teminen kontrol amaçlı olarak üretilmiştir.

Hart ve arkadaşları (2006), "A microcontroller system for investigating the catch effect: Functional electrical stimulation of the common peroneal nerve" başlıklı çalışmalarında Odstock Dropped Foot Stimulator olarak adlandırılan uyartım cihazını 6 farklı profilde sinyal üretecek şekilde tasarlamışlardır. PWM tekniği kullandıkları cihaz PIC 16F84 mikrokontrolör temelli, 3-350 µs darbe genişliğine, 100 v çıkış gerilimine, 20-100 mA çıkış akımına sahiptir.

2. AKUPUNKTUR

Akupunkturun başlangıcı Çin'de neolitik döneme kadar uzanmaktadır. Büyük bir ihtimalle insanlar günlük tecrübeleri sonunda vücut yüzeyindeki ağrılı noktalara bastırılmasıyla ağrı kesici etkinin oluştuğunu saptamışlar ve başlangıçta belirli sivrilikteki cisimlerle bu tür bir tedavi uygulamışlardır. Bunun ilk delilleri *Bian* denilen taşlardır. Bunların en eskilerine kuzey Çin'deki Shandorf eyaleti civarındaki kazılarda rastlanmıştır. Sivri yontulmuş, 45 mm uzunluğunda, 4 mm genişliğinde ve dibi künt olan taşların takriben 4000-10000 yaşları arasında oldukları tahmin edilmektedir. Bian taşlarından sonra kemikler, ağaç dalları ve seramik cisimlerle vücut yüzeyindeki ağrılar tedavi edilmiştir.

Madeni iğnelerin kullanılması ise imparator Huang Ti (MÖ 2640) zamanına rastlar. Shang Hanedanı dönemine ait kazılarda hem Akupunktur iğneleri hem de tıbbi problemlerin tartışıldığı yazıtlar bulunmuştur. Şimdiye kadar bilinen en eski metal iğneleri Batı Han saltanatı (MÖ 206 - MS 24) dönemine aittir. Han Hanedanı (MÖ 206-MS 220) zamanında Çin tıbbının hem teorik hem de pratik uygulamalarının temelleri atılmıştır. Bu dönemde Ying-yang, Beş element, Kanal teorileri ve çeşitli iğneleme yöntemleri açıklanmaya başlanmıştır.

MÖ 2959 yıllarında filozof Fou-Hi ve yardımcıları nesillerden nesillere aktarılan tüm bilgileri derleyerek bu bilgilerden birtakım sonuçlar çıkartmaya çalışmışlardır. Günümüze kadar gelmiş ilk Akupunktur kitabı olarak tanınan Nuei-King ve Nei-Tsing ise MÖ 200'de yazılmıştır.

Çin'de Hanlar döneminin yaşanmakta olduğu aynı zaman diliminde Mısır'da ise Kulak Akupunkturu (*Aurikulotherapie)* uygulanmakta ve kulak kepçesinin bazı noktaları siyatik ağrılarının giderilmesi için papirüs ile dağlanarak tedavi edilmekteydi. Bununla ilgili bilgilere Kom Om Bo Temple yazıtlarında rastlamak mümkündür. İran'da Pers imparatorluğu döneminde de bu metodun uygulandığına dair bir kısım tarihi belgeler bulunmuştur. Son zamanlarda yapılan kazılar esnasında, Anadolu'da Etiler devrinde Akupunktur tedavisi uygulandığına dair bir takım yazıtlara rastlanmıştır.

Modern Batı tıbbının babası olarak bilinen Hipokrat ise kulak kepçesine tatbik edilen küçük uyartımlarla gerçekleştirilen *İmpotans* tedavisini başarıyla uygulamıştır. Yine Doktorların Üstadı olarak bilinen büyük Türk İslam Hekimi İbni Sina (H 980-1037), vücuttaki bir takım noktaların tedavi amaçlı olarak dağlandığından, vücut üzerinde belirli enerji kanallarının bulunduğundan ve Akupunktur tedavisinin teşhis yöntemlerinden biri olan nabız muayenesinden eserlerinde ayrıntılı olarak bahsetmiştir.

Batıda Akupunkturu ilk kez tanımlayan 1683 yılında Hollandalı Hekim Willhem Ten Rhyne olmuştur. Elektroakupunktur ile ilgili çalışmalar ise 1833 yılında Duchenne tarafından başlatılmış olup daha sonraları bu teknik, modern Elektroterapinin ve TENS biçimlerinin belirlenmesinde önemli rol oynamıştır. 1950 ve onu takip eden senelerde ise Kulak Akupunkturu *(Aurikulotherapie)* Lyonlu Doktor Nogier daha sonra da ona katılan pek çok meslektaşı sayesinde büyük mesafeler kat ederek günümüze kadar gelmiştir. Akupunktur üzerinde yapılan çok yönlü araştırmalar Çin'de 1965 tarihindeki kültür devriminden sonra başlamıştır. 1979 yılında Akupunkturla tedavi, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından da kabul edilmiş ve bu konudaki uygulamalar hız kazanmıştır. 1986 yılında yapılan Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) konsensus toplantısında Akupunkturun ağrı tedavisinde etkili bir yöntem olduğu kabul edilmiştir. Bugün başta Fransa, Almanya, İngiltere ve Avusturya olmak üzere birçok Batı ülkesinde Tıp Fakülteleri bünyesinde Akupunktur eğitimi verilmektedir. Bunlardan Viyana Tıp Fakültesi bünyesinde Prof. Dr. Johannes Bischko tarafından kurulan Akupunktur Enstitüsü en çok bilinenidir. Ülkemizde ise ilk Akupunktur tedavisini 1960 yılında Dr. Kayır Doy uygulamaya başlamıştır.

2.1. Akupunkturun Felsefi Boyutu

Batı düşüncesi olayları sebep-sonuç ilişkisi içinde değerlendirir. Çin düşüncesine göre ise çeşitli olgular bir bütünlüğün parçasıdır ve birbirleriyle ilişki içindedir. Düşünce temelindeki bu farklılıklar, tıbbi uygulamalarda da kendini göstermektedir. Batı tıbbı analitiktir, derin nedensel bağlantılara girer, ayrıntılı sınıflamalar yapar. Çin tıbbında ise semptomlar ve bulgular hep birlikte değerlendirilerek bir bütüne varılmaya çalışılır. Çin tıbbına göre hastalık belirli bir zamanda, belirli bir kişide ortaya çıkan bir olgudur. Hastalık değil, hasta ön planda değerlendirilir ve zihinsel, duygusal, fiziksel bulgular ile birlikte ele alınır. Eski Çinliler hastalıklara iyiliğin bozulması anlamında bakarlardı. Birçok kültürde de bu böyledir. Örneğin İngilizce'de disease, rahatlığın tersi *(dis-ease)* anlamında hastalık olarak adlandırılır. Geleneksel Çin Tıbbının başlıca konuları; yin-yang teorisi, beş element teorisi, kanallar ve kollateraller teorisi, Qi, kan ve vücut sıvıları, etiyoloji, teşhis metotları, semptom kompleksleri ve farklılıklarıdır. Bunların en önemlisi ise yin-yang ile beş element teorileridir.

2.1.1. Yin-yang teorisi

Vücutta yin ve yang adı verilen birbirine zıt, ancak uyum içinde iki enerji vardır. Bunu gösteren ambleme *Taiji* (Büyük İkilem) denir. Siyah yin'i, beyaz yang'ı simgeler. Yin ve yang'ın dengeli olması normalliğe, dengenin bozulması ise anormalliğe yol açar.

Vücutta dengede bulunan yin ve yang adlı iki enerjinin dengede olma halinin bozulması ile hastalıklar oluşur. Dengesiz yin ve yang, denge arayışı içerisinde sürekli kendilerini değiştirirler. Bu dengenin sağlanması için Hekimler iğneler ile ilgili Akupunktur noktalarını uyararak hastayı tedavi etmeye çalışır. Akupunktur tedavisinin temelinde de insanı organik bir bütün kabul ederek yin ve yang arasındaki balansı dengeye getirmek vardır.

Yin ve yang arasında aşağıdaki şekilde bir ilişki bulunmaktadır. Bunlar:

1. Yin ve yang arasında zıtlık: Yin ve yang farklı karakterde ve farklı özelliklerdedir. İki şey arasında zıt ilişki yoksa bunlar yin ve yang olarak ayrılamazlar. Yin ve yang sadece var olan şeylerin mukayesesi, çeşitli kondisyonların değişimindeki uygunlukları ve geçişleri izah etmek, iki zıt şeyin, görüntü veya görüşün birbirine transformasyonunu izah etmek için vardır. Yin ve yang gerçek mutlak şeyler değillerdir, tamamen gerçekçi bir anlam içermektedirler. Örneğin insan vücudu yin ve yang olarak ikiye ayrılır. Vücudun görünen dış yüzü yang iken *Zang-Fu* (iç organlar) yin karakterindedir. Vücudun dış kısmı yang olduğu halde sırt kısmı yang, göğüs ve karın ise yin özelliğindedir. İç organlar da kendi içinde yin ve yang olarak ayrılmaktadır.

2. Yin ve yang arasında birbirine bağımlılık: Bunun anlamı biri olmazsa diğerinin de olamayacağıdır. Yani bir yerde yang yoksa yin de yoktur. Yani gece olmazsa gündüz de olmaz, eksitasyon (uyarma) olmazsa inhibisyon (bastırma) da olmaz. Bunlar birbirine destek oldukları sürece vardırlar ve tek bir varlığın içinde aynı zamanda mevcutturlar. Bu karşılıklı dayanışma yin ve yang' ın koordinasyonunu ve aralarındaki dengeyi oluşturur ki bu denge ve koordinasyon da fizyolojik aktivitelerin yaşamsal garantisidir. Yin ve yang arasındaki mutlak denge ve uyum kaybolduğunda patolojik değişiklikler ortaya çıkmaktadır.

3. Yin ve yang arasındaki birbirine destek olma ve birbirini tüketme: Ekzojenik (harici) patojenik (hastalığa yol açan) yin'in soğuk ve nem hiperaktivitesi insan vücudunun fonksiyonel enerjisi yang' ın tükenmesini oluşturur ve yin'in artmasıyla yaralanan yang fonksiyonel enerji, soğuk tabiatlı semptom kompleksleri meydana getirir. Yang ekzojenik patojenik faktörlerin rüzgar, sıcaklık, kuruluk hiperaktivitesinde vücuttaki yin vücut sıvıları kolaylıkla azalır ve sıcak tabiatlı semptom kompleksleri oluşur. Yani yang yükselmiş, yin yaralanmıştır. Soğuk veya sıcak tabiatlı semptom komplekslerine sebep olan ekzojenik patojenik faktörlerin hiperaktivitesinde; aşırı, taşkın *(Shi)* tip rahatsızlıklar ortaya çıkarken, vücut direncinin hipoaktivitesi ile yetersizlik *(Xu)* tipi rahatsızlıklar ortaya çıkar. Bu iki tipin patolojileri farklı olduğu gibi tedavi metotları da farklıdır. Soğuk semptom kompleksleri için sıcak tedavi prensipleri uygulanırken, sıcak semptom kompleksleri için soğuk tedavi metotları yani Xu tipi hastalarda kuvvetlendirici, Shi tipi hastalıklarda yatıştırıcı tip tedavi uygulanır.

2.1.2. Beş element teorisi

Bu teori doğada mevcut olan her şeyin beş temel materyalin hareketinden ve değişiminden oluştuğunu anlatır. Bunlar; *odun, ateş, toprak, metal ve su*'dur. Geleneksel Çin Tıbbında insan vücudundaki fizyolojik ve patolojik ilişkileri değerlendirmek için beş element teorisi bir araçtır.

Örneğin odunun anlamı büyüme ve gelişmedir, yaşamdır, canlılıktır. Engellenemez şekilde büyür, gelişir ve yukarı doğru yükselir. Beş element arasında birbirini destekleme ve birbirini engelleme şeklinde bir ilişki vardır. Örneğin odun ateşi oluşturur, ateşten kül olup toprağa dönüşüm vardır. Metal topraktadır. Vücudun yapı taşı olan mineraller topraktadır ve su hayatı sembolize eder. Yani oduna can veren, ateşi söndüren element su'dur. Engelleme ilişkisi ise şöyledir. Odun kökleri ile toprağı tutar ve onun akıp gitmesine engel olur. Toprak ise suyu emer içine alır. Metal odunu durdururken ağaç da toprağı durdurur. Beş element arasındaki ilişkiye Çinliler ana-oğul ilişkisi de derler. Tıpkı anne evladını beslediği gibi onun aşırılıklarını da frenler.

2.2. Klasik Çin Tıbbına Göre Hastalığın Oluşumu ve Akupunktur

Geleneksel Çin tıbbı, Çin halkının hastalıklara karşı binlerce yıllık çalışmalarının bir ürünüdür. Klasik Çin tıbbında insan yasayan evrenin bir parçası olarak kabul edilir ve her şeyin içinde varolan evrensel gücün insanın da içinde bulunduğuna inanılır. *Chi* adı verilen bu enerji insan vücudunda meridyen denilen kanallarda dolaşır. Zaten Çin'de Akupunktur için meridyen anlamına gelen *Chen-Chiu* veya *Chinglo* sözcükleri kullanılmaktadır. Akupunktur ile bu kanallarda meydana gelen enerji dolaşım engeli ortadan kaldırılarak dengenin sağlanması ve bu şekilde hastalığın önlenmesi amaçlanır.

Zang-Fu İnsan vücudundaki iç organları ifade etmektedir. Organların böyle ikiye ayrılmasının nedeni fonksiyonlarındaki farklılıktandır. Zang, besleyici maddelerin özlerini imal eder ve bunları biriktirir. Fu, gıdaları alır, sindirir, atık maddeleri salgılar ve atar. Kanallar ve kollaterallerin görevleri ise Qi ve kanın vücutta sirkülasyonunu sağlamak, dokuları besleyip ısıtmak, Zang-Fu bütünlüğünü sağlamak, dört ekstremitenin (cilt, kaslar, tendonlar ve kemikler) fonksiyonlarını düzenlemek ve organik bütünlüğü sağlamaktır. Kanalların ve kollaterallerin fonksiyonel güçlerinde düşme olursa organizma ekzojenik patojenik faktörlere açılır. Daha sonra patojenik faktörler kanallar ve kollateraller vasıtasıyla vücudun içlerine nüfuz eder ve böylece ilgili organlarda hastalıklar ortaya çıkar. Hastalığın belirtilerine değil, nedenine yönelik bir tedavi metodu olan Akupunktur, organizmanın kendi kendini tedavi ettiği bir yöntemdir ve en önemli özelliği yan etkisinin olmamasıdır.

2.3. Akupunktur Noktaları ve Meridyenler

Daha önce de kısmen bahsedildiği üzere Akupunktur; vücudun bazı bölgelerinde hastalıkla hassaslaşan özel noktalar bulunduğu ve bunların ister fiziksel, isterse psikolojik olsun her tür hastalıkta, hastalığın iyileştirilmesiyle ortadan kaybolduğu prensibi üzerine kurulmuştur. Bunlara Akupunktur noktası adı verilir ve vücutta 1000 civarında olduğu bilinmektedir. Hastalar bazen, durup dururken noktaların hassasiyetinden şikayet etmekte, bazen de ancak basınç uygulandığında hassaslaştığını belirtmektedirler. Diğer zamanlarda bu noktalar ancak usta Akupunkturistler tarafından özel tekniklerle bulunabilmektedir.

Akupunktur noktası, daha çok fibrozitte bulunanlar gibi bir düğümcük, kasılmış bir kas parçası veya sadece şişmiş ya da soluklaşmış hassas bir deri sahası olabilmektedir. Çinliler bir çok Akupunktur noktası tarif etmişler ve bu noktaların büyük bir kısmını 12 ana grupta sınıflandırmışlardır. On iki ana gruptan her birine ait olan noktalar vücut yüzeyinde "Meridyen" denen hayali bir çizgiyle birleştirilmektedir. Bu 12 ana meridyeni; akciğer, kalın bağırsak, mide, dalak, kalp, ince bağırsak, mesane (idrar torbası), böbrek, perikard (kalp perdesi), üç-ocak (solunum, sindirim ve ürogenital sistem), safra kesesi ve karaciğer kontrol eder. Meridyenler boyunca bütün akupunktur noktaları adı geçen organları etkilerler. Aslında meridyenler bu kadar basit değildir. Çünkü uzantıları doğrultusundaki uyartımlar yalnızca adı geçen organları değil, aynı zamanda embriyolojik olarak beraber geliştikleri organları da etkilerler.

İşte, geleneksel Akupunktur teorisine göre insan vücudundaki değişik organların fonksiyonel faaliyetlerini kontrol eden ve ayarlayan temel unsur, meridyen denen 12 çift sanal kanalda dolaşan birbirine zıt iki hayat enerjisinden (yin ve yang) ibarettir. Herhangi bir sebeple bu kanallardaki enerji dolaşımı bozulur veya kesilirse, vücudun değişik kısımlarının fonksiyonları dengesini veya uyumunu kaybeder. Bunun sonucu olarak da rahatsızlık, acı ve hastalıklar oluşur. Doğru meridyenler üzerindeki belli noktaların Akupunkturu; kanalın yolunu açma, enerji akışını kuvvetlendirme veya yayma etkileri yanında vücudun normal fonksiyonunu sağlayacaktır. Bugüne kadar hiç bir modern teori, bu meridyenlerin varlığını ve enerji döngüsünü fizyolojik olarak izah edememiştir. Bu meridyenler şunlardır:

1. Akciğer Meridyeni (SHOU TAI YIN FEI JING): Metal nitelikli meridyendir. Zhong Fu (Ac-1)'den başlayıp, Shao Shang (Ac-11)' de sonlanır. Kanı çok, canı azdır. Saat 03-05 arasında etkilidir. Endikasyonları, öksürük, nefes darlığı, iç sıkılması, göğüs sıkışması, kolun üst-iç tarafında ağrı, avuç içinde yanma, omuz ağrıları, rüzgar ve soğuk sendromları, sık idrar yapma şeklindedir.

2. Kalınbağırsak Meridyeni (SHOU YANG MING DA CHANG JIN): Metal nitelikli meridyendir. Shang Yang (Kb-1)'den başlayıp, Ying Xiang (Kb-20)'de sonlanır. Canı da, kanı da çoktur. Saat 05-07 arasında etkilidir. Endikasyonları; diş ağrıları ve şişmeleri, göz sararması, ağız kuruması, gırtlak enfeksiyonları, omuzda sancı, baş ve işaret parmaklarının çalışmaması şeklindedir.

3. Mide Meridyeni (ZU YANG MING WEI JING): Toprak nitelikli meridyendir. Cheng Qi (Md-1)'den başlayıp, Li Dui (Md-45)'de sonlanır. Canı da, kanı da çoktur. Saat 07-09 arasında etkilidir. Endikasyonları, karın şişmesi, sıtma, aşırı terleme, burun tıkanması, burun kanaması, saman nezlesi, mide ağrısı, adet kesilmesi, artritler şeklindedir.

4. Dalak Meridyeni (ZU TAI YIN PI JING): Toprak nitelikli meridyendir. Yin Bai (Dl-1)'den başlayıp, Da Bao (Dl-21)'de sonlanır. Canı çok, kanı azdır. Saat 09-11 arasında etkilidir. Endikasyonları, dil ağrısı, karın ağrısı, ishal, adet sancısı, adet düzensizliği, dizanteri, kabızlık, uykusuzluk ve her nevi atrofiler şeklindedir.

5. Kalp Meridyeni (SHOU SHAO YIN XIN JING): Ateş nitelikli meridyendir. Ji Quan (Kp-1)'den başlayıp, Shao Chong (Kp-9)'da sonlanır. Canı çok, kanı azdır. Saat 11-13 arasında etkilidir. Endikasyonları; nefes darlığı, kalp çarpıntısı ve sancısı, kaburga ağrısı, baygınlık, delilik, ateşli hastalıklar, iktidarsızlık, gece boşalması, felç şeklindedir.

6. İncebağırsak Meridyeni (SHOU TAI YANG XIAO CHANG JING): Ateş nitelikli meridyendir. Shao Ze (İb-1)'de başlayıp, Ting Gong (İb-19)'da sonlanır. Kanı çok, canı azdır. Saat 13-15 arasında etkilidir. Endikasyonları; boyun ve ense ağrıları, hıçkırık, sağırlık, artrozlar, aşırı terleme, baş ağrısı, uyuşukluk şeklindedir.

7. Mesane Meridyeni (ZU TAI YANG PANG GUANG JING): Su nitelikli meridyendir. Jing Ming (Ms-1)'den başlayıp, Zhi Yin (Ms-67)'de sonlanır. Kanı çok, canı azdır. Saat 15-17 arasında etkilidir. Endikasyonları; kemik ve bel ağrıları, gece körlüğü, renk körlüğü, miyop, omuz ve sırt ağrıları, nezle, ateş, öksürük, koroner hastalıklar şeklindedir.

8. Böbrek Meridyeni (ZU SHAO YIN SHEN JING): Su nitelikli meridyendir. Yong Quan (Br-1)'den başlayıp Shu Fu (Br-27)'de sonlanır. Canı çok, kanı azdır. Saat 17-19 arasında etkilidir. Endikasyonları; hazımsızlık, sıcak çarpması, baygınlık, şeker hastalığı, cinsel bölgede kaşıntı, ayak sırtında ağrı, astım, öksürük, ateşli hastalıklar, kan kusma, diş ağrısı, uyuklama şeklindedir.

9. Perikard Meridyeni (SHOU JUE YIN XIN BAO JING): Böbrek meridyenine uyumlu, nisbi ateş nitelikli meridyendir. Tian Chi (Yp-1)'den başlayıp, Zhong Cong (Yp-9)'da sonlanır. Kanı çok, canı azdır. Saat 19-21 arasında etkilidir. Endikasyonları; kalp

sancısı ve çarpıntı, sinirlilik, göğüs ağrısı, burun kanaması, kan tükürme, mide ağrısı, bulantı, kusma, sigara ve madde bağımlılığı, el parmaklarında uyuşma şeklindedir.

10. Üç-Ocak Meridyeni (SHOU SHAO YANG SAN JIAO JING): Yürekperdesi meridyenine uyumlu, nisbi ateş nitelikli meridyendir. Guan Chong (Üo-1)'den başlayıp, Shi Zhu Kong (Üo-23)'de sonlanır. Canı çok, kanı azdır. Saat 21-23 arasında etkilidir. Endikasyonları; sağırlık, erken bunama, trigeminal nevralji, kulak çınlaması, artrozlar, burkulmalar şeklindedir.

11. Safrakesesi Meridyeni (ZU SHAO YANG DAN JING): Ağaç nitelikli meridyendir. Tong Zi Liao (Sk-1)'den başlayıp, Qiao Yin (Sk-44)'de sonlanır. Canı çok, kanı azdır. Saat 23-01 arasında etkilidir. Endikasyonları; göğüs ve kaburga ağrıları, diz, bilek eklemleri ve çevresindeki yumuşak doku rahatsızlıkları, yüz ağrısı, baş ağrısı, karaciğer hastalıkları, sarılık, meme iltihabı, alt ekstermitleri, artrozları ve atrofileri, siyatik, nerodermit şeklindedir.

12. Karaciğer Meridyeni (ZU JUE YIN GAN JING): Ağaç nitelikli meridyendir. Da Dun (Kc-1)'den başlayıp, Qi Men (Kc-14)'de sonlanır. Kanı çok, canı azdır. Saat 01-03 arasında etkilidir. Endikasyonları; fıtık, idrar kaçırma, fonksiyonel rahim kanamaları, uykusuzluk, gece körlüğü, adet düzensizliği, penis ağrısı, testis iltihabı, karaciğer ve dalakta şişme, ishal şeklindedir.

Bunların dışında ancak bunlarla ilgili yönetici 2 meridyen daha vardır. Bunlar:

Vali Damar Meridyeni (Du Mai): Yang özelliğini taşıyan diğer 6 Meridyen ve onlara bağlı organların Yang pozitifliğini yönetir. Yin taşkınlığını azaltıp, Yang yoksunluğunu giderir.

Bakan Damar Meridyeni (Ren Mai): Yin özelliğini taşıyan diğer 6 Meridyen ve onlara bağlı organların Yin negatifliğini yönetir. Yang taşkınlığını azaltıp, Yin yoksunluğunu giderir.

2.4. Akupunktur Noktalarının Özellikleri

İnsan vücudunun kendi kendini onarım gücü çok yüksektir ve bu gücü harekete geçiren belli uyarı noktaları vardır. İnsan vücudunda 1000 kadar uyarı noktası vardır ve bu noktalardan 650-700 tanesi kullanılır. Her hastalık için ayrı program ve ayrı noktalar bulunmaktadır. Önemli olan doğru bir teşhisle, hangi noktaya nasıl bir uyarı yapılacağıdır Akupunktur tedavisinde sırt, boyun, el, kulak ve vücudun diğer bölümleri kullanılır. Birçok hastalığa ilişkin en çok uyarı noktasının bulunduğu uzuvlar ise eller ve kulaklardır.

İnsan vücudundaki belirli Akupunktur noktalarına iğneler sayesinde yapılan uyarılarla organizmanın hemen her yerine ulaşabilecek haberler iletilmektedir. Bu iletişim, Akupunktur noktasını oluşturan hücrelerden lokal hücresel uyarıların sinir terminallerine ve son olarak da beyne ulaşmasıyla sağlanır. Beyin de bu uyaranı gerekli organlara ulaştırır. Böylece ilgili organ ve uzuvlardaki enerji dengesi düzelerek hastalık da ortadan kalkmış olur.

Akupunkturda reaksiyon organı deridir. Akupunktur yada öteki fiziksel tedavilerin vücut üzerine yaptığı her türlü uyarıdan deri etkilenmektedir. Deri organizma ile dış dünya arasındaki kontak sınır teşkil eder. Bütün bu sinir yapısı reseptör uç organ olarak kabul edilir. effektör organ ise damar sistemi arterioller, arteriovenöz ve anostomozlar ile derideki düz adalelerden oluşur.

Bazı bilim adamlarına göre Akupunktur yöntemi sibernatik sistemler esasına göre açıklanabilir. Bu sistemde esas bir araca veya bir canlıya istenilen işin yaptırılabilmesidir. Akupunktur yöntemi aracılığıyla canlı varlıklara belirli işler yaptırılabilir. Bu işlem yaptırılırken organizma sadece kendi imkanları ile yetinir. Onarım işlemi Akupunktur noktasına verilen bir emir ile başlatılır.

Genel olarak vücut üzerindeki Akupunktur noktaları aşağıda belirtilen özellikleri ihtiva ederler. Bu noktaların genel olarak özellikleri şu şekildedir.

1. Sağlıklı insanlarda elektrik direnci, derinin diğer kısımlarına nispeten düşük olup takriben 100 kΩ mertebelerindedir.

2. Bu bölgelerin elektrik potansiyeli 300 mV değerinden fazladır.

3. Bu bölge 0,1–1 μF civarında yüksek elektrik kapasitesine sahiptir.

4. Bu noktalarda derinin nefes alması daha fazladır.

5. Bu bölgelerin sıcaklığı diğer alanlara nazaran daha fazladır.

6. Bu bölgelerde ses sinyali daha fazla olup frekansı 2-15 Hz, genliği ise 0.5-1 mV civarındadır.

Bu özellikleri ayrıntılı olarak aşağıdaki şekilde incelemek mümkündür.

2.4.1. Akupunktur noktasının elektriksel özelliği

Akupunktur noktası Doğru ve Alternatif Akımlara değişik direnç göstermektedir. Alternatif Akımlarla yapılan ölçmelerde Akupunktur noktası ile normal deri arasında 2-60 mV'luk bir potansiyel farkı olduğu tespit edilmiştir. Normal sağlıklı bir insanda derinin direnci 2000 kΩ iken, daha iletken olan Akupunktur noktalarının direnci ise 100 kΩ civarındadır. Akupunktur noktası ile normal deri noktası mukayese edilmiş ve Akupunktur noktasının Doğru akıma karşı 2-50 kat daha az direnç gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

2.4.2. Akupunktur noktasının ısısal özelliği

Yine Prof. Thalman'a göre sağlıklı kişilerde Akupunktur noktaları Akupunktur noktası olmayan alanlardan 0.3-1 °C daha soğuktur. Akupunktur noktasına batırılan bir iğne ısıtılarak renk skalasındaki değişikliklerden bazı hastalıkların teşhisi konulmaktadır. Örneğin Lober pneumoni hastalığı gibi.

2.4.3. Akupunktur noktasının duyusal özelliği

Viyana'daki dünyanın önde gelen Akupunktur Enstitülerinden olan Ludwig-Bolzmann Akupunktur Enstitüsü'nden Zeidler'e göre Akupunktur noktası fiziksel olayların cildimize yapmış olduğu etkiyi ölçebilen bir duyu organıdır. Bu nokta dışarıdaki fiziksel etkenlerin içeride meydana getirdiği değişiklikleri de yansıtan bir ayna olarak tepki göstermektedir .

2.4.4. Akupunktur noktalarının dokusal (histolojik) özelliği

Viyanalı Histolog Keller'in Akupunktur noktalarının histolojik yönden araştırılmasında büyük katkıları vardır. Kendisi post mortal olarak elde edilen Akupunktur noktalarında toplanan 11137 histolojik materyalin normal deri noktalarından alınan kesitlerle karşılaştırmasını yapmıştır. Bununla çeşitli Akupunktur noktalarıyla normal deri noktaları arasındaki farklı histolojik yapıyı ispatlamıştır. Buna göre; histolojik kesitlerin Akupunktur noktalarındaki Meisner Cisimciği, Krause Cisimciği, Glomus Organ gibi sonlanma organlarında belirgin artışlar görüldüğü tespit edilmiştir. Bu araştırma ve tetkikler de göstermektedir ki; Akupunktur noktaları kendisine özgü elektrofizyolojik özellikte histolojik yapılara sahiptir.

2.4.5. Akupunktur noktalarının spesifik özelliği

Akupunktur noktalarının spesifik fonksiyonlarını ortaya koyan demonstratif bir çalışma Bergmann tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada tüberküloz hastalarında uzun dönem içerisinde oluşan kavernler ve ilerleyen patoloji ile diyafragma hareketlerinde bir rijidite ve solunum volumünde düşme görülmektedir. UB17 noktasına yapılan iğne stimülasyonundan sonra floroskopi altında hastanın diyafram hareketleri gözlemlenmiştir. Buna göre çok rijit olan diyafram hareketlerinde çok belirgin bir hareket artışıyla birlikte hastanın solunum kapasitesinin arttığı tespit edilmiştir.

2.5. Akupunktur Noktasına Uygulanan Yöntemler

Stimülasyon şekillerine göre Akupunktur noktasına uygulanan tedavi metotları şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

1- İğne (needle)

a)Filiform iğne

b)Plum-blassom iğne

c)Sun iğne

2- Aquapunktur (point injection) (Akupunktur noktasına serum fizyolojik, vitamin gibi belirli ilaçların enjeksiyonu)

3- Noktaya kuvvetli uyartım (strong stimulation on point)

4- Gömme (imbedding) terapi

5- Elektroakupunktur

a) Ryodoraku

b) Deri üstü (transcutaneous) Elektroakupunktur

c) Deri içi (intracutaneous=persecutaneous) Elektroakupunktur

d) Düşük frekans terapi

e) Yüksek frekans terapi

6- Lazer Terapi

a) Direkt lazer terapi

b) Dolaylı lazer terapi

7- Moksa (Akupunktur noktasını ısıtmak amacıyla Artemisya Vulgaris vb. bitkileri kullanmak)

a) Direkt metot

b) Dolaylı metot

8- Vakum terapi (cupping) (Akupunktur noktasına belirli bir ölçü ve sürede kupa veya şişeyle vakum uygulamak)

9- Akupreşür (akupressure), Tuina, An-Mo, (Akupunktur noktasına özel masaj uygulaması)

10- Manyetik terapi (polarity teraphy)

11- Ultrason Akupunktur (Akupunktur noktasına ultrason yani ses dalgası uygulanması)

a) Direkt metot

b) Dolaylı metot

2.6. Akupunkturun Vücut Üzerindeki Etkileri

1960 yılında Felix Mann ile başlayan ve günümüze kadar devam eden araştırmalarda Akupunkturun vücut üzerindeki muhtemel tesirleri konusunda 7 çeşit etki ileri sürülmüştür. Bunlar şu şekildedir.

2.6.1. Ağrı dindirici (analjezik-anestezik) etkisi

Bu etki, ağrı eşiğinin yükselmesi ile olur. Total duyu kaybı yoktur. Amerika'daki heyecan verici bir deney Akupunkturun etki mekanizması konusunda yeni bir sayfa açmıştır. Buna göre Akupunktur sonucunda beyinde, ağrı kesici etkisi olan endorfin üretilmektedir.

Başka bir ilgi çekici bulgu da bir anti-narkotik olan naloxan'ın, sadece morfin, eroin ve benzeri uyuşturucuların etkisini tersine çevirmekle kalmayıp, aynı zamanda Akupunkturun ağrı kesici etkisini de engelliyor olmasıdır. Bu da Akupunkturun ve bilinen en kuvvetli ağrı kesicilerin aynı beyin alıcılarına etki ettiklerini göstermektedir.

2.6.2. Yatıştırıcı (sedasyon) etkisi

Bazı Akupunktur noktalarının uyarılmasıyla bir uyku hali ve uyku sonrasında da dinlenmiş olarak uykudan uyanıldığı görülmektedir. Akupunktur tedavisi ile delta ve teta dalga aküvitelerinde değişme gözlenmiştir. Akupunkturdan sonra beyin dokusundaki dopamin miktarında artışlar tespit edilmiştir. Dopamin eksikliği ile karakterize bazı hastalıklar ve Parkinson'un tedavisinde Akupunkturun etkisi de böyle açıklanmaktadır.

2.6.3. Denge ve uyum sağlama (homeostatik) etkisi

Akupunktur vücut direncini artırır ki bu, lökosit sayısında, antikorlarda ve gamma globulinlerde artışların meydana gelmesinden kaynaklanmaktadır. Bir çok olgularda antikor titrelerinde 2-4 kat artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden enfeksiyonlara karşı mücadelede yardımcı etkisi vardır.

2.6.4. Psikolojik etkisi

Akupunktur esnasında sakinleştirici ve trankilizan etki meydana gelmektedir. Psikolojik etkiler hipnoz ve oto-telkinle karıştırılmamalıdır. Akupunktur tamamen farklıdır. Şöyle ki: Akupunktur anestezisi ile acil cerrahi müdahaleler bile yapılabiliyorken, hipnotik anestezi için uzun eğitim dönemlerine ihtiyaç vardır. Hipnozdaki robot benzeri hareketlerin yerine Akupunkturda kendiliğinden hareketler, jest ve mimikler mevcuttur.

2.6.5. Motor fonksiyonlarda iyileşme etkisi

Motor fonksiyonları ilgilendiren Paralizi (felç) olgularında geç safhalarda bile Akupunkturla olumlu cevap alınabilmektedir.

2.6.6. Duygulara etkisi

Bedensel rahatsızlıkların Akupunkturla iyileştirilme aşamasında kimi zaman duygularla da ruhsal bir yarayı deşermiş gibi bir arınma, bir boşalma meydana gelmektedir.

2.6.7. Kimyasal ve hücresel (humoral) etkisi

Canlı bir doku mekanik, termal, elektriksel herhangi bir uyaranla uyarıldığında değişik şekillerde cevap vermektedir. Akupunktur iğnesi batırıldığında metalin cinsine göre dokuda bir dizi reaksiyonlar oluşur. İğnenin battığı bölgedeki hücre mitokondriumunda glikoliz ile buna bağlı hücre içinde üretilen laktat ve prüvat, aerobik şartlarda yanarak ATP üretilir. Bu üretilen ATP de batırılan noktada enerji değişimine ve elektriksel değişime yol açar. İğnenin batırılması ile intertisyel sıvıyla iğne arasında direkt bir ilişki başlar. Metalin cinsine göre iyonlar sıvıya geçebilir ve iğnenin dışı negatif (-) yani Katod haline geçer. Bu reaksiyon gümüş iğne ile olur ve inhibitör etkiye sahiptir. Altın iğne batırıldığında ise intertisyel sıvıdan iğneye doğru bir iyon geçişi başlar ve metalin dış yüzeyi pozitif (+) yani Anot haline gelir. Bu reaksiyon sonucu sinir terminallerinde K^+ birikir ve eksitatör (tetikleyici) uyarım başlar. Gümüş iğnede ise sinir terminallerinde Ca^+ birikir, bu da inhibitör (bastırılmış) bir etki yaratır.

İğne ile intertisyel sıvı arasında farklı iyon konsantrasyonundan dolayı Galvanik bir akım oluşur ve bu da nosiseptörlerde uyarıma sebep olur. İğne doku içindeyken oluşan galvanik akım sonucu iğnenin etrafında Cl ve H_2 gazları toplanır. Buna bağlı olarak metalle doku arasındaki elektrik potansiyel farkı gittikçe azalır. Buna engel olmak için iğnenin 3–4 dakikada bir çevrilmesi veya hafifçe batırılıp çekilmesi gerekir. Eğer inhibitör bir etki yaratmak istiyorsak bu işi yapmaya gerek yoktur. Altın iğneler (+) yüklü, gümüş iğneler (-) yüklü ve çelik iğneler ise nötrdür.

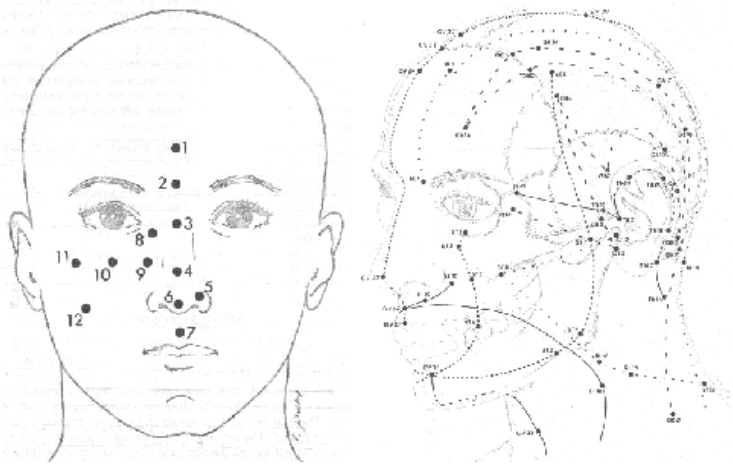
İğneler batırıldığı bölgede reaksiyon oluşturarak hem vücudun savunma mekanizmalarını oluşturan hücrelerin (lökositler, trombositler, İL-3, T.Lenfositler vb.) ilgili bölgeye akın etmesini sağlar ve hem de merkezi sinir sisteminden Adrenalin, nor-adrenalin, dopamin, seratonin, beta-endorfin, ACTH vb. gibi maddeleri salgılatır. Böylece hedef organ ve patolojiye yönelik tedavi sağlar.

2.7. Akupunktur Çeşitleri ve Kulak Akupunkturu (Aurikulotherapie)

Şekil 2.1, Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de görüldüğü üzere genel olarak Vücut Akupunkturu, Kulak Akupunkturu, Skalp Akupunkturu, Oral Akupunktur, Nasal Akupunktur, Periostal Akupunktur, El Akupunkturu, Ayak Akupunkturu, ve Yüz Akupunkturu yaygın olarak kullanılan Akupunktur uygulamalarıdır.



Şekil 2.1 Çeşitli Akupunktur uygulamaları

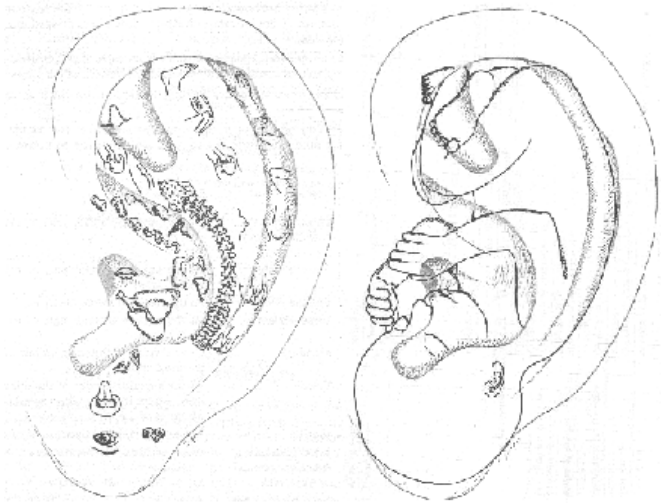


Şekil 2.2 Baş üzerindeki Akupunktur noktaları



Şekil 2.3 Kulak Akupunkturu (*Aurikulotherapie)* uygulaması

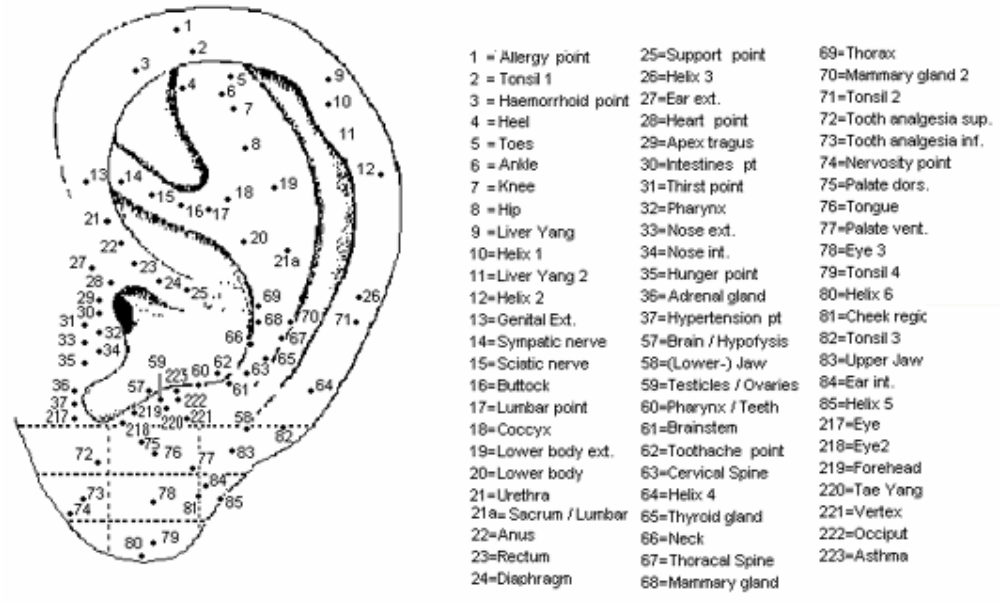
Aurikuloterapi Akupunktur tedavi yöntemlerinden en sık kullanılanıdır. Sadece Kulak Akupunkturu uygulayarak kesin ve devamlılık sunan iyileşme olmamaktadır. Kulağın şekli parmak izi gibi kişiye özeldir. Kulağın şekli, girinti ve çıkıntıları kafa ve yüze göre anatomik duruş pozisyonu; kişilik, muhakeme ve düşünme kabiliyeti gibi birçok özellikler hakkında bilgi verir. Kulak memesine küpe takılması sonucu bir çok kişi belirli bir süre görme netliklerinde düzelme olduğunu ifade etmektedirler. Küpe takılma bölgesi kulak akupunkturunda göz noktasına isabet etmektedir. Bunun gibi tüm organlarımızın kulak üzerinde projeksiyonları vardır. Bu sadece bir nokta şeklinde değil ufak bir alan biçimindedir. 1957 yılında Fransa'da Dr. Nogier kulağın bir homonkulus şeklinde olduğunu ve kulakta bütün vücut noktalarının şifresinin bulunduğunu ileri sürmüştür. Şekil 2.4'de görüldüğü gibi kulağın alt meme kısmı tüm baş bölgesini ve üst kısmı da ayakları temsil eder. Bu noktadan hareketle kulak adeta anne karnındaki bebeğin (fetus) duruş pozisyonuna göre akupunktur noktalarını şifrelemektedir.



Şekil 2.4. Kulak kepçesinin fetus ile anatomik ilişkisi

Bu alanlar vücudumuzun herhangi bir yerinde meydana gelmiş rahatsızlığın teşhisinde ve tedavisinde kullanılır. Patolojik noktalar, kulağa dikkatlice bakıldığında kendilerini belli ederler. O noktalarda bir renk değişikliği, hafif bir şişkinlik veya kabuklanma gelişmiştir. Bu değişimlerden yararlanarak Çin'de kırsal kesimde bazı kişiler bu bölgelere müdahale ederek hastaları tedavi etmeye çalışmışlardır.

Tıbbi açıdan önemli olan teşhis yöntemi hekimin elektriksel potansiyel farkı bulunan noktaları detektör yardımıyla bulmasıdır. Bu yöntemle kulak içi alkollü pamukla temizlenip kurulandığında ve detektörün kullanımı dengelendiğinde Şekil 2.5'de gösterilen tüm patolojik noktalar kolaylıkla bulunur .



Şekil 2.5 Bazı hastalıkların tedavisinde Aurikulotherapie noktaları

2.8. Akupunkturla Tedavi Edilen Hastalıklar

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) yayınladığı raporlara göre, Akupunktur yan etkisi olmayan bir metottur. Akupunktur konusunda dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, bu tedavi yöntemini uygulayan merkezlerin güvenirliğidir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün kabulüne göre Akupunkturla Tedavi Edilen Hastalıklar şunlardır:

1. Solunum Yolu Hastalıkları: Astım, Bronşit, Sinüzit, Larenjit, Farenjit, Tonsillit, Soğuk algınlığı.

2. Sindirim Sistemi Hastalıkları: Aft, Diş Ağrısı, Gingivit (dişeti yangısı), yemek borusu ve kardia spazmı, Gastrit, Ülser, Kabızlık, Daire (ishal), Kolit.

3. Ürogenital Sistem Hastalıkları: Enüresis nokturna (gece altını ıslatma), Sistit, Adet düzensizliği, ağrılı adet, Kısırlık (infertilite).

4. Endokrin Hastalıklar: Guatr, Diabet (şeker hastalığı).

5. Cilt Hastalıkları: Akne, Sedef (Psöriazis), Zona ve Sekeli, Vitiligo, Ürtiker, Ekzema.

6. Nörolojik Hastalıklar: Migren ve diğer baş ağrıları, Fascial paralizi (yüz felci), Trigeminal nevralji, Dupuytren kontraktörü, kas hastalıkları, Serebral Palsy, Meniere hastalığı.

7. Psikiyatrik Hastalıklar: Stres, Depresyon, uyku bozuklukları, Psikosomatik hastalıklar, Kekemelik, Tikler.

8. Kalp-Damar Hastalıkları: Taşikardi, Ritm bozukluğu, yüksek tansiyon (Hipertansiyon), düşük tansiyon (Hipotansiyon).

9. Romatizmal Hastalıklar: Romatoid Artrit, Behçet, Lupus, Raynaud hastalığı, Tennis elbow, Artozlar (kireçlenme), Boyun-bel-diz ağrıları.

10. Alışkanlıklar: Sigara, alkol, Alerjiler.

11. Diğerleri: Kronik yorgunluk, el-ayak yanmaları, aşırı terleme, Sellülit, Obezite (şişmanlık).

Akupunkturun tedavi edici özelliğinin yanı sıra uygulamasının nispeten sakıncalı olduğu durumlar da bulunmaktadır. Bunlar:

1. Özellikle hamileliğin ilk 3 ayı içinde bazı Akupunktur noktaları (alt karın ve bel noktaları gibi) düşük riski nedeniyle kesin kullanılmaz. Yalnız hamilelik kusmalarında Akupunktur kullanılabilir.

2. Ameliyat edilmesi kesin olan vakalarda kullanılmaz.

3. Kanserli vakalarda sadece ağrıyı azaltmak için kullanılabilir.

4. Kanama hastalıklarında(Hemofili gibi) kullanılmaz.

5. Antikoagülan (pıhtılaşma azaltan ilaçlar) kullanan hastalarda dikkatli olmak gerekir.

.

3. ELEKTROTERAPİ

Elektroterapi, teşhis ve tedavi amacıyla elektriksel ajanların kullanılmasıdır. Elektriğin tedavi edici bir araç olarak kullanılması eski Yunan ve Mısırlılara kadar uzanmaktadır. MS 46'da yaşayan Romalı Filozof Scribonius Largus metabolik eklem hastalığı (Gut) ve baş ağrısı tedavisinde torpido balığından yayılan elektrik enerjisini kullanmıştır. Ortaçağda yaşayan tıp bilgini Paracelsus mıknatıslanmış cisimlerin bütün tedavilere iyi geldiğine inanmıştır. Yine bu devirlerde Kraliçe Elizabeth'in doktoru Dr. W. Gilbert' in 1600'de yayımladığı De Magnette isimli kitabı oldukça ilgi uyandırmıştır.

1780 yılında Bologna Üniversitesi Profesörü Luigi Galvani, elektriğin etkisiyle kurbağanın bacak kasının (gastroknemius) kasıldığını görmüş ve bunun sonucu olarak da elektriğin sadece hayvansal dokulara ait olduğunu söylemiştir. Galvani'nin yeğeni Adlini ise direkt akım stimülasyonunun kullanımı hakkında inceleme ve araştırmalarda bulunmuş ve İngiltere'de yaptığı bir gösteride başı kesilmiş bir kurbağanın kafasındaki kasları elektrik akımı kullanarak oynatmayı başarmıştır. Böylece elektrik kullanılarak yaşamın yeniden oluşturulabileceği inancı yaygınlaşmıştır.

17. yüzyılda Otto Van Guericke sürtünme ile statik elektrik elde etmiş ve bunu 1757'de Benjamin Franklin hastalıkların tedavisinde kullanmıştır. İlk elektrik Stimülatörleri statik elektrikle çalışan makinelerdi ve kolaylıkla bulunabiliyordu. Bunlardan en başarılı olanlardan biri biyoelektrik çalışmalara da öncülük eden ve Luigi Galvani tarafından keşfedilen dönen diskli makinelerdi. Daha sonraları Van Musschenbroek ile Van Kleist tarafından 1746 yılında keşfedilen statik elektrik makinesi ve kapasitörden oluşan Leyden Jar denilen cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu modeller 1843 yılında Wheatson tarafından her iki tarafı ince kalayla kaplanarak cam kavanoza dönüştürülmek suretiyle geliştirilmiştir. Bundan sonra İtalyan tabiat bilgini Alessandro Volta, elektriğin sadece hayvansal dokulara ait olmadığını tespit ederek 1800'de Volta pilini keşfetmiştir. Böylece Galvani ve Volta Elektroterapinin temelini oluşturmuşlardır.

1858 yılında Bernard, Fizyolojistler için iki ayrı metal (çinko ve bakır) elektrotlardan oluşan galvanik Stimülatörleri geliştirmiştir. Elektroterapi hakkındaki ilk kitap Alman Fiziatrisi Kratzenstein tarafından 1745'de yayımlanmıştır. Paris'li Jallabert elektrik kıvılcımlanmasının kas kontraksiyonu için kullanılmasını tavsiye etmiştir.

Marat ise paralizi, hemipleji ve romatizmal hastalıkların tedavisinde elektriğin kullanıldığına dair kitaplar yazmıştır. Marat, ilaç tedavisinde olduğu gibi elektriğin de belirli bir süre verilmesi gerektiğini ileri sürmüştür.

İndüksiyon bobininin 1831 yılında Faraday tarafından keşfinden sonra Elektrofizyoloji, kas ve sinirlerin faradik ve galvanik akımla uyarımı hakkındaki kanunlar, 19. yüzyılın ortalarında Fransız Du-Bois Raymond, Duchenne ve Erb tarafından geliştirilmiştir. İlk Fizyoterapi departmanı, Dr. Golding tarafından 1840 yılında Londra' daki Guy Hastanesinde Elektroterapi departmanı olarak açılmıştır. Özellikle Du-Bois Raymond kasların uzun süreli kasılmalarını sağlamak için dizi halinde uyarıma gerek duyulduğunu tespit etmiştir. Bu maksatla elektromanyetik kesiciyi primer bobine uygulayarak uyartımın başlamasını ve kesilmesini sağlayan düzeneği kurmuştur.1850 yılında Hemhotz kontrollü tek akım darbesinin üretilmesini tipik bir sarkaç olan Rheotome denilen tasarımla gerçekleştirmiştir.

Amerikalı John H. Kellogg tarafından sinüzoidal akımlar kas uyarımında kullanılmıştır. Yüksek frekanslı akımlar Tesla tarafından keşfedildikten sonra 1892'de D'Arsonval tarafından tedavide kullanılmıştır.

Diyot tüpü 1904 yılında Fleming ve Triyot tüpü de 1906 yılında De Forest tarafından keşfedilince, elektronik osilatörler, Stimülatörler, yükselteçler ve katot ışınlı osiloskoplar nörofizyolojik çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Diatermi, 20. yüzyılın ilk çeyreğinde, Alman Zeynek ve Nagelschnidt tarafından bulunmuş ve New Yorklu F. De Kraft tarafından tıbbi amaçlar için, Philadelphialı Clark tarafından da cerrahi amaçlar için geliştirilmiştir.

Albert Hyman, manyetoelektrik Stimülatörleri geliştirerek 1930'da yapay kalp pilini (artificial pacemaker) bulmuştur. Kısa dalga diatermi ise 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. 2. Dünya Savaşından hemen önce vakum tüp Stimülatörleri ortaya çıkmıştır. Rahm isimli kapasitör deşarjlı thyratron Stimülatör, Penfield tarafından insan beyninin korteks haritasını çıkarmak için kullanılmıştır.

1962 yılında Moe ve Post tarafından fonksiyonel elektriksel stimülasyon ve 1972 yılında da Liberson tarafından fonksiyonel Elektroterapi teknikleri kasların, dokuların ve sinirlerin uyartılmasında kullanılmaya başlanmıştır. 1978'de Brindley ve arkadaşları doku içi (implanted) Stimulatörleri felçli hastalarda kullanmıştır. Kralj ve arkadaşları ile Marsolais ve Kobetik 1983'de çalışmalarında ilk kez sofistike multikanal Stimülatör sistemlerini kullanmışlardır.

3.1. Elektroterapi'de Kullanılan Akım Çeşitleri

Yaşadığımız yüzyılın son kısımlarında düşük voltajlı terapi yolları hızla gelişmiş ve farklı amaçlar için basit ve güvenli Elektroterapi cihazları tasarlanmıştır. Genel olarak bu cihazlarda 4 değişik tipte dalga formu kullanılmaktadır. Bunlar:

3.1.1. Galvanik akım

Hücre içinden sabit akışla geçen doğru akımın başlıca etkisi kimyasaldır. Bu etkinin sonucunda iyon hareketleri oluşur ve bu iyonlar deri altında bulunan elektrodun etrafında toplanırlar. Bu akım felçli hastaların tedavisinin başlangıcında ve düzensiz kan akışının olduğu hastalarda 10-20 dakika süreli olarak kullanılmaktadır.

3.1.2. Faradik akım

Faradik akım formu akım şiddeti tanımlanmış pals dizini olarak izah edilebilir. Bu akımın tetik süresi yaklaşık 1 ms ve iki tetik arası 20 ms olan bir üçgen dalga formudur. Herhangi bir iyon transferine neden olmaz ve bu yüzden kimyasal etkisi bulunmamaktadır.

3.1.3. Dalgalı akım

Tepe şiddetinin ritmik, genliğin yavaş bir şekilde artırılıp azaltıldığı akım dalga formuna denir. Tetik oranı genellikle dakikada 6-60 arasında değişmektedir. Bu dalga formu spazm, ağrı ve felç tedavisinde uygulanmaktadır.

3.1.4. Eksponansiyel yükselen akım

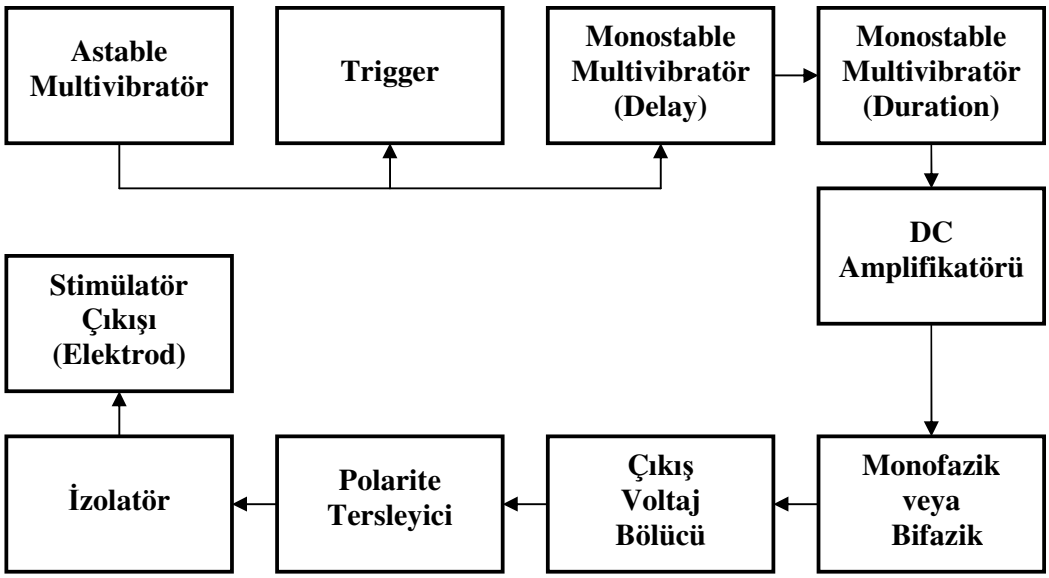
Felç tedavisinde kullanılan bu dalga formunun en önemli avantajı hasarlı kasların yakınında bulunan sağlıklı kısımların uyarılmasıdır.

3.2. Elektroterapi'de Kullanılan Elektrot Tipleri

Hücre uyartımında kullanılan elektrot tipleri genelde biyoelektrik potansiyellerin algılanmasındaki elektrotlara benzerler. Ancak bu elektrotlardan elektrot-elektrolit ara yüzünde miliamperler mertebesinde uyarı akımları akıtılmaktadır. Dokuların elektriksel eşdeğerinden dolayı uyartım elektrotları elektrot-elektrolit ara yüzeyinde devre akımı sıfır değildir. Bifazik uyartım sinyalleri kullanıldığında, darbe süresi aşırı uzun periyotlarda ortalama akımı sıfırdır. Fakat uyartım sinyali boyunca elektrot uçlarına düşen akım bir yönde farklı, diğer yönde farklı bir zamanda olup iki yöndeki akım büyüklüğü de eşit olmayabilir. Elektrotlarda eşdeğer devre uyartım parametrelerinin süresinden belirlenmektedir.

3.3. Geleneksel Stimülatörler ve Stimülatör Çeşitleri

Elektriksel Stimülatörler değişken darbe üreten sistemler ve DC Jeneratör prensibine göre çalışan kompenentlerden oluşmaktadır. Şekil 3.1'de geleneksel bir AC-DC Stimülatörün ana fonksiyonları ve ayarlanabilir alt sistemleri görülmektedir.



Şekil 3.1 Geleneksel AC-DC Stimülatör blok şeması

Stimülatörün gerekli frekans ayarı astable multivibratör ile sağlanmaktdır. Bu osilatörün çıkışı, tetikleme ve geciktirme alt sistemini sürmektedir. Aynı zamanda tetikleme devresinin ürettiği senkronizasyon darbeleri, osiloskoptaki sinyalin taranmasında da kullanılabilir. Geciktirme devresi frekans değeri belirlenen darbenin zamanının bir miktar geciktirilmesini sağlar. Geciktirme devresinden çıkan darbeler monostable multivibratör devresini tetiklemek için kullanılır. Darbe süresi manuel olarak elle de değiştirilebilir ve monostable multivibratör çıkışı DC yükselteç ile yükseltilir.

Bu devrenin çıkışı ya monofazik DC ya da bifazik AC çıkışlı olarak voltaj çoğaltıcı devreye, voltaj çoğaltıcı devre çıkışı da polarite tersleme devresine uygulanır. İzolatör, darbelerin Stimülatör çıkışında görülmesini sağlar. Burada kullanılan izolatör iyi bir izolasyon transformatörü olabilir. Topraktan çıkışın izolasyonunu temin etmek için kullanılan diğer bir yöntem ise radyo frekans çıkış katı kullanmaktır. Bu yöntemlerde; basit transformatörlerin distorsiyonsuz kare dalga gönderememesi ve radyo frekans metodunun oldukça kompleks olması, önemli dezavantajlardandır. İzolasyon aynı zamanda optoizolatör tekniği ile de sağlanabilmektedir.

Stimülatörler elektronik devre tekniğine göre 3 kısımda incelenmektedir. Bunlar:

3.3.1. Birinci grup Stimülatörler

Elektronik devre elemanları ile kurulan ilk nesil Stimülatörlerdir. Stimülatör devresi ayrık elemanlardan değişik teknikler kullanılarak orta büyüklükte plaketler üzerine kurulmuştur. Uygun seçilen elektrotlarla elektrot-deri ara yüzü sağlanır. Tek kanallı olarak kullanılırlar.

3.3.2. İkinci grup Stimülatörler

Stimülatör devresinde mikroelektronik elemanlar kullanılarak, programlanabilir, bilgisayarla kontrol edilebilir, taşınabilir, portatif olarak hem ölçüleri küçültülen hem de vücuda yerleştirilebilir hale getirilen yeni nesil cihazlardır. Çok kanallı olarak da kullanılabilmektedirler. Bunlarla temas, yüzey elektrotlar vasıtasıyla sağlanır. Kolay kullanılması, kullanımının kolay öğretilmesi ve portatif olması başlıca üstünlükleridir.

3.3.3. Üçüncü grup Stimülatörler

Bunlar tek kanallı olup vücuda yerleştirilen tip Stimülatörlerdir. Devrelerinde mikroelektronik teknikleri kullanılarak minyatür hibrit yüzey montajlı elemanlarla küçük tek kanal birim elde edilir. Elde edilen minyatür mikroçip cam kaplama veya metal cam kaplama kullanılarak vücuda yerleştirilirler.

3.4. Deri Üstü Elektriksel Sinir Uyartım (TENS) Yöntemleri

Günümüzde sabit ve uzun süreli acılar için analjezik bir durumda uzun süreli bir uygulamada, böbrek veya karaciğerin hasara uğraması riski nedeniyle kullanılan alternatif metot deri üstü elektrikli sinir uyarımı yani fizyoterapide bilinen adıyla TENS ünitesi kullanımıdır. Bu metot elektrik akımının, elektrotlar yardımıyla deri üzerinden deri altındaki sinirleri uyarmak için iletilmesi yöntemidir. Kullanılan bu deri üstü elektrikli kas sinir uyarımı yöntemi çok iyi başarı oranı ile ağrıların azaltılması veya giderilmesi için düzenli olarak kullanılmaktadır. Bugün elektrik akımı oldukça yaygın bir şekilde TENS formunda kullanılmaktadır.

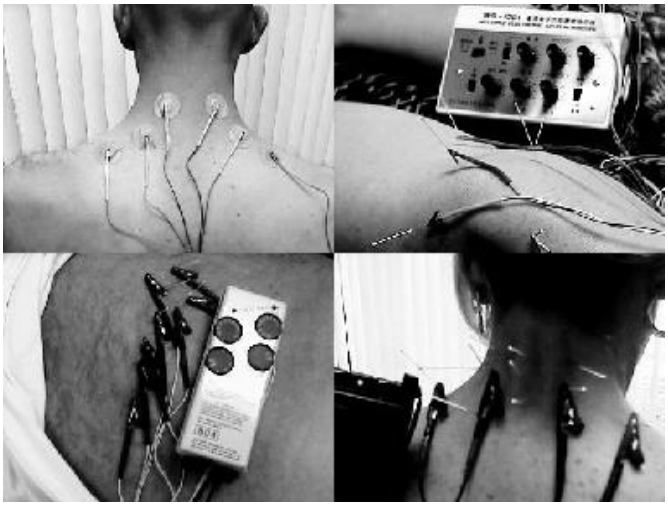
Doğru akımda kısa süreli uyarılar üreten TENS cihazları ilk kez 1919 yılında kullanılmaya başlanmıştır. İlk kez Wall ve Sweet cilt üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile periferik (çevresel) sinirlerin elektriksel olarak uyarılması sonucunda kronik ağrının geçici olarak düzeldiğini tespit etmişlerdir.

Çok daha önceleri de elektrik akımlarıyla bu tür ağrılar azaltmayı amaçlayan çalışmalar yapılmış ve çok değişik şekilli elektriksel uyartımlar kullanılmıştır. Ancak zamanla bunların az çok benzer etkide oldukları görülerek pek çoğu terk edilmiş, yalnızca sinüzoidal akım ve bunun üzerinde değişiklikler yapılarak elde edilen diadinamik akımlar ağrı kontrolü için kullanılmaya devam edilmiştir.

TENS deri aracılığı ile çevre sinirlerinin uyarılması olarak da açıklanabilir. Tedavi için kullanılma amacı da ağrıları hafifletmek veya ortadan kaldırmaktır. Bu uyarılar verildiğinde beynin salgıladığı endorfinler doğal acı yok edici maddeler olarak devreye girerek acının azaltılması yada giderilmesini gerçekleştirir.

Beyin dış ortamda ve vücut içinde oluşan elektriksel uyarıları algılama ve yorumlama özelliğine sahiptir. Bazı akım şekilleri ve özellikle TENS cihazlarının ürettiği uyarılar santral sinir sistemine etki ederken, ağrıyla ilgili odakların duyarlılığında da büyük değişmeler yapabilir.

TENS, cilde yerleştirilen elektrotlar üzerinden sinir sistemine kontrollü düşük gerilimli elektrik akımının uygulanmasıyla gerçekleştirilir. TENS' in gelişmesi sayesinde elektrik akımıyla ağrı tedavisinin önemi artmıştır. Başlangıçta TENS, ağrının kontrolünde bir yöntem olarak dorsal kolon sinirlerini doğrudan uyarmak için yapılmış olan dorsal kolon elektrik Stimülatörünün bir yan ürünü olarak geliştirilmiştir. Bu Stimülatör cerrahi olarak vücut içine yerleştirilir. Noninvazif (ticari olmayan) bir teknik olarak geliştirilen TENS ise çoğu hastada ağrının azaltılmasında yeterli olduğundan dorsal kolon Stimülatörü gibi cerrahi bir girişime gerek kalmadan Şekil 3.2'de görüldüğü gibi uygulanabilmektedir.

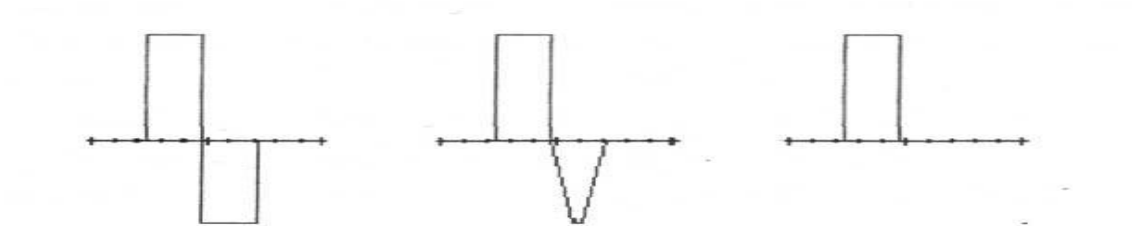


Şekil 3.2 Çeşitli TENS uygulamaları

1965'de ağrının Melzack ve Wall tarafından *Kapı Kontrol Teorisi* ile tanımlanmasının ardından ağrının elektrik akımlarıyla azaltılmasına büyük ilgi duyulmuş ve TENS ile yapılan araştırmalarda ve onun tedavide kullanımında büyük artışlar görülmüştür.

TENS' in şu anda pek çok uygulamaları vardır. Ağrının tedavi edilmesinde güvenilir ve etkili olduğundan ve FDA (Besin ve İlaç Yönetimi) onayı aldığından, TENS birçok cerrahi girişimden sonra ve çeşitli hastalıkların yol açtığı akut ve kronik ağrılarda kolaylıkla kullanılır. FDA medikal cihaz kullanım yönetmeliğine göre TENS ikinci sınıf cihazlar arasındadır. Yani hastaya dağıtımı ve uygulanması lisanslı bir doktor tarafından yapılmalıdır. Amerika'da' da TENS cihazları için 1985'de ulusal standartlar belirlenmiştir. Buna göre TENS birincil indikasyon; "Kronik ağrının semptomatik olarak kontrol altına alınmasında ve tedavisinde veya yardımcı tedavi olarak ve hem operasyon sonrası hem de travma sonrası akut ağrının tedavisinde kullanılır" şeklinde tarif edilmiştir.

Bugün pek çok ülkede ve ülkemizde klinik ve ev tedavileri için TENS cihazları üretilmektedir. TENS cihazlarının doğru akımdan ürettikleri pozitif kare ve negatif dikensi dalgalardan oluşan asimetrik bifazik dalga ile kare şeklinde monofazik ve yine kare şeklinde bifazik uyartımlar çok yaygın kullanılmaktadır. Bunlar içinde en yaygını simetrik veya dengeli asimetrik bifazik kare dalgadır. Çıkış elektrotlarına polarite kazandırmak için daha çok asimetrik kare dalga kullanılmaktadır. Şekil 3.3'de değişik tipte elde edilen TENS dalga şekilleri görülmektedir.



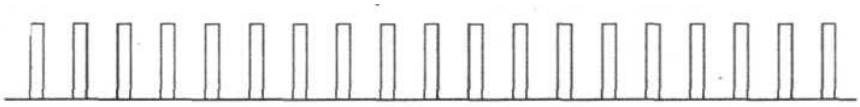
a) Bifazik kare dalga b) Asimetrik bifazik dalga c) Monofazik kare dalga

Şekil 3.3 TENS dalga şekilleri

TENS cihazları klinik ve portatif olmak üzere iki tipte üretilmektedir. Klinik cihazlar 5-10 adet kanal çıkışına sahipken, portatifler de çıkış sayısı en fazla ikidir. Klinik cihazlar akım karakteristikleri bakımından daha düzgün bir çıkış verirler ve tüm akım modülasyon çeşitlerine sahiptirler. Ayrıca bu cihazlar Fizyoterapistlerin işlerini kolaylaştıracak zamanlayıcı, alarm ve tek tuşla kutup döndürme gibi bazı ek devreleri de içerirler. Klinik TENS cihazları şehir şebekesi ile çalışırlarken, portatif cihazlar ise çoğunlukta geleneksel TENS akımı verecek şekilde 9 voltluk pil ile çalışırlar. Başlıca TENS yöntemleri şunlardır:

3.4.1. Geleneksel (conventional) yöntem

En yaygın kullanılan tedavi yöntemidir. Bu tedavi şeklinde düşük şiddette fakat yüksek frekansta uyartımlar kullanılır. Frekans 50–100 Hz, süre 40–75 µs, akım yoğunluğu 10–30 mA değerleri arasındadır. Bu değerler hastasına göre aşırı rahatsızlık hissi vermeden, hafif karıncalanma oluşturacak şekilde ayarlanabilir. Çalışmalar sonucunda ağrı üzerinde en etkili frekans 60 Hz olarak belirlenmiştir. Bu yöntemle kalın çaplı A-alfa ve Beta sinir lifleri uyarılarak derin sızı şeklindeki kronik ağrılar azaltılabilir. Ağrı kesici özelliği omurga kapı mekanizmasına göredir. Şekil 3.4'de Konvansiyonel TENS çıkışı monofazik olarak gösterilmiştir.

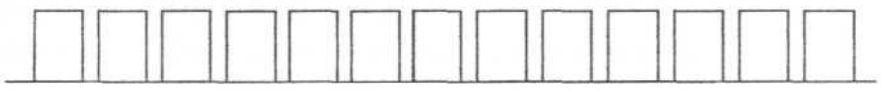


Şekil 3.4 Konvansiyonel monofazik TENS çıkışı

Konvansiyonel TENS 'in etkisi hızlı başlar ve uygulamanın 10–15. dakikasında ağrı azalır. Tedavi kesildikten kısa bir süre sonra kaybolur. Elde edilen anestezi tedavi sonrasında üç saat devam edebilir. Tedavi süresi 30 dakikadan birkaç saate uzayabilir.

3.4.2. Kısa yoğun etki yöntemi

TENS'in bu tedavi şeklinde hem süresi hem de frekansı yüksek uyartımlar kullanılır. Şekil 3.5'de monofazik dalga için kısa yoğun etki yöntemi ile elde edilen temsili bir dalga şekli görülmektedir.

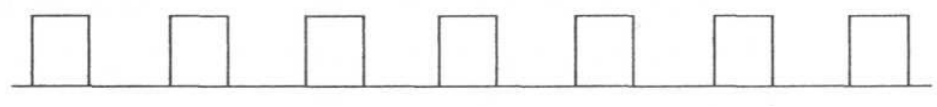


Şekil 3.5 Monofazik dalga için kısa yoğun etki yöntemi

Frekans 100–150 Hz, süre 150–250 µs, akım yoğunluğu da hastanın dayanabileceği kadar arttırılır. Bu ise amplitüd kas kontraksiyonu yani maksimum düzeyde kasılma meydana getirir. Sonuç olarak hastalarda 15 dakika güçlü ve sürekli bir parestezi yani hissizlik ve analjezi elde edilir. Fakat bu uzun sürmez. Bu nedenle istenilen sağlanamazsa gerilim ve uyartım süresi azaltılarak geleneksel yönteme geçilir.

3.4.3. Hiperstimulasyon yöntemi

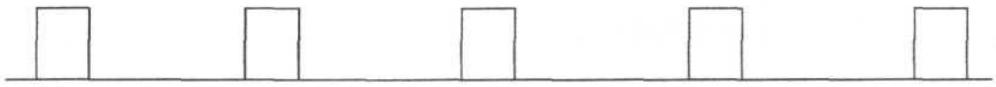
Bu metot yüksek frekansta, yüksek şiddette uyartım ile C liflerini aktive ederek karşıt istenmeyen bir durum oluşturur. Kısa güçlü uyarı verildiğinden dayanılması zor bir yöntemdir. Frekans 50-150 Hz, dalga genişliği 100-200 µs' dir. Genlik, tetanik veya belirgin kas kasılması oluşturan hastanın dayanabileceği şiddette ayarlanır. Kas kasılmalarına sebep olmadan ciltte keskin ve yanıcı karakterde uyarı meydana getirir. Şekil 3.6'da Hiperstimülasyon TENS yöntemi ile elde edilmiş temsili bir dalga şekli görülmektedir.



Şekil 3.6 Hiperstimülasyon yöntemi

3.4.4. Elektroakupunktur (güçlü düşük hız) yöntemi

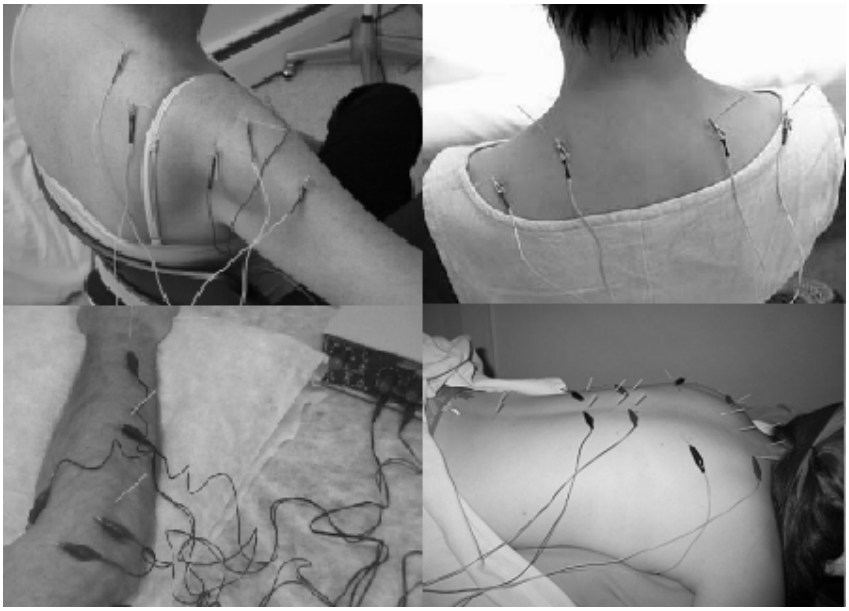
Burada uzun süreli güçlü elektrik akımları kullanılır ve ritmik kas kasılmaları elde edilir. Yüksek genlik ve düşük frekans kullanılır. Frekans 1–10 Hz, darbe süresi 200–300 µs, akım yoğunluğu 50–60 mA değerleri arasındadır. Şekil 3.7'de monofazik dalga için Akupunktur yöntemine ait temsili bir dalga şekli gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Monofazik dalga için temsili Akupunktur yöntemi

Akım şiddeti hastanın dayanabileceği değere ayarlanır ve genellikle gözle görülür kas kasılmaları meydana gelir. Bu yöntemle yüksek eşikli miyelinsiz C sinir lifleri ile A-alfa ve Beta motor lifler uyarılarak enkafalin ve endorfin hormonunun salgılanmasına sebep oldukları ve bu şekilde ağrı dindirici etki gösterdikleri kabul edilir. Bu uyartımlar ile derin sızlama türü ağrılar 20-30 dakika içinde azalır. Elde edilen rahatlık Akupunkturunkine benzer ve 6 saate kadar devam eder. Tedavi süresi genellikle 30–60 dakikadır.

Elektroakupunktur uygulamasına ilişkin tedavi seanslarında, elektronik Stimülatör cihazının uyartma işlemlerine örnek teşkil edecek farklı kullanımlar Şekil 3.8'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.8 Elektroakupunktur Stimülatör ile tedavi uygulama örnekleri

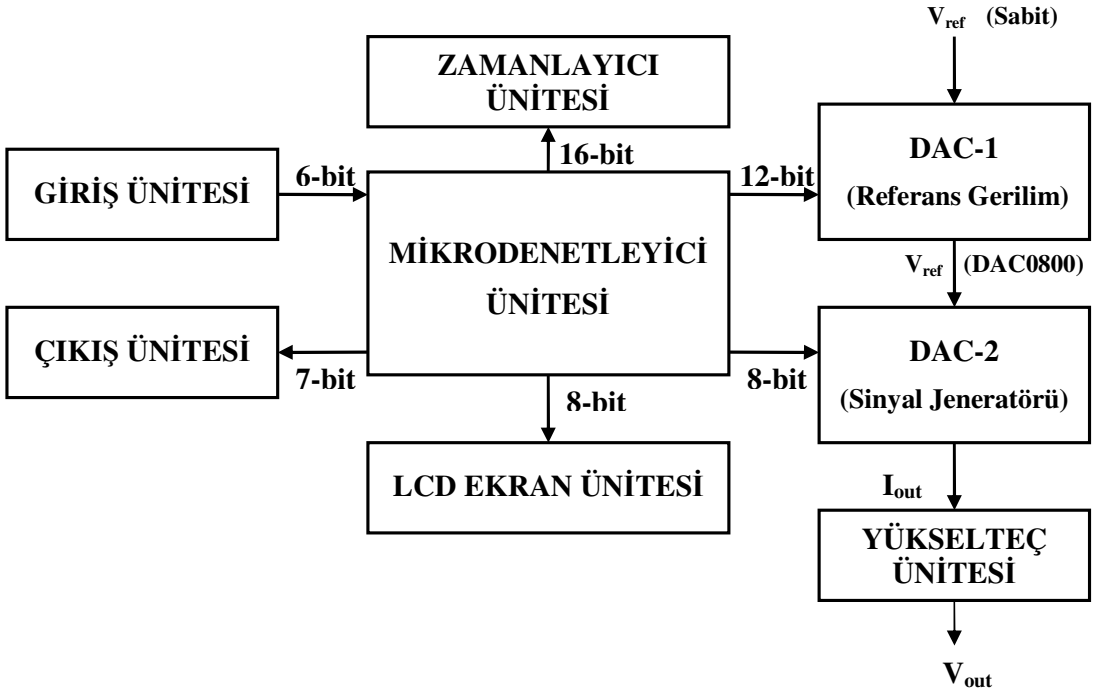
Tablo 3.1'de ise genel olarak tedavilerde kullanılan TENS akım çeşitleriyle ilgili frekans, periyot ve genlik bilgileri mukayeseli olarak verilmiştir.

Tablo 3.1 TENS'in elektriksel parametrelerinin mukayesesi

TENS YÖNTEMİ	**Frekans(Hz)**	**Dalga Genişliği (ms)**	**Genlik(volt)**
Konvansiyonel	50–100	40–75	Düşük
Kısa Yoğun Etki	100–150	150–250	Düşük
Hiperstimulasyon	50–150	100–200	Yüksek
Akupunktur	1–10	200–300	Yüksek

4. GERÇEKLEŞTİRİLEN ELEKTROAKUPUNKTUR STİMÜLATÖR SİSTEMİ

Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör sistemi mikrodenetleyici tabanlı ve yazılım ağırlıklı olarak tasarlanmıştır. Genel olarak mikrodenetleyiciye bağlı olarak çalışan giriş-çıkış ünitesi, 12 bitlik ve 8 bitlik iki bileşenden oluşan dijital analog konvertör (DAC) ünitesi, LCD ekran ünitesi, zamanlayıcı (timer) ve yükselteç (amplifikatör) ünitelerinden meydana gelmektedir. Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör sisteminin blok şeması Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur sisteminin blok şeması

4.1. Mikrodenetleyici Ünitesi

Mikrodenetleyici ünitesi sistemin temel devresi olarak frekans ve gerilim değerinin girilmesi, çıkışa aktarılacak sinyal türünün seçilmesi, frekans ve gerilim değerinin ölçülmesi ve zamanlayıcı ünitesi ile ilgili her türlü işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayan ana bileşendir.

Bu işlemler için PIC 16F877 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bu entegre yüksek performanslı RISC mimarisinde CPU'ya sahip olması, sadece 35 adet komut içermesi, program dallanmaları dışında tüm komutların tek çevrimde tanımlanması, çalışma hızının DC-20 MHz arası saat girişiyle belirlenmesi gibi temel özelliklere sahiptir. Bu temel özelliklerinin yanı sıra 8Kx14 kelimeye kadar Flash program hafızasına, 368x8 baytlık data hafızaya (RAM) ve 256x8 baytlık EEPROM data hafızasına, 14 adet dahili/harici kesmeye,

8 düzeyli donanım yığınına, güvenli çalışma için RC osilatörlü Watchdog zamanlayıcıya, güç kazanımı sağlayan uyku moduna sahiptir. Ayrıca ön sıkalaya sahip 8 bit zamanlayıcı/sayıcı Timer0 ve 16 bit zamanlayıcı/sayıcı Timer1; peryot yazmacı, önskala ve son skalaya sahip 8 bit zamanlayıcı/sayıcı; 10 bit çok kanallı ADC; senkron seri port; yakalama, karşılaştırma ve PWM modülleri gibi çok sayıda da yan özellikleri vardır.

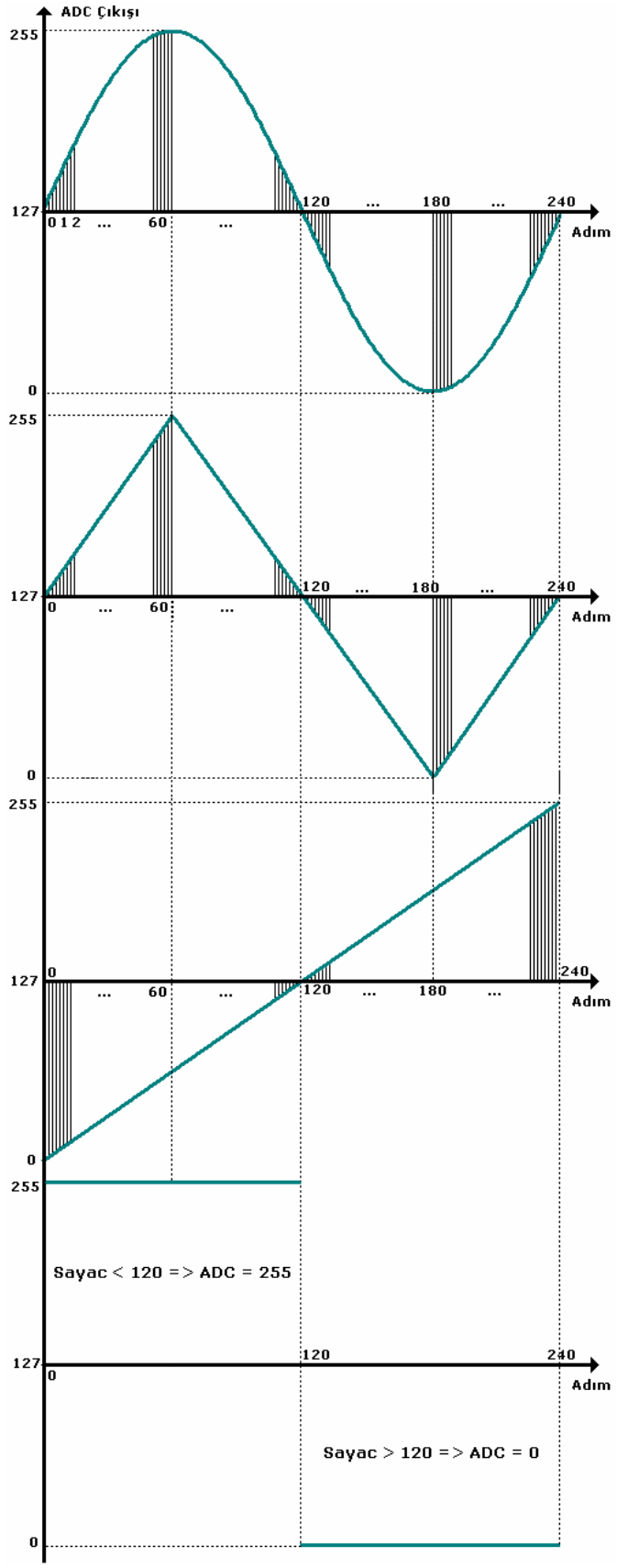
4.1.1. Sinyallerin fonksiyon eğrilerinin oluşturulması

Programlamaya başlamadan önce sistemin program algoritmasına hazırlık mahiyetinde istenilen dalga şekillerinin matematiksel modellemesi yapılmıştır. Bunun için sinüs, üçgen ve testeredişi fonksiyon eğrilerini oluşturan bir tablo hazırlanmıştır. Söz konusu tablo değerleri Ekler bölümünde verilmiştir.

Bilindiği gibi trigonometrik fonksiyonların oluşumu 360 derecelik bir peryot diliminde gerçekleşmektedir. Bu nedenle sinüs eğrisi de 360 derecelik bir peryot diliminde oluşmak zorundadır. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi sinüs eğrisinin bir periyodunun oluşturulması için 240 kesme (interrupt) kullanılmıştır. 240 tercih edilmesinin sebebi, toplam kesme sayısı olan 2^8=256'dan, diğer işlemler için ihtiyaç duyulacak kesmelerin düşülmesinden sonra en hassas ve en düzgün dalga şeklini verebilecek en fazla kesme sayısını elde etmektir. Böylece sinüs eğrisinin oluşturulması için 360/240=1,5 derecelik aralıklarla mikrodenetleyiciden kesmeler gönderilecektir. Bu yüzden tablo değerlerinden de anlaşılacağı üzere 1,5 derecelik aralıklarla bir çevrim oluşturacak şekilde sinüs fonksiyonu MS Office Excel programında hesaplanmış ve tabloya yerleştirilmiştir.

Burada sinüs eğrisinin oluşturulmasında ADC çıkışı; –Vp değeri için 0, 0 değeri için 127 ve +Vp değeri için de 255 yapılmıştır. Bu bağlamda genliği oluşturan AD7549 DAC çıkışı da –Vp değeri için 0 V ve +Vp değeri için de 4 V olacak şekilde ayarlanmıştır. Aynı işlemler, Şekil 4.2'de görüldüğü üzere üçgen ve testeredişi sinyaller için de yine bu fonksiyonların matematiksel ifadeleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu dalga şekillerine ilişkin hazırlanan tablo değerleri de yine Ekler bölümünde verilmiştir.

Ancak kare dalga fonksiyonu için –Vmax ve +Vmax olmak üzere 2 değer olacağından, sinüs, üçgen ve testeredişi fonksiyonların da olduğu gibi herhangi bir tablo hazırlamaya ihtiyaç duyulmamıştır. Şekil 4.2'de verildiği gibi Timer1 sayacı 120'den küçükse ADC çıkışı 255, 120'den büyükse ADC çıkışı 0 yapılmak suretiyle pratik olarak kare dalga fonksiyonu meydana getirilmiştir. Yine AD7549 DAC çıkışı da sinüs, üçgen ve testeredişi dalga şekillerinin mantığına uygun olarak benzer şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 4.2 Mikrodenetleyicinin sinyal üretme prensip şeması

4.1.2. Sinyallerin frekans değerlerinin hesaplatılması

Bilindiği gibi sinüs, kare, üçgen ve testeredişi fonksiyonlarının çıkışa aktarılmasına yönelik işlemlerde, mikrodenetleyicinin çalışma mantığı gereği Timer1'e yazılan değerlerin periyot cinsinden olması zorunluluğu bulunmaktadır. Girilen değerler frekans cinsinden olduğundan girilen değerin periyoda dönüştürülmesi gerekmektedir. Mikrodenetleyici içindeki zamanlayıcı/sayıcı, timer-up counter özelliğinde olup verilen değerden 2^{16}=65535 FFFF'e kadar saymaktadır. Osilatör olarak 20 MHz kristal kullanıldığı için 1 komut 0,2 µs zaman diliminde yürütülebilmektedir. Bu temel bilgilerden yola çıkılarak her frekans değeri için periyodun, kesme (interrupt) süresinin, Timer1 sayma değerinin ve Timer1 desimal değerinin daha önceden hesaplanarak program algoritmasına yerleştirilmesi gerekmektedir. Bunun için de yine her frekans değeri için 240 kesmenin süresi ayrı ayrı hesaplanarak Eklerde verilen tabloya uygun olarak program yazılımında tanımlanmıştır. Bu işlemlerin nasıl yürütüleceğinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından 100 Hz'lik frekans değeri üzerinden örnek bir uygulama yapmak mümkündür. Şöyle ki;

f = 100 Hz için T = 1 / f ise T = 1/100 = 10000 µs peryodu bulunur.

Tkesme= T / Kesme adeti ise Tkesme = 10/240=41,66 µs olur.

Timer1 Sayma Değeri = Tkesme / TOsilatör olduğundan,

Timer1 Sayma Değeri = 41,66µs / 0,2 µs = 208 olacaktır. Bu durumda;

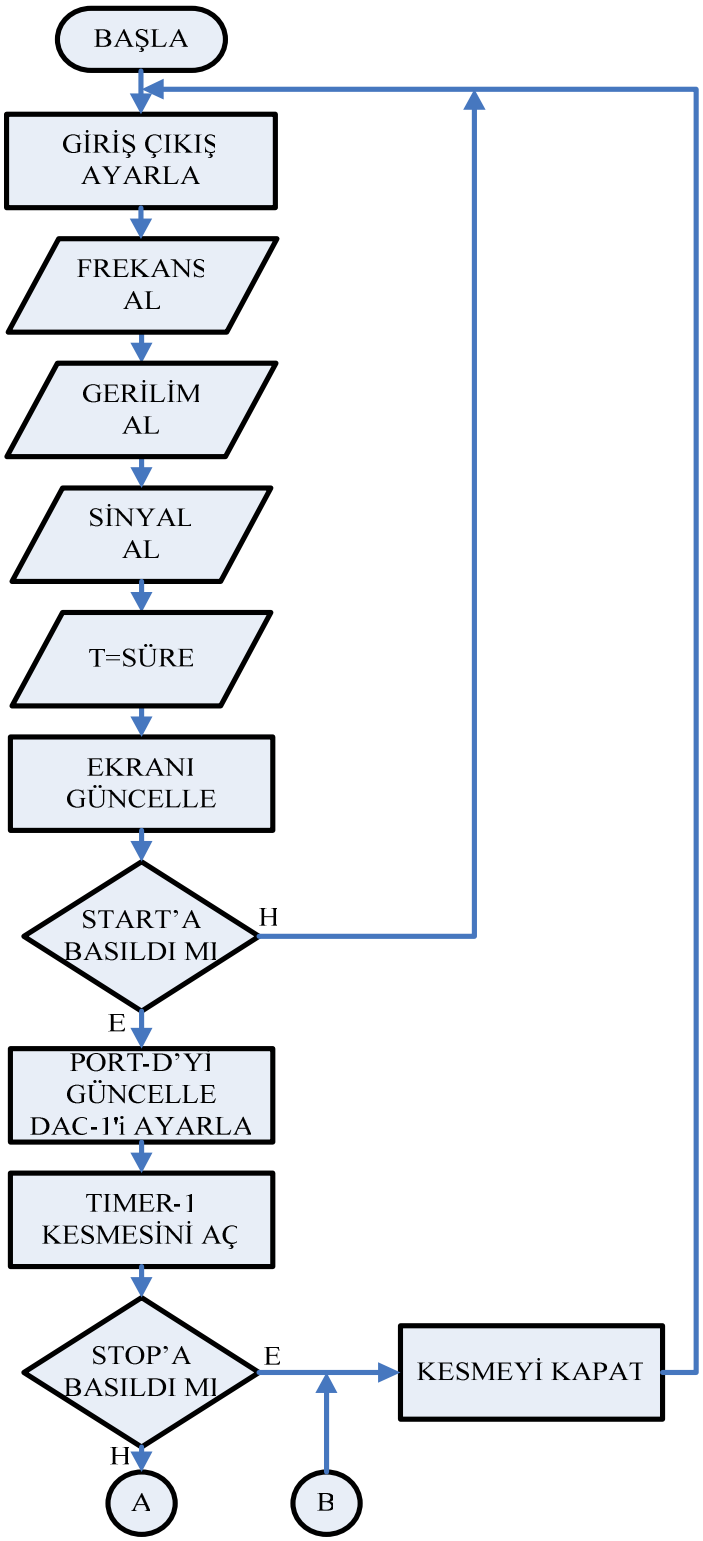
Timer1 Desimal Değeri = 65535-208 = 65328 bulunacaktır.

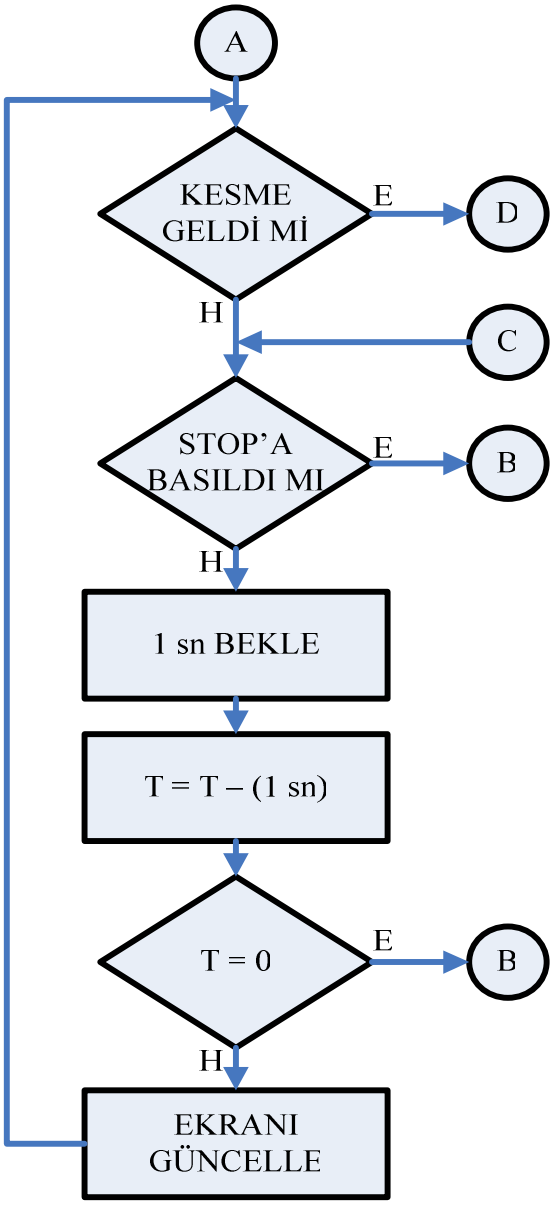
Buradan elde edilen değerler Timer1'e yüklenerek 100 Hz'lik frekans değerindeki sinyal çıkışı elde edilmektedir. Bunun anlamı şudur: 65328 desimal değeri, her kesme gelişinde yüklenmelidir ki 41,66 µs'lik süre sonunda 100 Hz için gerekli frekans değerleri, önceden hazırlanan tablodan alınabilsin ve düzgün bir sinyal oluşturulabilsin.

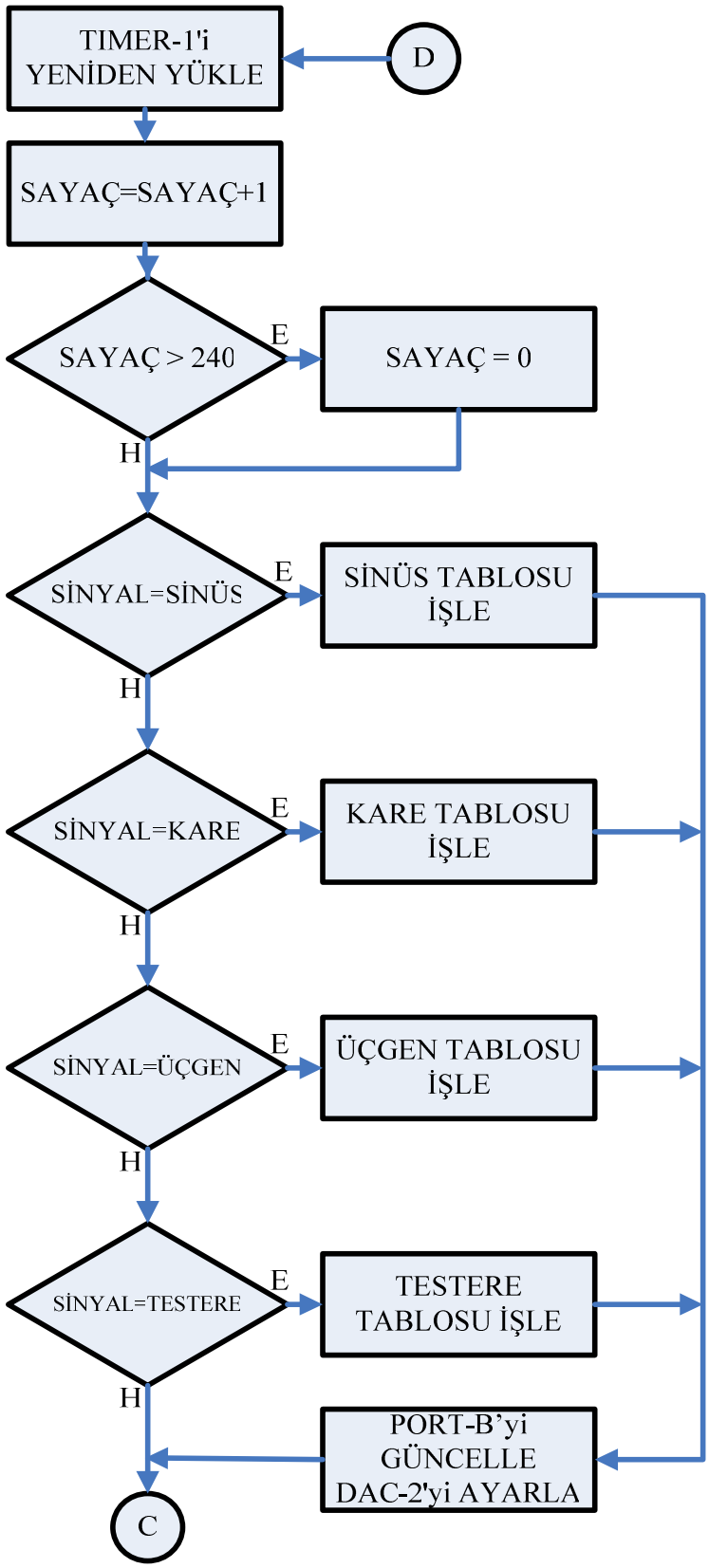
Programdan da anlaşılacağı gibi mikrodenetleyici çıkıştaki dalga şekillerini, Timer1'e (zamanlayıcı/sayıcı) girilen değerin FFFF'e ulaştığı anda portu set ve clear etmek suretiyle sağlar. Yapılan hesaplar sonucunda elde edilen değerlere ait küsuratların yazılım için oluşturulan frekans değerleri tablosunda ihmal edilerek tam sayıya yuvarlanmasından dolayı frekans ayarları çok hassas değildir. Bu yüzden Tablo 5.7'de görüleceği üzere 80 Hz mertebesinden sonra frekans değerlerindeki hata % 1' in üzerine çıkmakta ve maksimum % 4 mertebelerine kadar ulaşmaktadır. Dolayısıyla bu hata girilen frekans değerine bağlı olarak % 0,1 ile % 4 arasında değişim göstermektedir. Ancak potansiyometre ile frekans ayarı yapılan geleneksel Stimülatörlerdeki frekans hassasiyeti ile kıyaslandığında meydana gelen bu sapmalar ihmal edilebilecek kadar önemsiz kalmaktadır.

4.1.3. Mikrodenetleyici programının algoritmasına ilişkin açıklamalar

PIC 16F877 mikrodenetleyicisi ile gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör sisteminin program algoritması Şekil 4.3'de verildiği gibi gerçekleşmektedir.




A
KESME GELDİ Mİ
E
D
H
C
STOP'A BASILDI MI
E
B
H
1 sn BEKLE
T = T – (1 sn)
T = 0
E
B
H
EKRANI GÜNCELLE



Şekil 4.3 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur sisteminin program algoritması

Burada devrenin bağlantı şekline göre ilk önce PIC 16F877 mikrodenetleyicisinin portları, giriş veya çıkış olarak ayarlanır. Portların giriş olarak tanımlanması için set (1), çıkış olarak tanımlanması için reset (0) işlemleri yürütülür.

Yapılacak işlemelere yönelik olarak:

- Frekans,
- Gerilim,
- Dalga Şekli,
- Süre

değerlerinin haricen operatör tarafından girilmesi beklenir. Daha sonra ekran clear edilerek güncellenir.

İşlemlerin devam ettirilmesi için yine operatör tarafından start tuşuna basılması gerekmektedir. Start tuşuna basılmasını müteakip, DAC1 olarak nitelendirilen AD7549'un dijital verisini sağlayan Port-D çıkışı ayarlanır. Timer1 kesmesi aktif hale getirilerek istenilen sinyal üretilmeye başlanır ve ayarlanan sürenin geri sayım işlemi ekranda görüntülenir. Ayarlanan süre tamamlanırsa veya süre tamamlanmadan stop tuşuna basılırsa kesme pasif duruma getirilerek başa dönülür.

Süre dolmadan önce herhangi bir kesme gelirse Timer1 yeniden yüklenir. Tam bu noktada gelen kesmenin oluşturduğu dalga şekline göre EEPROM'da kayıtlı bulunan veri tablosundan bilgiler alınarak Port-B güncellenir ve DAC2 olarak nitelendirilen DAC0800'e uygun değer iletilir. Kesme tamamlandıktan sonra sürenin dolması ya da stop tuşuna basılması ya da yeni bir kesmenin gelmesi beklenir. Bu şekilde tasarlanan program belli bir döngü içinde sürekli olarak yürütülmeye devam edilir.

4.2. Giriş-Çıkış Ünitesi

Mikrodenetleyici için gerekli set değerleri, kontrol butonları ile oluşturulan menü sayesinde girilmektedir. Menü son derece sade ve anlaşılır bir dille tanımlanmıştır ve sırasıyla tüm ayarların operatör tarafından girilmesini istemektedir. Bu ayarlar sırasıyla frekans, gerilim, sinyal ve süre olacak şekilde 4 adettir. Frekans 1-260 Hz aralığında 1 Hz hassasiyetle lineer olarak değişmektedir. Gerilim değeri ise 1 mV hassasiyetle 0-4000 mV aralığındadır. Sinyal giriş sırası ise sinüs, kare, üçgen ve testeredişi şeklindedir. Bu ayarlar ileri ve geri tuşlarıyla bir döngü içinde ayarlanabilmektedir. Seçilen sinyal şekline ait bilgi eşzamanlı olarak LED'ler vasıtasıyla tasarlanmış ışıklı göstergeden de izlenebilmektedir.

Ayrıca, operatör tarafından, sistemin çalışması için gerekli veri girişleri yapıldıktan sonra uygulamanın başlatılmasında kullanılan start butonu ve uygulamanın herhangi bir zamanda sonlandırılmasını sağlayan stop butonu sisteme adapte edilmiştir. Bu butonlardan hangisinin aktif olduğu yine LED'lerden teşkil edilen ışıklı göstergelerden anlaşılabilmektedir.

4.3. Dijital Analog Konvertör (DAC) Ünitesi

Dijital analog konvertör (DAC) mikrodenetleyici tarafından işlenen dijital bilgiyi analog bilgiye dönüştürerek çıkışa aktarmaktadır. Bu amaçla 8 bitlik ve 12 bitlik olmak üzere 2 adet DAC kullanılmıştır. 12 bitlik AD7549 DAC'ı Vp=+4000 mV referans gerilim değerini $1/(2^{12})$ = 1/4096 hassasiyetle 8 bitlik DAC0800 DAC'a aktarır. 8 bitlik DAC bu referans gerilim değerini bipolar özelliğini kullanarak 1mV aralıklarla –Vp=-4000 mV ve +Vp=+4000 mV aralığında elde etmektedir. Elde edilen sinyaller akım yönünden kuvvetlendirilmek ve cihazın çıkışından gelebilecek etkilere karşı tampon (bufer) olarak çıkıştan izole edilmek üzere yükselteç (amplifikatör) ünitesine gönderilmektedir. Mikrodenetleyici portlarının minimum düzeyde kullanımına yönelik olarak 2 adet Latch (mandal) entegresi üzerinden 8 bitlik DAC ile LCD ekran sürülmüştür. Böylece DAC ile LCD çıkışlarının yürüttüğü işlemleri kilitleyerek yani tutarak mikrodenetleyiciye işlem kolaylığı ve rahatlığı sağlanmaktadır. Yani LCD çıkışında bir bilgi beklemekteyken DAC ile bir başka işlem devam ettirilmektedir.

4.4. LCD Ekran Ünitesi

Cihazın en önemli bileşenlerinden olan likit kristal ekran, nokta matris (dot matrix) 4 satır 25 karakter (4x25) ekran aydınlatma (backlight) özelliklerine sahip HD44780 LCD modülü ile gerçekleştirilmiştir. Ekran aydınlatma özelliği sayesinde karakterler karanlık ortamlarda da rahatlıkla okunabilmektedir. Ancak bu özellikten dolayı fazla akım çektiğinden besleme devresindeki regülatörlerin soğutulması gerekmektedir..Bu modül oldukça geniş bir alfanümerik karakter yelpazesine sahiptir. İçerisinde bulunan 8 bit display RAM sayesinde çok sayıda istenilen karakter kolayca tanımlanabilmektedir. Çalıştırılmasına yönelik dahili bir çip, sürücü olarak LCD modülünün bünyesine adapte edilmiştir. Sistemin tüm kontrol ve bilgilendirme işlemleri LCD ekran üzerinden görülebilmektedir. LCD 8 bitlik Latch arabirimiyle mikrodenetleyiciye bağlanmıştır. Kontrast ayarı için, 10 kΩ değerindeki RV1 potansiyometresi kullanılmıştır.

4.5. Zamanlayıcı (Timer) Ünitesi

Cihaz, medikal niteliktedir ve klinik çalışmalarda insanlar üzerinde çeşitli sinyallerin belli sürelerde uygulanmasına yöneliktir. Bu bakımdan ayarlanan süre dakika bazında, istenilen değere ayarlanabilecek özellikte olmalıdır. Ayrıca süre bitiminde operatörü uyaracak ikaz sistemine de sahip olması gerekmektedir. İşte bu amaçla tasarlanan Zamanlayıcı ünitesi, kontrol butonlarından teşkil edilen menü sayesinde istenilen süre ayarlanıp set edildikten sonra geri saymaya başlar ve sıfır olduğunda ikaz sistemini etkin hale getirir. Ayarlanan süre değerinin sürekli olarak görülmesini sağlayan yani sabit tutan ayrıca geri sayım yaparak kalan sürenin de anlaşılmasını sağlayan 2 farklı zaman sıkalası da LCD ekran üzerinde sürekli olarak gözükmektedir. Geri sayım yapan skaladaki zaman saati 00:00 değerine ulaştığında ise sesli ikaz sistemi tek bir beep ile operatöre işlemin tamamlandığını bildirmektedir.

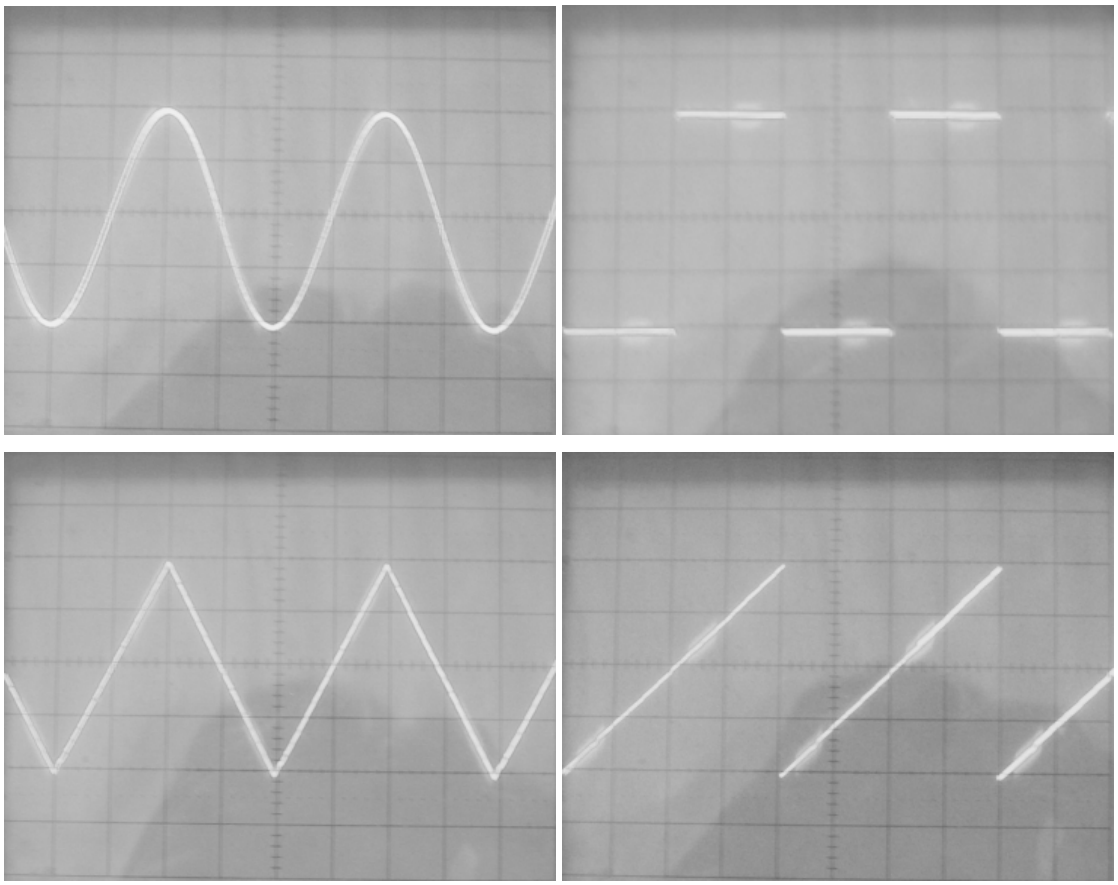
4.6. Yükselteç (Amplifikatör) Ünitesi

DAC0800 çıkışında elde edilen sinyal çıkışa bu kat üzerinden aktarılmaktadır. Zira elde edilen sinyalin çıkıştan gelebilecek olumsuz etkilere karşı izole edilmesi devrenin sihhatli çalışması açısından önem arz etmektedir. Bu amaçla LM741 OPAMP entegresinden tampon (bufer) olarak faydalanılmıştır. Bu entegre yüksek performansta akım iletme özelliğine sahiptir. Sistem gerilim kaynağı olarak tasarlandığından ve uygulamalarda gerilim değerlerinin değişmemesi istendiğinden bu ünite hayati önem taşımaktadır. Çıkışların kısa devre olması veya kısa devreye yakın bir direnç üzerinden irtibatlanması durumunda sistemin güvenliği de bu devre ile sağlanmaktadır. Yapılan ölçümlerde, çıkışta herhangi bir gerilim değerinde üretilen sinyallerin, takriben 85 Ω ve altındaki bir dirençle karşılaşması durumunda çıkış gerilimi düşmekte ve sinyalin şekli de bozulmaktadır. Ancak Elektroakupunktur uygulamalarında Aku noktalarının direncinin asla bu değerlere düşmeyeceği göz önünde bulundurulursa bunun bir sorun teşkil etmeyeceği açıktır. Zira sağlıklı bir insanda Aku noktalarının direnci 100 kΩ mertebelerindedir. Herhangi bir hastalık durumunda bu direnç değerleri 5 kΩ mertebelerine kadar düşebilmektedir. Fakat daha düşük olmamaktadır. Yine de elektriksel olarak bu devre böyle bir duruma karşı sistemi koruyarak herhangi bir tahribat olmasına müsaade etmeyecek şekilde dizayn edilmiştir.

5. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

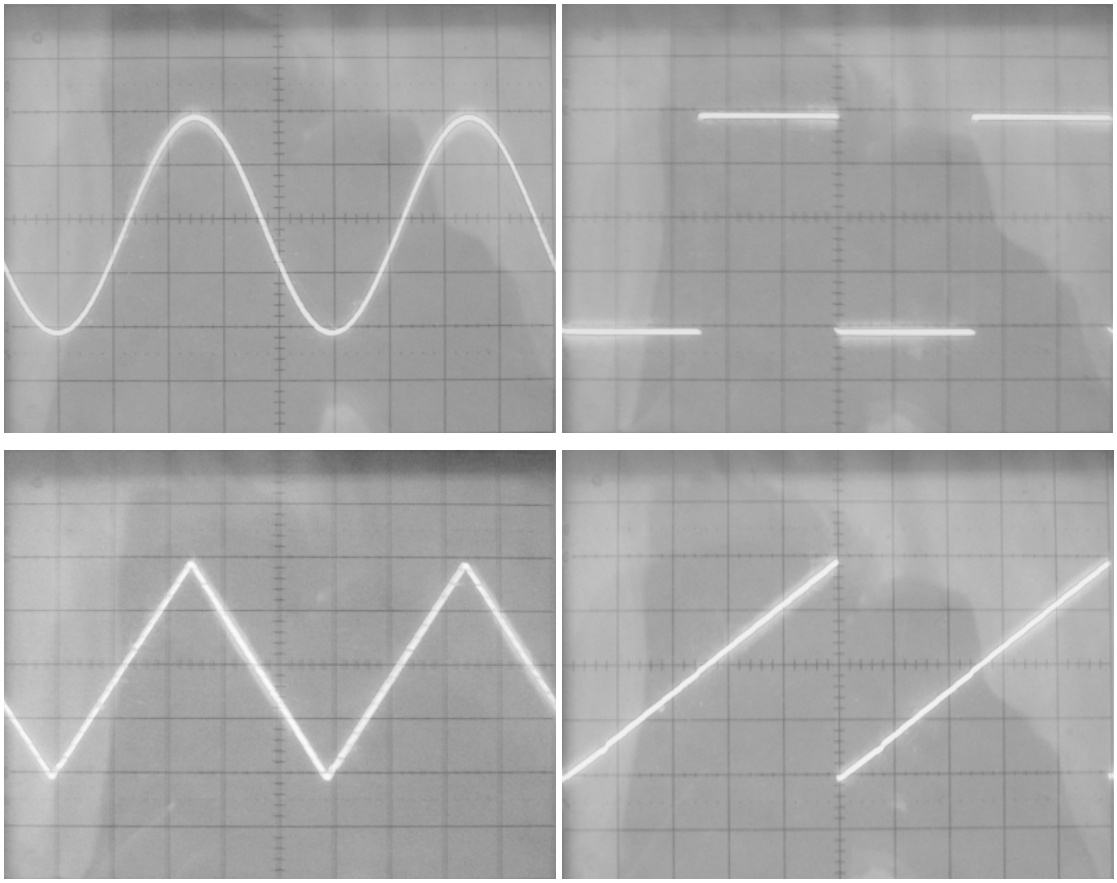
Bu çalışma sonucunda elde edilen çıkış sinyalleri laboratuvar şartlarında T-TECHNI-C marka ve HZ4318 model 20 MHz dual kanal bir osiloskop ile yüksüz olarak gerçekleştirilerek kayıt altına alınmıştır.

50 Hz, 2 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.1'de görüldüğü gibidir.



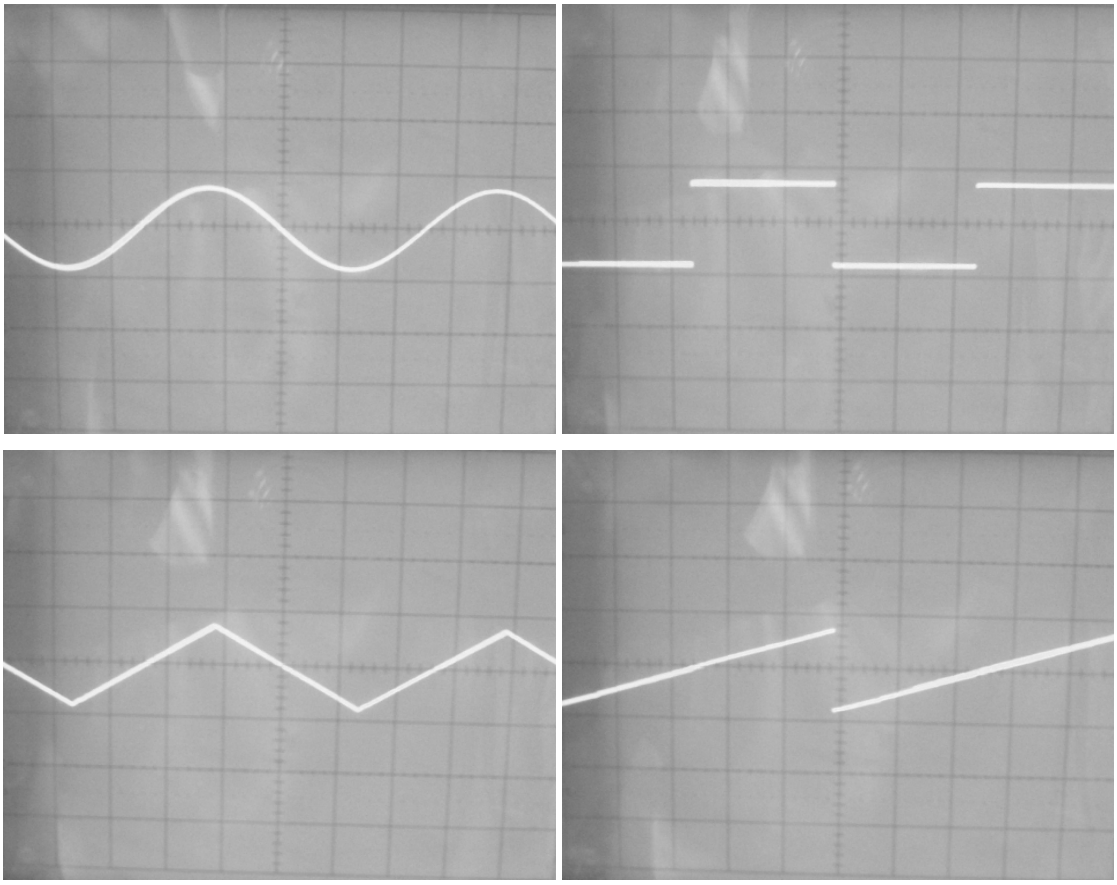
Şekil 5.1 50 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 5ms/div)

100 Hz, 2 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.2'de görüldüğü gibidir.



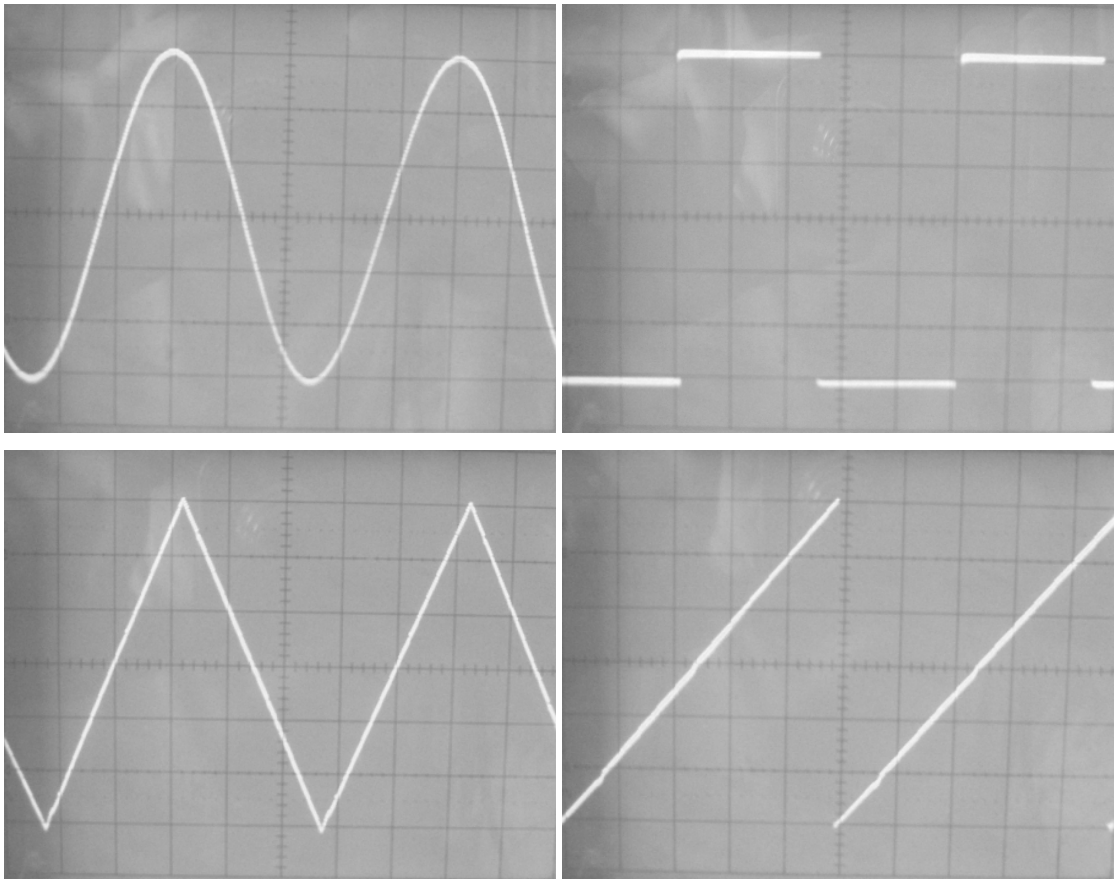
Şekil 5.2 100 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)

100 Hz, 0.75 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.3'de görüldüğü gibidir.



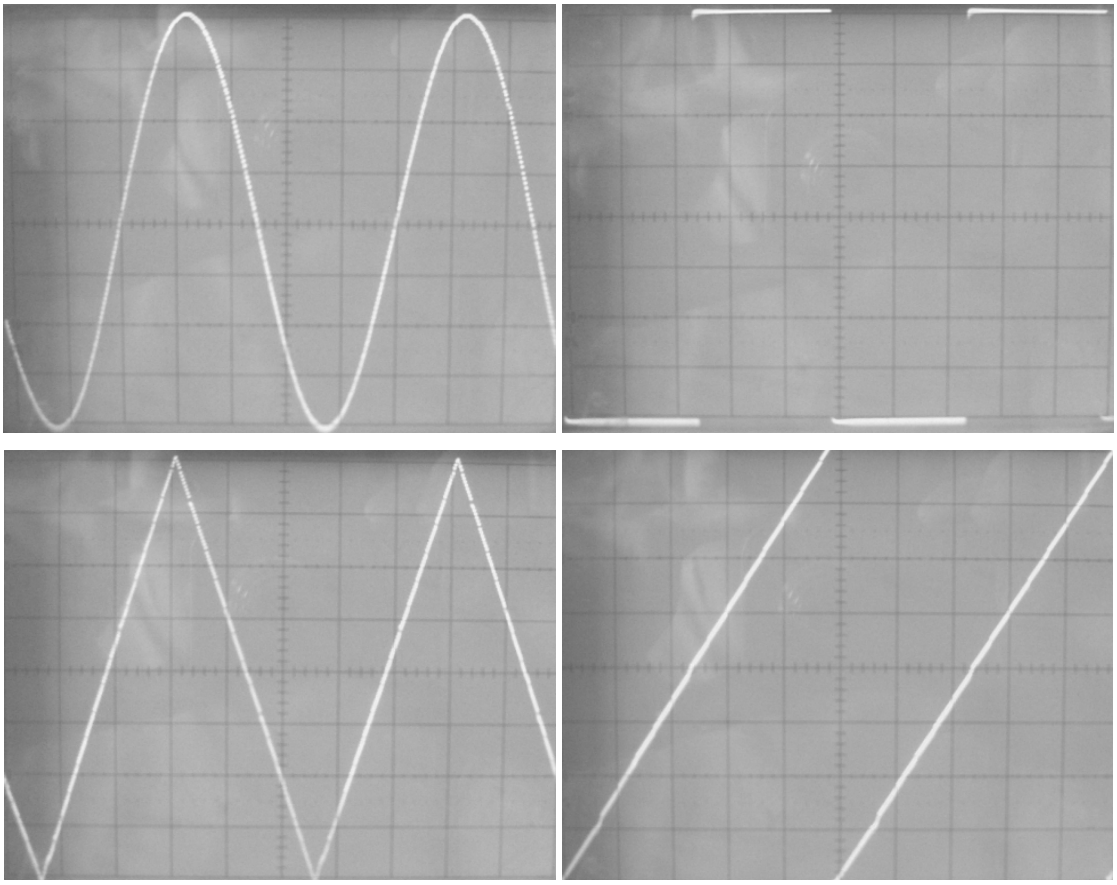
Şekil 5.3 100 Hz ve 0.75 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)

100 Hz, 3 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.4'de görüldüğü gibidir.



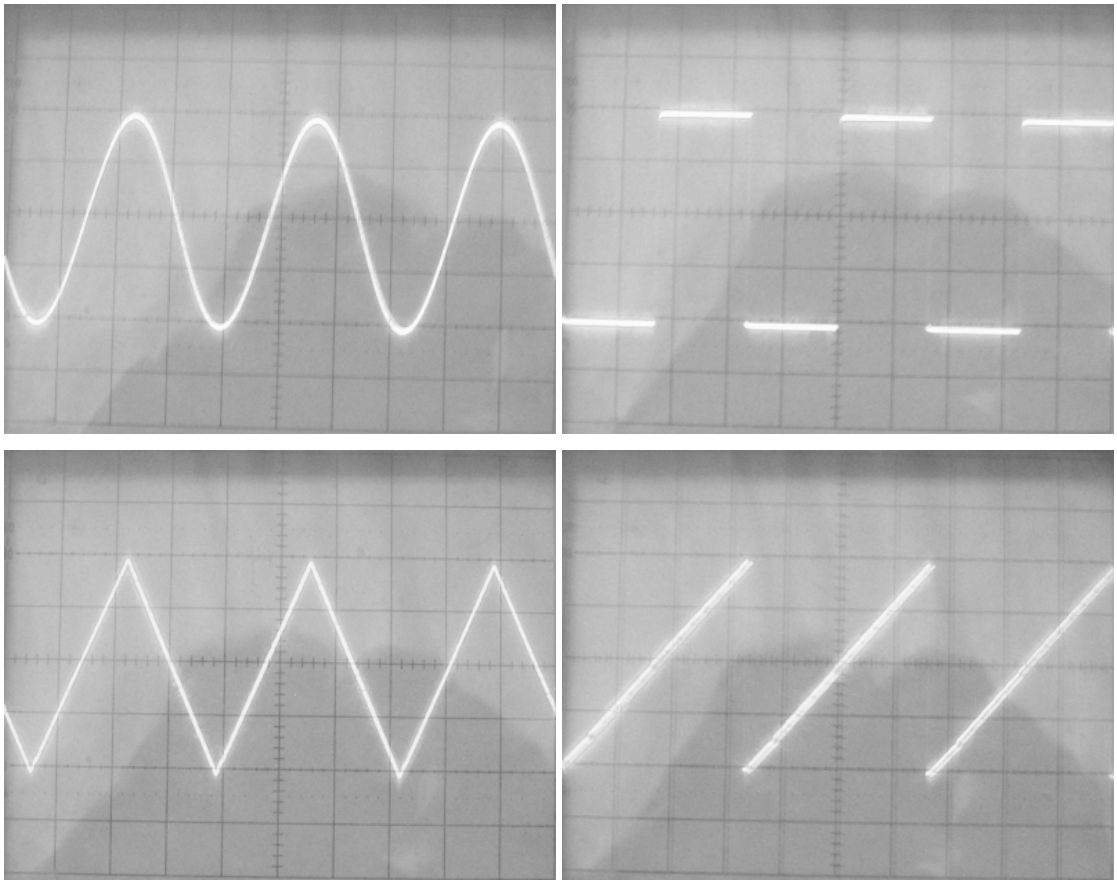
Şekil 5.4 100 Hz ve 3 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)

100 Hz, 4 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.5'de görüldüğü gibidir.



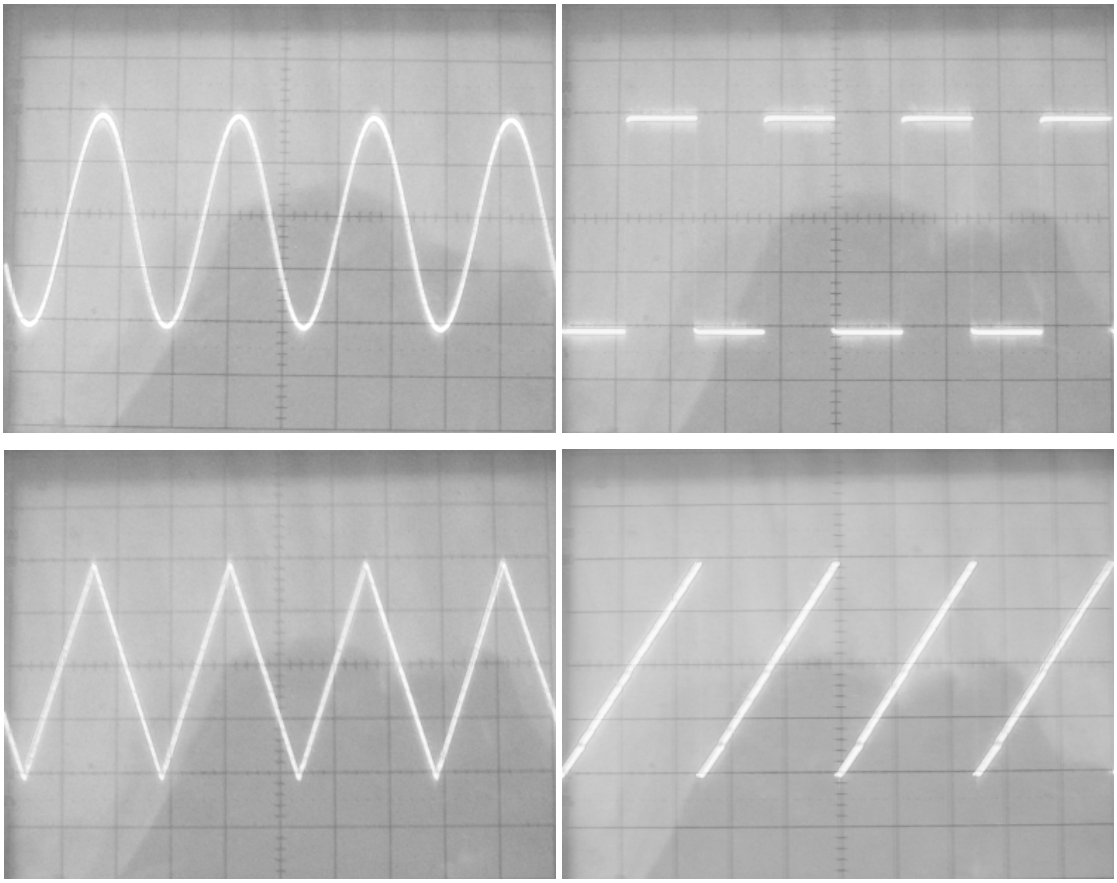
Şekil 5.5 100 Hz ve 4 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)

150 Hz, 2 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.6'de görüldüğü gibidir.



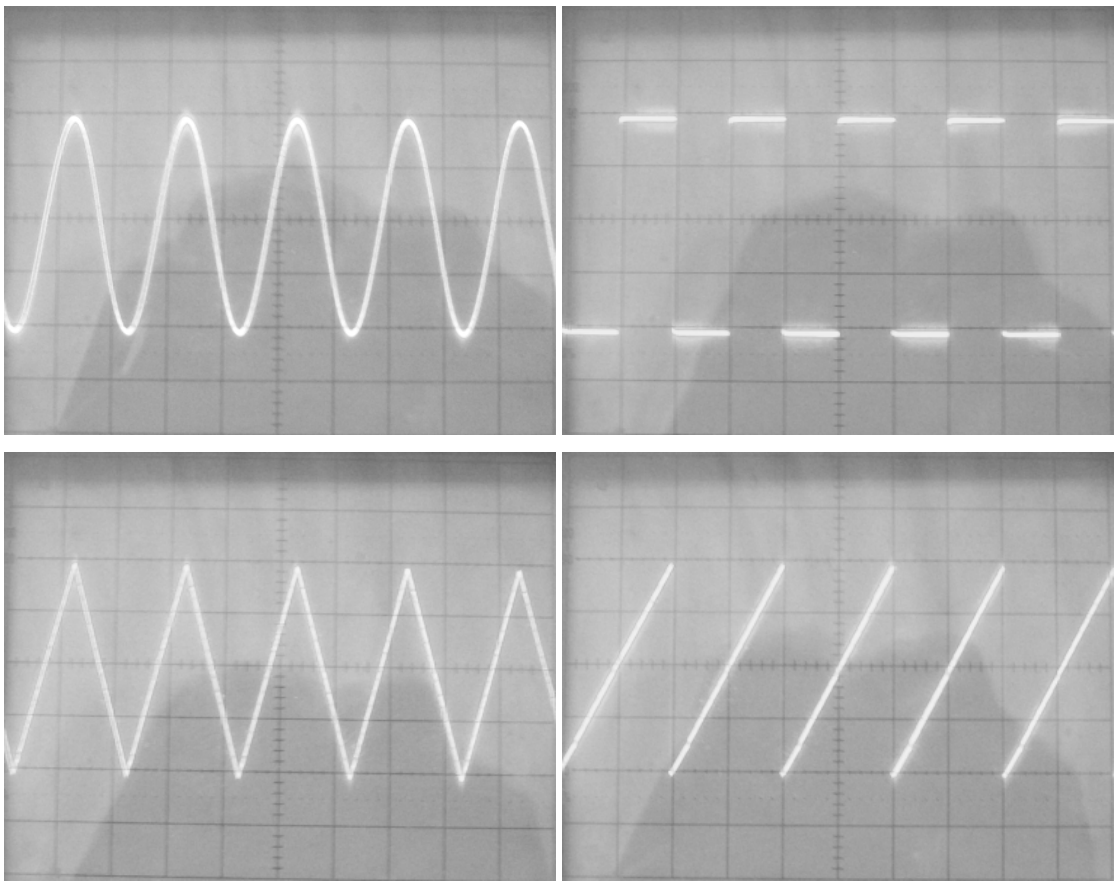
Şekil 5.6 150 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)

200 Hz, 2 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.7'de görüldüğü gibidir.



Şekil 5.7 200 Hz ve 2 voltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)

250 Hz, 2 V değerleri için sinüs, kare, üçgen, testeredişi dalga şekillerine ait osiloskop görüntüleri Şekil 5.8'de görüldüğü gibidir.



Şekil 5.8 250 Hz ve 2 v oltluk sinyallerin osiloskop görüntüleri (1 v/div, 2ms/div)

Dalga şekillerinin elektriksel harmoniklerden ve istenmeyen bileşenlerden temizlenmesi, yani filtre edilmesi çıkış sinyalinin kalitesini arttırmada önemli rol oynamaktadır. Bunun için besleme kaynağının da son derece iyi doğru akım verebilme özelliğine sahip olması gerekmektedir. Bu sistemde bu noktaya özel ihtimam gösterilmiştir.

Gerçekleştirilen cihaz 4 V gerilim seviyesine ve 260 Hz frekans değerine kadar çıkış verebilmektedir. Çıkış sinyallerinin insan vücudundaki Aku noktalarına uygulanması için kullanılan koaksiyel bağlantı kablosunun direnci 100 Ω değerinde seçilmelidir. Bunun sebebi, çıkış akımının belirli değerde tutularak yük teşkil eden Akupunktur noktalarının direncine bağlı olarak akım çekişini sağlamak ve çıkış sinyallerinin bozulmasına engel olmaktır..

Elektroakupunktur Stimülatör konusuyla ilgili olarak Richard C. Niemtzow, Debra Clydesdale, Zang-Hee Cho, Terry Oleson, Young-Don Son ve Peter A. S. Johnstone gibi isimlerin katılımıyla gerçekleştirilen ve uluslararası Medikal Akupunktur dergisinde de yayımlanan "Ticari Elektroakupunktur Stimülatörlerinin frekans çıkışları doğru mu?" başlıklı araştırma son yıllardaki en önemli çalışmalardan olup cihazımızın farklı cihazlar ile karşılaştırılmasına da referans teşkil etmiştir. Bu bölümde tarafımızca gerçekleştirilen sistemin bu cihazlara göre avantajları ve dezavantajları irdelenmeye çalışılacaktır.

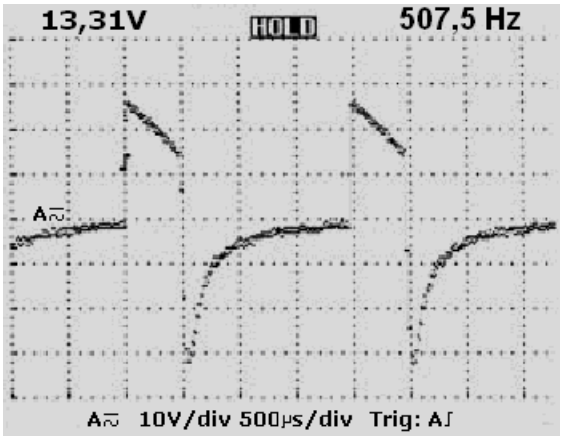
Söz konusu araştırma farklı imalatçı firmalar tarafından üretilen ve klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan 6 adet ticari Elektroakupunktur Stimülatör cihazının çıkış frekansının doğruluğu, dalgalılığı ile dalga şekli karakteristiklerinin incelenmesine yöneliktir. Bu araştırma için Uluslararası Standartlar ve Teknolojiler Enstitüsü (NIST) nezdinde geçerli olan kalibre değerleri referans alınmış ve 10 temel elektriksel parametre yönünden cihazların performansı test edilmiştir. Bu parametreler:

1. Sinyal genişliği (pulse width),
2. Sinyal yükselme zamanı (rise time),
3. Sinyal düşme zamanı (fall time),
4. Polarite (polarity),
5. Sinyal distorsiyonu (pulse distortion),
6. Sinyal genliği (pulse amplitude),
7. Ayar voltajı (pulse offset voltage),
8. Sinyal tekrarlama oranı (pulse repetition rate),
9. Hem pozitif hem negatif alternans için çıkış empedansı (output impedance),
10. Dalga şeklinin osiloskopik görüntüsü (oscilloscopic photography),

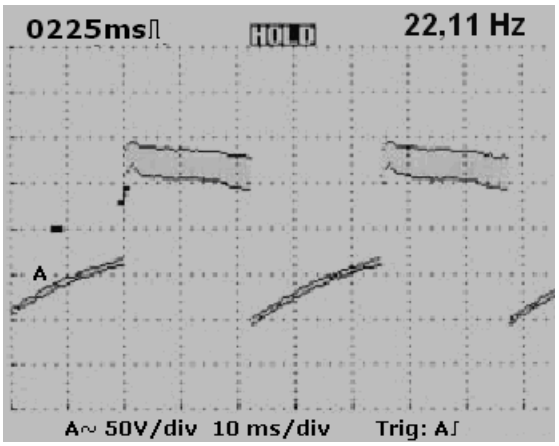
şeklindedir.

Yine söz konusu araştırmaya ilişkin ölçümler; her bir cihaz için normal oda sıcaklığında, normal deniz seviyesindeki atmosfer basıncında ve normal nemli ortamda 110 v, 60 Hz AC değerlerini haiz güç kaynağı ve NIST kriterlerini taşıyan osiloskop ve FLUKE 123S marka frekansmetre kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

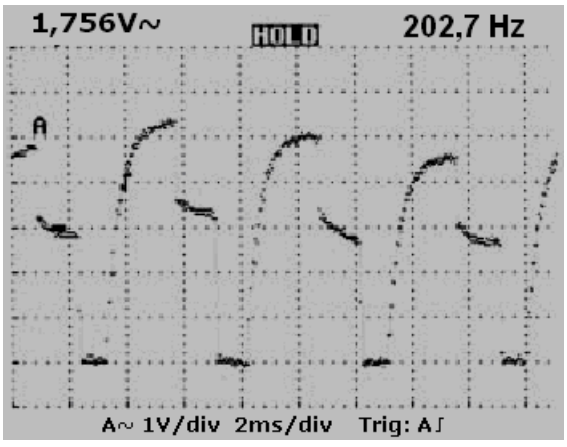
Araştırma konusu Elektroakupunktur Stimülatörler fabrikadan piyasaya sürüldüğü ve ilk damgalandığı durumdaki gibi olup sonrasında hiç kalibre edilmeksizin kullanıldığı şekliyle laboratuvarlarda yaklaşık olarak 30 dakika süre boyunca ve her bir cihaz için 5 ölçüm yapılacak şekilde ayarlanarak işlemler tamamlanmıştır. Frekans ölçümlerinde Şekil 5.9'da görüldüğü üzere 10 volt değerinden küçük voltaj seviyesindeki uyartım sinyalleri Şekil 5.10'daki bağlantı şekline göre uygulanmıştır.



a) Stimülatör-1

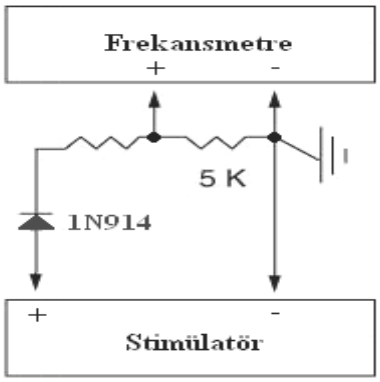


b) Stimülatör-4



c) Stimülatör-5

Şekil 5.9 Ticari Elektroakupunktur Stimülatörlerin çıkış sinyalleri



Şekil 5.10 Ticari Elektroakupunktur Stimülatörlerinin ölçüm yöntemi

Araştırmada kullanılan ticari Elektroakupunktur Stimülatör cihazlarına ilişkin çıkış frekansları her bir cihaz için 5 kez ölçülmüştür. Ölçümlerden elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları ile birlikte istenen değerden sapmaları (hata yüzdeleri) her bir Stimülatör için ayrı ayrı Tablo 5.1-2-3-4-5-6'da verildiği gibi gerçekleşmiştir.

Tablo 5.1 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-1 frekans ölçümleri

STİMÜLATÖR-1						
Frekans (Hz)	**5**	**10**	**25**	**100**	**200**	**500**
Deney-1	4,974	9,983	24,88	100,7	200,2	506,8
Deney-2	4,97	9,966	24,88	100,7	200,1	507,1
Deney-3	4,961	9,966	24,88	100,6	200,1	506,8
Deney-4	4,961	9,966	24,88	100,6	200	506,8
Deney-5	4,987	10	24,98	101	200,8	507,5
Ortalama Frekans	4,971	9,976	24,9	100,7	200,2	507
Hata (%)	0,6	0,2	0,4	0,7	0,1	1,4

Tablo 5.2 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-2 frekans ölçümleri

STİMÜLATÖR-2					
Frekans (Hz)	**5**	**10**	**30**	**100**	**300**
Deney-1	3,87	7,92	14,97	63,82	151,1
Deney-2	3,95	7,9	14,98	72,65	151,1
Deney-3	3,73	6,32	14,97	77,24	151,1
Deney-4	3,96	6,32	14,97	75,27	151,1
Deney-5	4,11	6,32	14,98	75,59	151,1
Ortalama Frekans	3,924	6,956	14,97	72,91	151,1
Hata (%)	21	30,5	50,1	27	49,6

Tablo 5.3 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-3 frekans ölçümleri

STİMÜLATÖR-3								
Frekans (Hz)	**5,5**	**20**	**20**	**30**	**150**	**150**	**210**	**500**
Deney-1	3,56	17,04	17,54	23,79	138,9	133,5	176,1	463,4
Deney-2	3,49	17,04	17,16	23,79	138,9	133,5	176,1	463,4
Deney-3	3,65	17,04	17,16	23,56	138,9	133,5	173	463,1
Deney-4	3,55	17,04	17,18	23,5	138,9	133,5	174,6	463
Deney-5	3,52	17,04	17,21	23,57	138,9	133,5	174,9	463,1
Ortalama Frekans	3,56	17,04	17,25	23,64	138,9	133,5	174,9	463,1
Hata (%)	35,2	14,8	13,7	21,2	7,4	11	16,7	7,4

Tablo 5.4 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-4 frekans ölçümleri

STİMÜLATÖR-4								
Frekans (Hz)	**1**	**2,5**	**5**	**10**	**20**	**40**	**80**	**160**
Deney-1	1,31	3,314	6,678	13,47	27,03	54,33	108,8	218,9
Deney-2	1,425	3,552	7,083	14,11	28,08	55,86	110,9	221,3
Deney-3	1,429	3,58	7,186	14,43	28,94	58,04	116,4	234,5
Deney-4	1,471	3,692	7,402	14,84	29,74	59,71	119,7	239,8
Deney-5	1,504	3,776	7,571	15,19	30,45	60,17	123,1	244,5
Ortalama Frekans	1,428	3,583	7,184	14,41	28,85	57,62	115,8	231,8
Hata (%)	42,8	43,3	43,7	44	44,2	44	44,6	44,9

Tablo 5.5 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-5 frekans ölçümleri

STİMÜLATÖR-5				
Frekans (Hz)	**5**	**10**	**80**	**160**
Deney-1	6,703	14,08	118,5	206
Deney-2	6,682	14,05	119,2	206,6
Deney-3	6,614	13,92	118,1	203,5
Deney-4	6,656	13,92	118,1	203,5
Deney-5	6,34	13,88	117,8	203,6
Ortalama Frekans	6,599	13,97	118,4	204,7
Hata (%)	32	39,7	48	27,9

Tablo 5.6 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör-6 frekans ölçümleri

STİMÜLATÖR-6				
Frekans (Hz)	**2**	**5**	**10**	**20**
Deney-1	2,05	5,05	10,18	19,47
Deney-2	2,226	4,92	10,15	20,47
Deney-3	2,03	5,01	10,18	20,17
Deney-4	2,131	5,27	10,09	19,95
Deney-5	2,524	4,5	9,73	20,2
Ortalama Frekans	2,192	4,95	10,07	20,05
Hata (%)	9,6	1	0,65	0,25

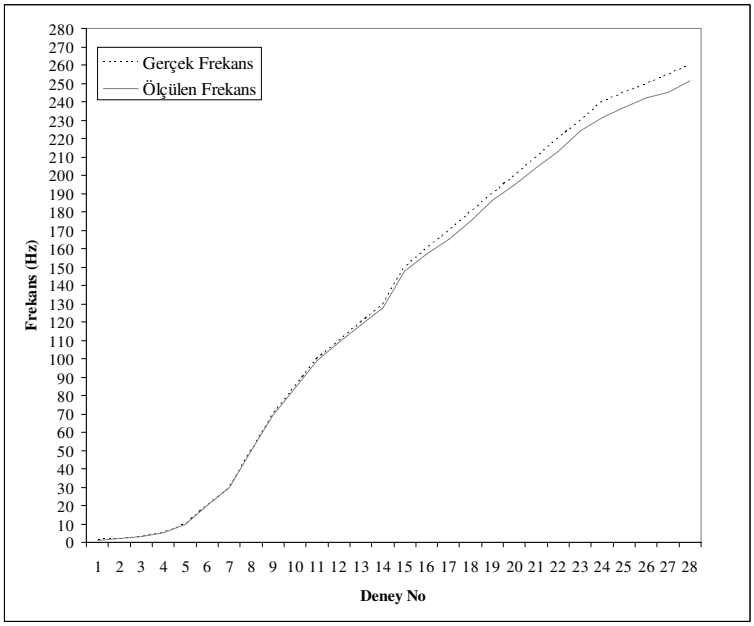
Bu araştırma sonucunda elde edilen bulgular son derece şaşırtıcı olup cihazları imal eden imalatçı firmaların ürettikleri cihazlarda iddia ettiği özelliklerin bulunmadığı tespit edilmiştir. Buna göre söz konusu ticari Stimülatör cihazlarında, frekans değerlerinin gerçek değerden %0,1 den %50,1'e kadar saptığı gözlemlenmiştir. Bu Stimülatörlere ve gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatörüne ilişkin karşılaştırmalı çizelge Şekil 5.13'te verilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen ölçümler ile çalışmamız kapsamında gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör çıkış sinyallerinin frekanslarını karşılaştırmak için Şekil 5.10'da verilen bağlantı şekli uygulanmıştır. Yani çıkışa 5 kΩ değerinde bir potansiyometre bağlanmıştır. Ayrıca NIST kriterlerini haiz yine FLUKE 189 TRUE RMS marka ve model multimetre devreye bağlanarak 28 rasgele seçilmiş frekans değeri için sırasıyla 500 mV, 1 mV, 2 mV, 3 mV ve 4 mV gerilim değerlerinde frekanslar ölçülmüştür. Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda Tablo 5.7'de verilen frekans değerlerine ulaşılmıştır. Ölçümlerde her ne kadar aynı frekansmetre kullanılmasa da sonuçlar gerçeğe yakın olacaktır. Zira ölçüm cihazı güvenlik ve doğruluğu ispatlanmış bir materyal olarak piyasada yaygın kullanıma sahiptir ve aynı firma tarafından üretilmiştir. Ayrıca Ekler kısmında verilen ölçü aletine ait test data yani kalibrasyon değerlerinden de anlaşılacağı üzere belirsizlik değerleri (uncertainty) bu frekansmetrenin etalon cihaz olarak kullanılmasına çok müsaittir.

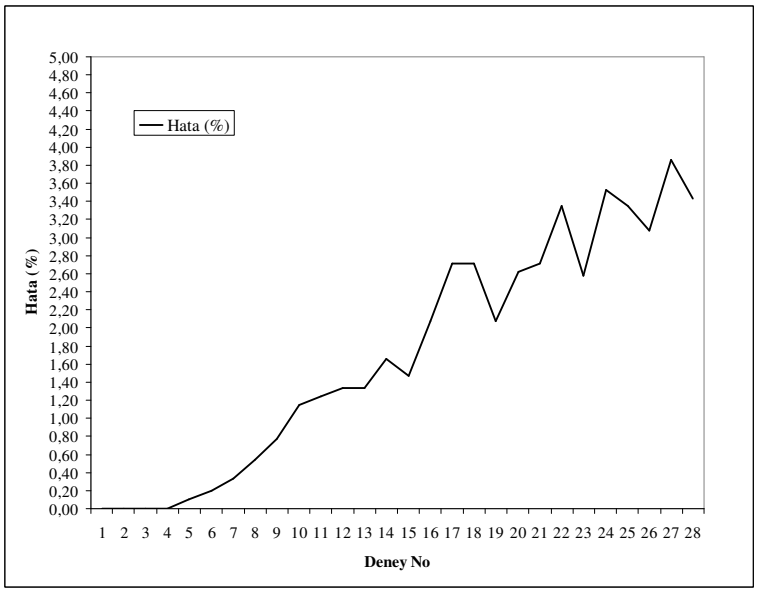
Tablo 5.7. Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatörüne ait frekans ölçümleri

Frekans (Hz)	Voltaj (V)					Ortalama Frekans (Hz)	Hata (%)
	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000		
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00
3	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00
5	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
10	9,99	9,99	9,99	9,99	9,99	9,99	0,10
20	19,96	19,96	19,96	19,96	19,96	19,96	0,20
30	29,90	29,90	29,90	29,90	29,90	29,90	0,33
50	49,73	49,73	49,73	49,73	49,73	49,73	0,54
70	69,46	69,46	69,46	69,46	69,46	69,46	0,77
85	84,02	84,02	84,02	84,02	84,02	84,02	1,15
100	98,76	98,76	98,76	98,76	98,76	98,76	1,24
110	108,53	108,53	108,53	108,53	108,53	108,53	1,34
120	118,40	118,40	118,40	118,40	118,40	118,40	1,33
130	127,84	127,84	127,84	127,84	127,84	127,84	1,66
150	147,80	147,80	147,80	147,80	147,80	147,80	1,47
160	156,67	156,67	156,67	156,67	156,67	156,67	2,08
170	165,38	165,38	165,38	165,38	165,38	165,38	2,72
180	175,11	175,11	175,11	175,11	175,11	175,11	2,72
190	186,05	186,05	186,05	186,05	186,05	186,05	2,08
200	194,75	194,75	194,75	194,75	194,75	194,75	2,63
210	204,30	204,30	204,30	204,30	204,30	204,30	2,71
220	212,63	212,63	212,63	212,63	212,63	212,63	3,35
230	224,06	224,06	224,06	224,06	224,06	224,06	2,58
240	231,53	231,53	231,53	231,53	231,53	231,53	3,53
245	236,79	236,79	236,79	236,79	236,79	236,79	3,35
250	242,30	242,30	242,30	242,30	242,30	242,30	3,08
255	245,15	245,15	245,15	245,15	245,15	245,15	3,86
260	251,07	251,07	251,07	251,07	251,07	251,07	3,43

Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör cihazına ilişkin 28 rasgele seçilmiş frekans ölçümlerinden elde edilen sonuçlara bağlı olarak frekans sapma değerleri ve hata yüzdesi ise Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de görüldüğü gibi gerçekleşmiştir. Söz konusu tüm ölçümler sinüs, kare, üçgen ve testeredişi dalga şekillerinin her biri için 0.5 V, 1 V, 2 V, 3 V ve 4 V gerilim değerlerinde ve 5 kΩ dirence irtibatlı olarak ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Tüm ölçümlerde de aynı sonuçlar elde edilmiştir.

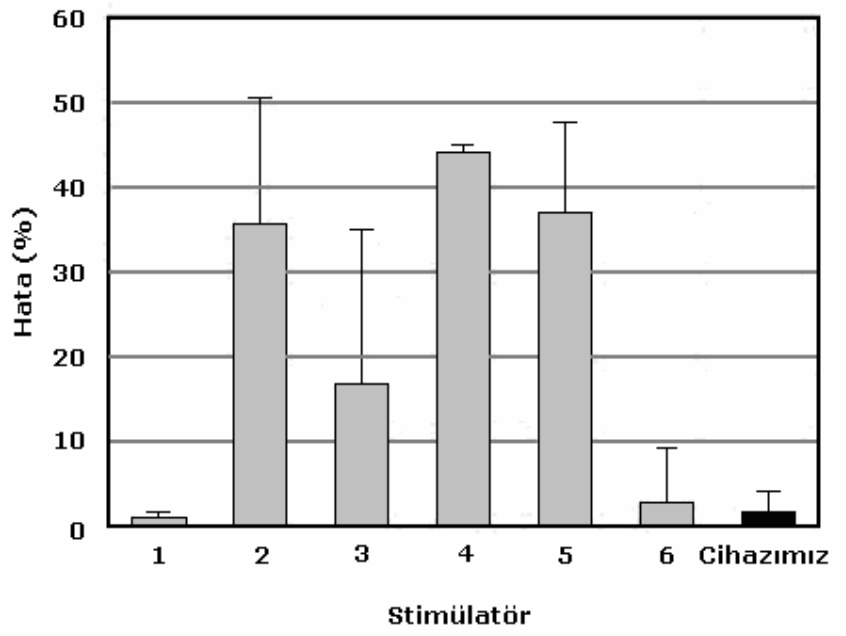


Şekil 5.11 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör frekansının değişimi



Şekil 5.12 Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör frekanslarının hatası

Elde edilen sonuçlardan anlaşılacağı üzere gerçek değerlerden sapma, takriben 80 Hz'den sonra % 1 mertebesindedir. Yine maksimum hata ile ilgili olarak da 250 Hz 'den sonra ve takriben % 4 mertebelerinde olduğu yorumunu yapmak mümkündür. Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör cihazının çıkış frekans değerleri ile ticari Stimülatörlerin frekans değerlerinin yüzde hatası Şekil 5.13'de karşılaştırılmıştır. Buna göre gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör cihazına ait çıkış frekans değerlerinin, Stimülatör-1'den sonra 2. sırada doğruluğa sahip olduğu söylenebilir. Ancak Şekil 5.9. a'daki Stimülatör-1'e ait çıkış dalga şekli ile 4. bölümde verilen gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör'e ait dalga şekileri mukayese edildiğinde ise en iyi ve en kararlı sonuçların cihazımıza ait olduğunu söylemek doğru bir yaklaşım olacaktır.



Şekil 5.13 Ticari Elektroakupunktur Stimülatör frekans hata yüzdeleri

Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatörünün hem yüksüz hem de yük altında yapılan ölçümlerinde elde edilen frekans değerleri, gerilim değerleri ve dalga şekilleri birbirinin aynı olmaktadır. Ancak çıkışın kısa devre edilmesi veya kısa devreye yakın değerdeki (takriben 85 Ω) direnç ile irtibatlanması durumunda, yükselteç katının akım sınırlama özelliği gereği sinyal karakteristiği bozulmaktadır. Bu bakımdan cihaz oldukça kararlı çalışma rejmine sahiptir denilebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatör cihazı, 1-260 Hz, 0-4000 mV aralığındaki frekans ve gerilim değerlerinde sinüs, kare, üçgen, testeredişi sinyallerinden herhangi birisini 100 dakika boyunca sürekli olarak verebilme özelliğine sahiptir. Bu ayarlardan frekans değerinin ygulama esnasında anlık olarak değiştirilmesi imkanı bulunmaktadır. Aynı şekilde sinyal seçme işlemi de anlık olarak yapılabilmektedir. Yine uygulama esnasında gerilim değerinin değiştirilmesi ve sürenin yeni bir ayara getirilmesi de mümkündür. Ancak uygulama esnasında insan vücudunda ani refleks ve kasılmalara sebebiyet verilmemesi için değiştirilebilen bu parametrelerin çıkışa ani olarak yansıması engellenmiştir. Yani bu ayarlardaki değişiklik, ya sürenin bitiminde verilecek bir start işleminde ya da stop edilerek yeniden start verilmesi durumunda çıkışa aktarılabilmektedir.

Gerçekleştirilen proje, medikal anlamda oldukça modüler, kullanımı rahat ve kolay, son derece de güvenli olup çağdaş teknolojinin bütün imkanlarından faydalanılarak hazırlanmıştır. Operatöre arzu ettiği dalga formunu istediği frekans ve gerilimde ve istediği sürede uygulayabilme fırsatı tanımaktadır. Bu frekans ve gerilim değerleriyle işlem süresi 4x25 karakter LCD panel üzerinden sürekli okunmaktadır. İstenilen ayarlar LCD panelin altında yer alan kontrol tuşları (menü) vasıtasıyla yapılmakta ve yine cihaz üzerinde yer alan LED göstergelerden de seçilen dalga şekli kolaylıkla anlaşılabilmektedir. Akupunktur ile ilgili gerçekleştirilen her uygulamanın bitiminde de hem LCD ekrandan hem de cihaza yerleştirilen sesli ikaz sisteminden tedavi işleminin son bulduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır.

Piyasada bu amaç için yaygın olarak kullanılan Elektroakupunktur cihazlarının çoğu mikrodenetleyici tabanlı imal edilmemiştir. Genellikle LM555, HM8030, MAX038, ICL8038, DS335, XR2206 vb. gibi timer trigger ve fonksiyon generatörü entegreleri kullanılarak, sadece entegrenin izin verdiği aralıktaki frekans ve gerilim değerleriyle sınırlı kalmak suteriyle ve potansiyometreler vasıtasıyla istenilen sinyaller elde edilebilmektedir. Bu tip Stimülatörlerin ürettiği sinyaller ise kararsız olup pek çok harmonik, flicker, riple vb. gibi istenmeyen elektriksel bileşenleri ihtiva etmektedir. Bu itibarla proje kapsamında gerçekleştirilen Elektroakupunktur Stimülatörü hem mikrodenetleyici tabanlı olması hem de kararlı sinyaller verebilmesi nedeniyle önemli avantajlar sunmaktadır.

Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesi işlemi yüksek çözünürlüğe sahip devrelerle laboratuvar şartlarında en küçük belirsizlikte kalibrasyona tabi tutularak yapılmıştır. Bu nedenle tasarlanan cihaz ile hassas ve doğru bir ölçüm gerçekleştirilmektedir.

Cihaz sahip olduğu özelliklerin geliştirilmesine açık fonksiyonellikte yazılım ve donanıma sahiptir. Gerekirse laboratuvar çalışmaları için kullanılacak bir fonksiyon jeneratörü görevini de uygun değişikliklerle gerçekleştirebilecektir. İmalat aşamasında taşınma kolaylığı açısından cihazın konstrüksiyonunun minimize edilmesine imkan vardır. Cihazın kullanımının operatörlerce öğrenilmesi son derece kolaydır.

Bir Elektroakupunktur Stimülatör cihazı basit bir sinyal jeneratörü değildir. Cihazın çıkışındaki parametreler nörofizyolojik ilkelere uygun değilse, verimsiz ve zararlı olabilir. Bu nedenle, temel tıbbi bilgiden yoksun, nörostimülasyon literatüründen habersiz bir elektronik uzmanının sadece klinisyenlerle konuşarak bu tip cihazların dizaynını ve üretimini üstlenmesi son derece tehlikelidir. Sistem arızalarının giderilmesi hususunda mutlaka teknik kişilere müracaat edilmesi ve sorunun bu teknik kişiler vasıtasıyla çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Çünkü bu cihaz, insan sağlığını yakından ilgilendiren bir işlevi yerine getirmektedir ve bilinçsizce yapılacak bir müdahale sonrasında riskli durumlar ortaya çıkabilir.

Bu cihazların alınıp satılması ve kullanımı, uzman hekimin tavsiyesi ve kontrolu altında olmalıdır. Özellikle omurilik stimülasyonu için test operasyonu, bu işi bilen bir nöroşirürji, nöroloji, fizik tedavi veya anestezi uzmanı tarafından yapılabilir. İmplantasyon operasyonu ise kesinlikle bu konuda eğitilmiş bir nöroşirürji uzmanınca üstlenilmelidir.

Elektroakupunktur amaçlı tasarıma sahip cihaz, küçük değişikliklerle fizik tedavi ve rehabilitasyon, nöroloji ve nörofizyoloji çalışmalarında da kullanılabilecek şekilde modifiye edilebilecek özelliktedir. Bu farklılıklarıyla piyasada kullanılan medikal cihazlar içerisinde tercih edilebilecek en modüler tasarıma sahiptir.

7. KAYNAKLAR

Akman, V., 1979, Transcutaneous Electrical External Nerve Stimulatior, Thesis of Master of Science in Electrical Engineering, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Anderson, A., Wegener, C., Wong, Y. N., Worzella, S., 2005, Electrosurgery Unit Tester , University of Wisconsin- Medison College of Engineering.

Andersson, S. A., Holmgren, E., 1975, On Acupuncture Analgesia and The Mechanism of Pain, Am J. Chin Med., pp. 311-334.

Aytaç, C., Kuntalp M., 1993, 8 Bit Mikrobilgisayar Tasarımı ve Programlanması, Beta Yayınları, İstanbul, pp. 282-296.

Bossut, D. F., Huang, Z. S., Sun, S.L., Mayer, D. J., 1991, Electroacupuncture in Rats: Evidence for Naloxone and Naltrexone Potention of Analgesia, Brain Res., No. 549, pp. 36-46.

Buran, R., 2002, Fizik Tedavi Yöntemleri ve Mikrodenetleyicili TENS Tasarımı, Fen Bilimler Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Butıkofer, R., Lawrance, P. D., 1979, Electrocutaneous Nevre Stimulation-2:Stimulus Waveform Selsction, IEEE Transactions Biomedical Engineering, Vol. 26, No. 2, pp. 69-75.

Cabıoğlu, M. T., 2002, Obezlerde Akupunktur Stimülasyonu ile Ortaya Çıkan Ağırlık Kaybı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Cabıoğlu, T., 1997, Temel Akupunktur, Akupunktur Tarihçesi, Akupunktur Noktalarının Özellikleri, pp. 3-7.

Cheever, E. A.,Thompson, D. R., Cmolık, B. L., Santamore, W. P., George, D. T., 1998, A Versatile Microprocessor-Based Multichannel Stimulator for Skeletal Muscle Cardiac Assist, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 45, No. 1.

Chen, B., Yee, T., Kıser, M. A., Fu, B., 2005, Multidimensional Optimization Process for Enhancing Electroacupuncture Efficiency, Medical Acupuncture, Vol. 16, No. 2, pp. 12-19.

Clements, M., Vıchıenchom, K., Liu, W., Mcgucken, E., Demarco, C., Hughes, C., Mueller, J., 1999, An Implantable Neuro-Stimulator Device for a Retinal Prosthesis, Department of Electrical and Computer Engineering, North Carolina State University, IEEE International Solid-State Circuits Conference.

Çevik, C., 2001, Medikal Akupunktur, Ankara, pp. 238-252.

Darras, J. C., De Vernejoul, P., Albarhde, P., 1992, A Study on the Migration of Radioactive Tracers after Injection at Acupoints, American Journal of Acupuncture, Vol. 20, No. 3, 1992.

Darras, J., 1989, Isotopic and Cytologic Assays in Acupuncture. In: Energy Fields in Medicine. Kalamazoo, Michigan, John E. Fetzer Foundation, pp. 44-65.

Daryanızadeh, G. H., Fibromiyalji Sendromunun Tedavisinde Elektroakupunktur ve Ultrason Tedavilerinin Etkinlikleri, İstanbul Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı , Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

De Lıma, J. A., Cordeıro, A. S., Cordeiro, 2002, A Low-Cost Neurostimulator with Accurate Pulsed-Current Control, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 49, No. 5, p.497.

De Vernejoul, P., Albarhde, P., Darras, J. C., 1985, Study of acupuncture meridians using radioactive tracers, Bull Acad Natl Medical, Vol. 169, No. 7, pp. 1071-1075.

Demirdağ, F., 2001, Kronik Lomber Disk Hernili Hastaların Tedavisinde TENS ile Elektroakupunktur Tedavisinin Karşılaştırılması, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van

Edıss, C., Bıggs, D. F.,1988, An Inexpensive Bipolar Stimulator, Journal of Pharmacological Methods, Vol. 19, No. 4, pp. 313-318.

Erengül, A., 1990, Akupunktur Skriptumu, İstanbul, p. 6.

Ericsson, A. D., Pittaway, K., Lai, R., 2003, ElectroDermal Analysis: A Scientific Correlation with Pathophysiology, Vol. 12, No. 3.

Fox, E. J., Melzack, R., 1976, Transcutaneous Electrical Stimulation and Acupuncture: Comparison of Treatment for Low Back Pain, Pain, Vol. 2, No. 2, pp. 141-148.

Gardner, N., 1997, PIC Programming Hand Book, Bileşim Yayınları, İstanbul, pp. 7-127

Hall, D.V., 1994, Mikroişlemciler ve Sayısal Sistemler ETAM AŞ., Eskişehir, pp. 311-586.

Han, Z., Jıang, Y., Wan, Y., Wang, Y., Chang, J., Han, J., 1999, Endomorphin-1 Mediates 2 Hz but not 100 Hz Electroacupuncture Analgesia in The Rat, Neuroscience Letters 274, pp. 75-78.

Hart, D. J., Taylor, P. N., Chappel, P. H., Wood, D. E., 2006, A Microcontroller System for Investigating the Catch Effect: functional Electrical Stimulation of the Common Peroneal Nevre, Medical Engineering & Physics, Vol. 28, pp. 438-448.

Karaman, M. İ., 1991, Enurezis Nokturna Tedavisinde Elektroakupunkturun Yeri, İstanbul Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Karamehmetoğlu, Ş.S., 2001, Akupunktur Dergisi, Cilt.11, No. 42.

Koçer, S., 1998, Mikrodenetleyici Kontrollü Genel Amaçlı Bir Stimülatör Cihazı Tasarımı ve Uygulaması, Fen Bilimler Enstitüsü Elektronik Bilgisayar Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Koçer, S., Canal, M. R., Güler, İ., 2000, Design of Low-Cost General Purpose Microcontroller Based Neuromuscular Stimulator, Journal of Medical Systems, Vol.24, No.2.

Kottke, F. J., Lehmann, J. F., 1990, Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation, 4 th Edition, WB Sunders Company, New York, pp. 402-432.

Ku, Y. H., Chang, Y. Z., 2001, ß-Endorphin and GABA-Mediated Depressor Effect of Specific Electroacupuncture Surpasses Pressor Response of Emotional Circuit, Peptides, No. 22 , pp. 1465-1470.

Lampe, G. N., Mannheimer, J. S.,1984, Stimulation Characteristics of TENS, In: Clinical TENS, Davis Company, Philadelphia, pp. 199-218.

Lehman, T.R., et al, 1986, Efficacy of Electro-acupuncture and TENS in the Rehabilitation of Chronic Low Back Pain Patients, Pain, Vol. 26, pp. 277-290.

Lı, S. J., Tang, J.,Han, S. J., 1982, The Impliction of Central Serotonin in Electroacupuncture Tolerance in The Rat, Scientia Sinica, No. 25, pp. 620-626.

Mayer, D.J., Prıce, D.D., Raffıı, A., 1977, Antagonism of acupuncture analgesia in man by the narcotic antagonist naloxone, Brain Res. Vol. 121, pp. 368-372.

Meadows, P. M., Mcneal, D. R.,1989, A Four-channel IBM/PC/AT Compatible Biphasic Pulse Generator for Nevre Stimulation, IEEE Transac. On Biomed. Eng. Vol. 36, No. 7, pp. 292-312.

Merrimann, H.L., Hegyı, C.A., Allbrıght-Overtoe, C.R., Carlos, J., Putnam, R. W., Mulcare, J. A., 2004, A Comparison of Four Electrical Stimulation Types on Staphylococcus Aureus Growth in Vitro, Journal of Rehabilititation Research & Development, Vol. 41, No. 2, pp. 139-146.

Mıcrochıp, 1997, Technical Library First Edition CD ROM.

Naillioğlu, M., 2003, Klinik Amaçlı Deri Üzerinden Elektrikli Kas Sinir Uyarıcı Tasarım ve Uygulaması, Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Najafi, K., Ghovanloo, M., 2004, A Multichannel Monolithic Wireless Microstimulator, Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Michigan, MI, USA.

Nıemtzow, R. C., Hubacher, J., Clydesdale, D., Cho, Z.H., Oleson, T., Son, Y-D., Johnstone, P.A.S., 2002, Are Frequency Outputs of Commercial Electroacupuncture Stimulators Accurate? Medical Acupuncture, No. 14, pp. 41-4.

Özgür, A., 2001, Fibromiyalji Sendromlu Hastalarda Elektroakupunktur İle Venlafaksinin Tedavi Etkinliğinin Karşılaştırılması, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Repperger, D. W., Ho, C. C.,Aukuthota, P., Phillipss, C. A., Johnson, D. C., ColınS, S. R., 1997, Microprocessor Based Spatial TENS Designed with Waveform Optimality for Clinical Evaluation in a Pain Study, Comput. Biol. Med., Vol. 27, No. 6, pp. 493-505.

Savaş, F., 1997, Diz Osteoartritinde Elektroakupunktur ve Fizik Tedavinin Analjezik Etkinliklerinin Karşılaştırılması, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Simcox, S., Davis, G., Barrıskıll, A., Middleton, J., Bruınsma, I., Duncan, M., Smith, R., 2004, A Portable 8 Channel Transcutaneous Stimulator for Paraplegic Muscle Training and Mobility- A Technical Note, Journal of Rehabilititation Researching & Development, Vol. 41, No. 1, pp. 41-52.

Şayan, M., 2000, Design and Implementation of Microprocessor-controlled Single Channel Functional Electrical Stimulator, Thesis of Master of Science in Biomedical Engineering, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Şimşek, N., 2003, Elektroterapi Ders Notları, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara.

Tutar, N., 1993, Nörolojik Defisiti Olmayan Kronik Bel Ağrılarında Elektroakupunkturun Etkinliği, İstanbul Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Ulett, G. A., Han, J. S., 1998, Electroacupuncture; Mechanism and Clinical Application, Biol. Psychiat, 44, pp. 129-138.

Yakut, E., 1998, Farklı Nöromusküler Elektrik Stimülasyon Akım Çeşitlerinin Kas Kuvvetlendirilmesindeki Etkileri, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Yazgan, E., Korürek, M., 1996,Tıp Elektroniği, İTÜ, İstanbul.

Yerebakan, O. T., 1992, Diz Osteoartritinde Elektroakupunkturun Etkinliği, İstanbul Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

W., All, Y. H., 2001, The Effect of Genotype on Sensitivity to Electroacupuncture Analgesia, Pain, 91, pp. 56-13.

http://www.analogdevices.com (AD7549)

http://www.national.com (DAC0800)

http://www.fairchildsemi.com (74LS373-LM741)

http://www.hitachi.com (HD44780 LCD)

http://www.microchip.com (PIC 16F877)

http://www.maxim-ic.com

http://www.navicpmart.com

http://www.antrak.org.tr

http://www.gibsontech.net

http://www.blogcu.com/drbars/268660/

http://www.sinoturkish.com/govde_tr/akupunktur.asp **-** (Uslu Ş.)

http://www.akupunkturonline.com

http://www.hekimonline.com

http://www.pekinakupunktur.com

http://www.formdakal.com/FormdaYasam/akupunktur.asp

http://www.topoglu.com/default.asp?akupunktur

http://www.gunestanakdogan.com/tanrisal_benlik.html

http://opioids.com/acupuncture/electroacupuncture/index.html

http://www.elsevier.com/locate/neulet

EKLER

Ek 1.Gerçekleştirilen sisteme ait açık devre şemaları.

Ek 2.Gerçekleştirilen sisteme ait baskı devre şemaları.

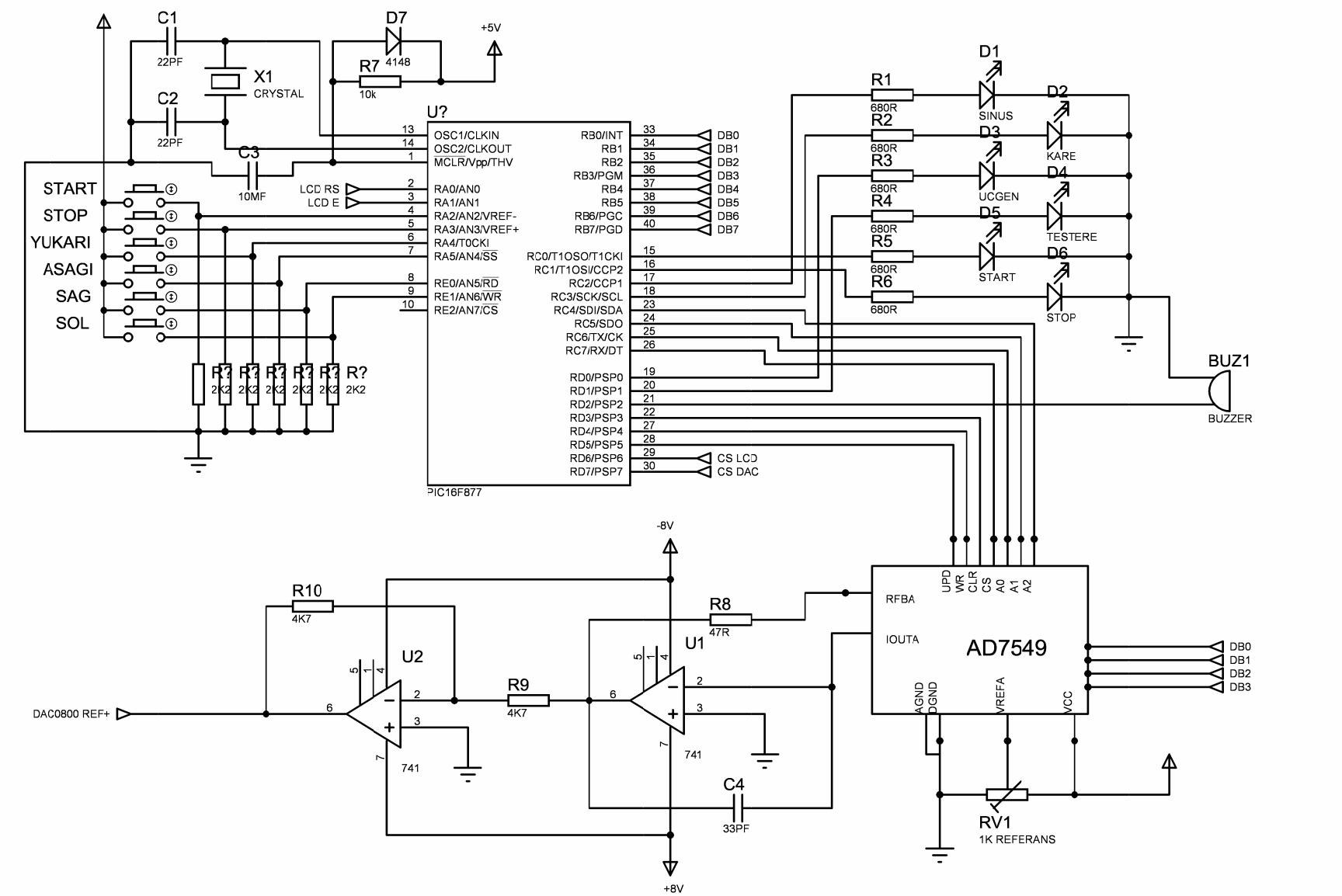
Ek 3.Gerçekleştirilen sisteme ait program algoritması.

Ek 4.Gerçekleştirilen sisteme ait assembly programı.

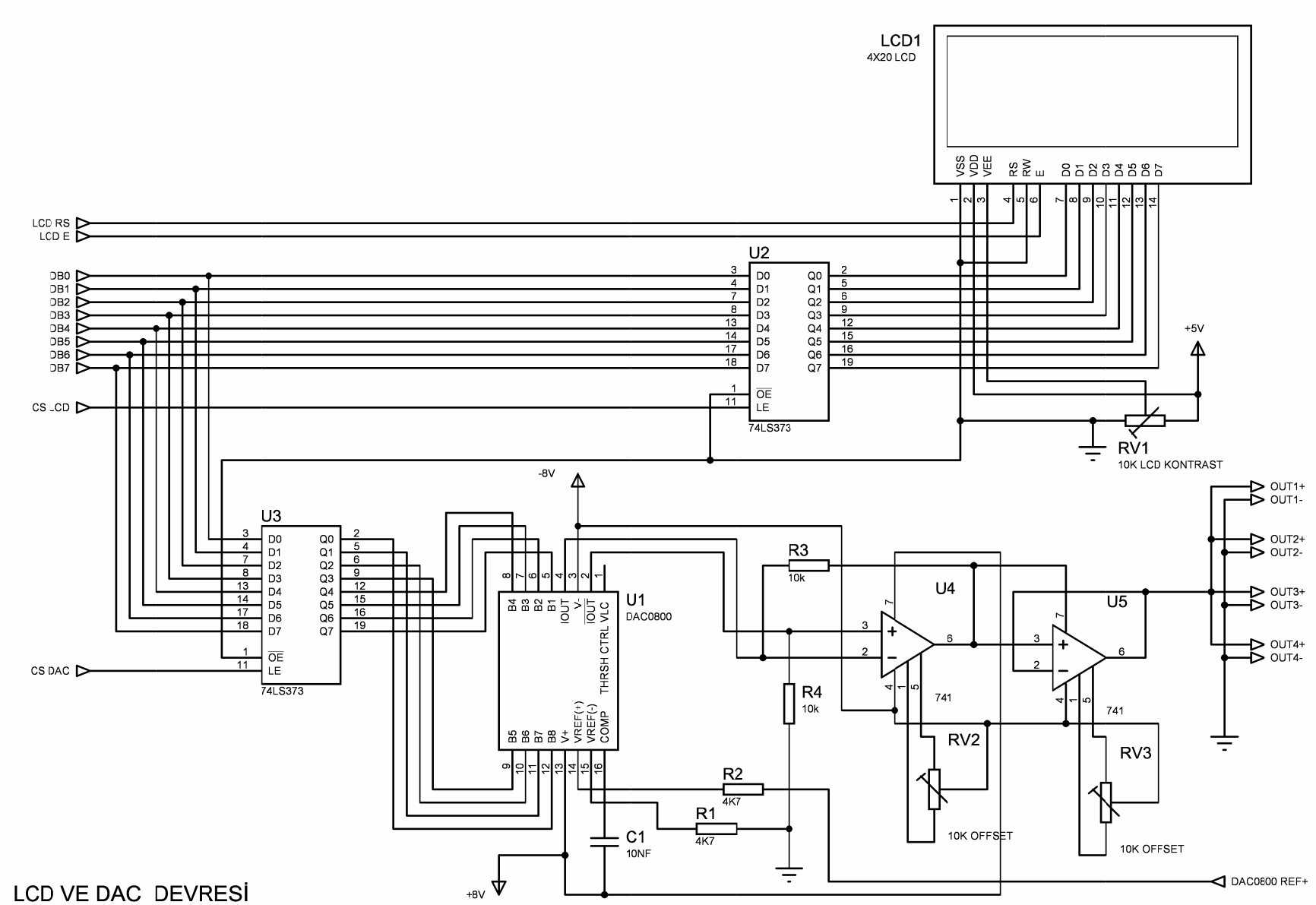
Ek 5.Gerçekleştirilen sisteme ait programsal tablo bilgileri.

Ek 6.Gerçekleştirilen sistemin ölçümünde kullanılan frekansmetre bilgileri.

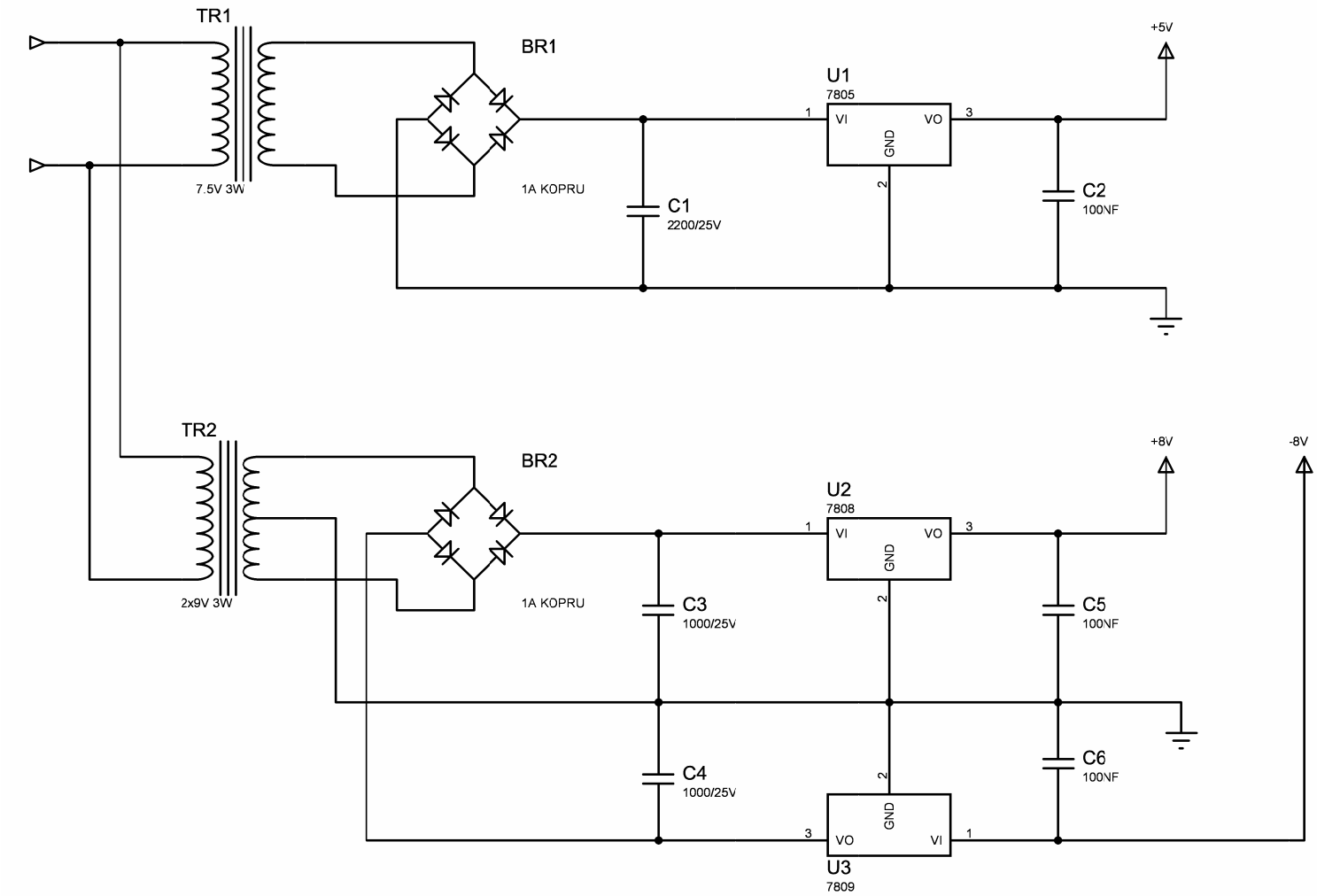
Ek 7.Gerçekleştirilen sistemden görünümler.



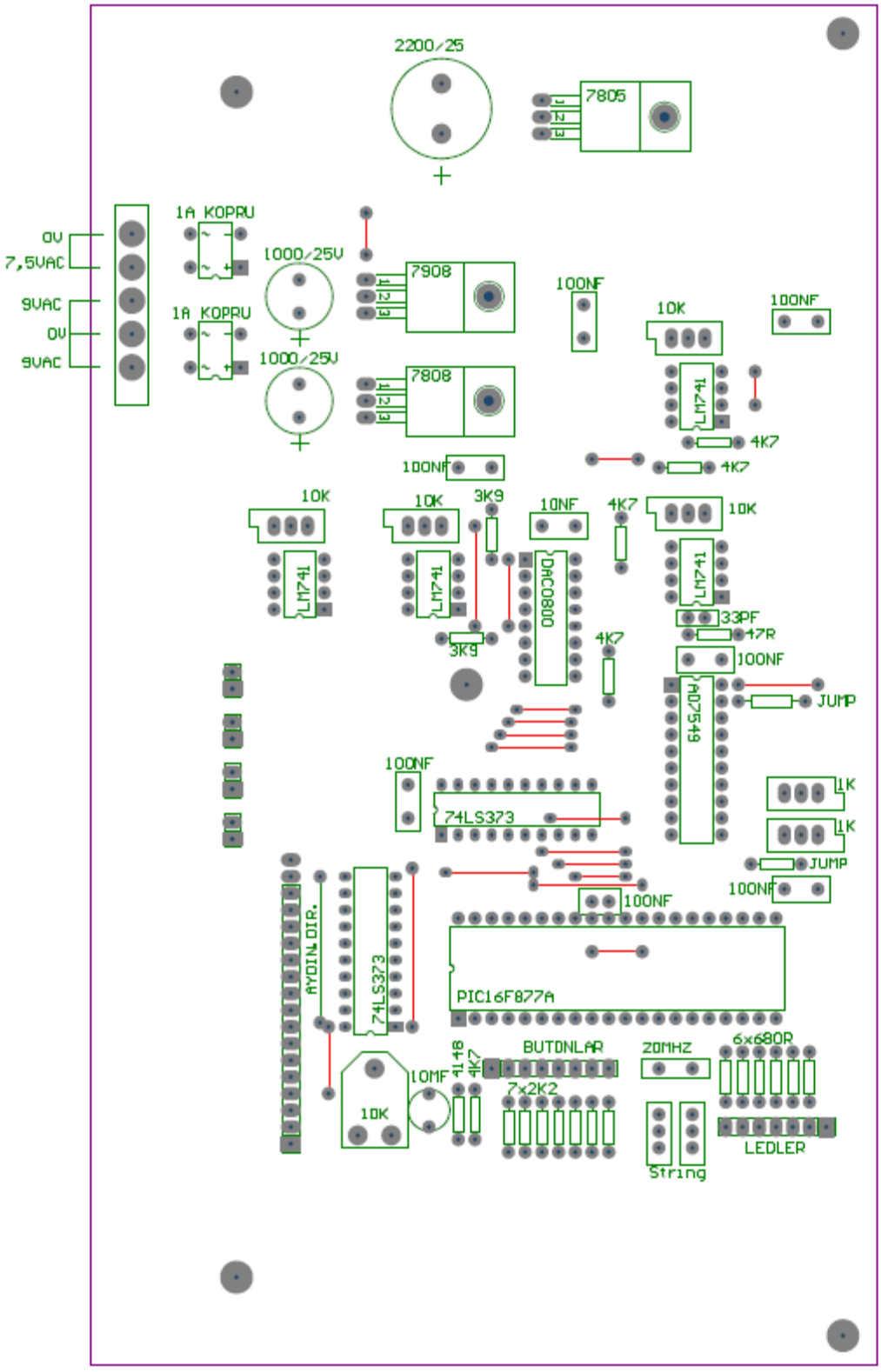
MIKROKONTROLÖR VE REFERANS DEVRESİ

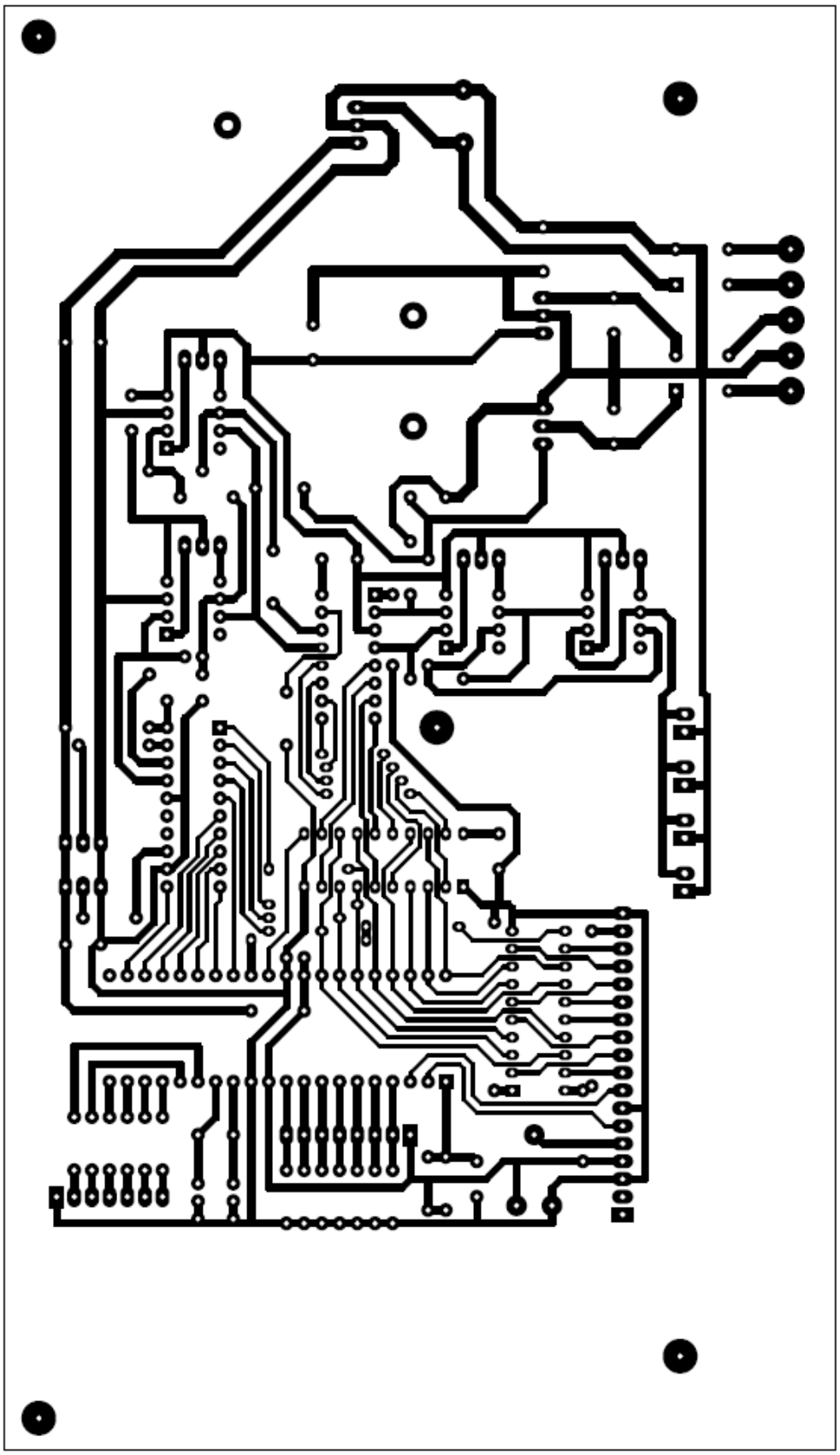


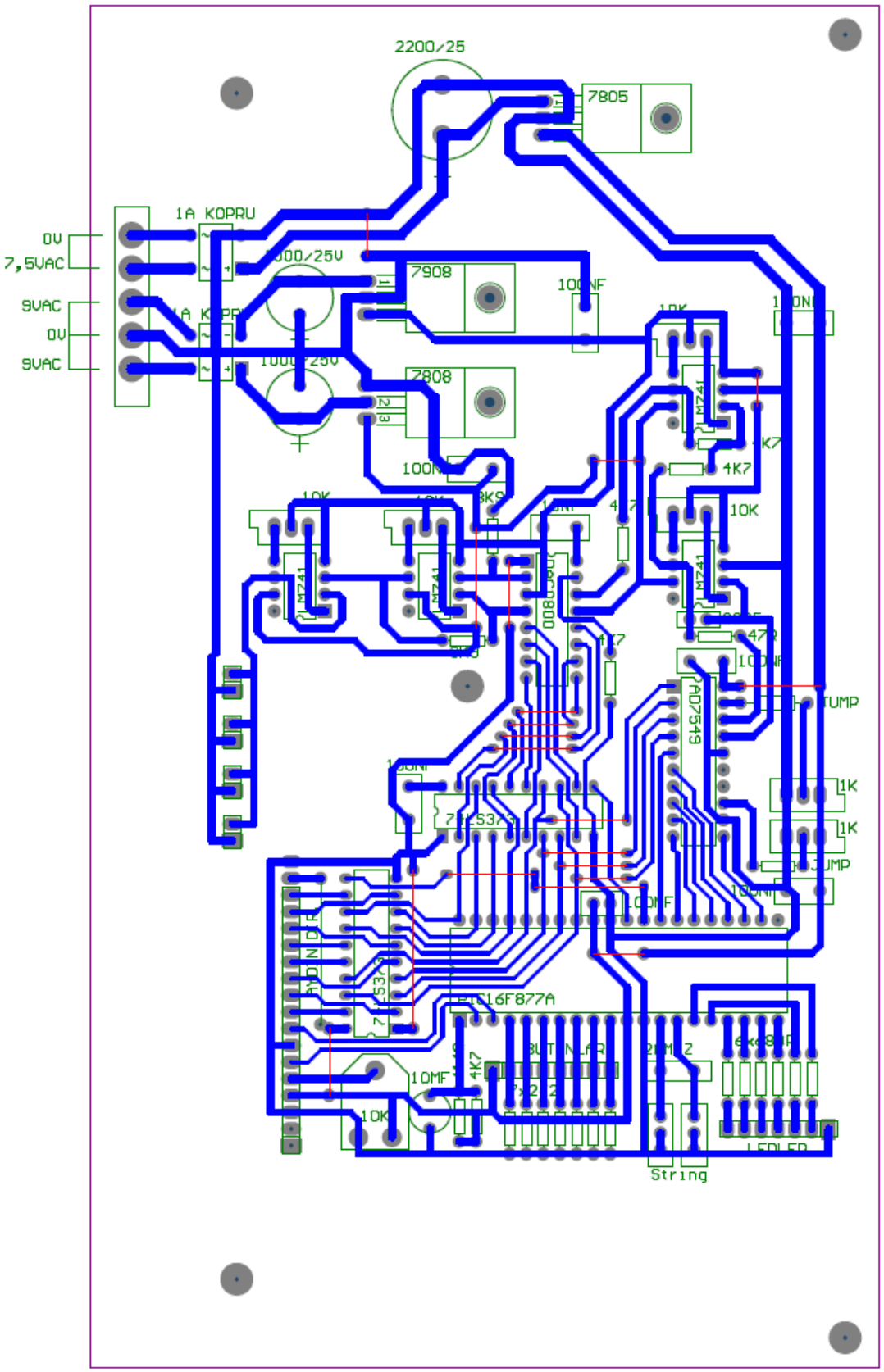
LCD VE DAC DEVRESİ

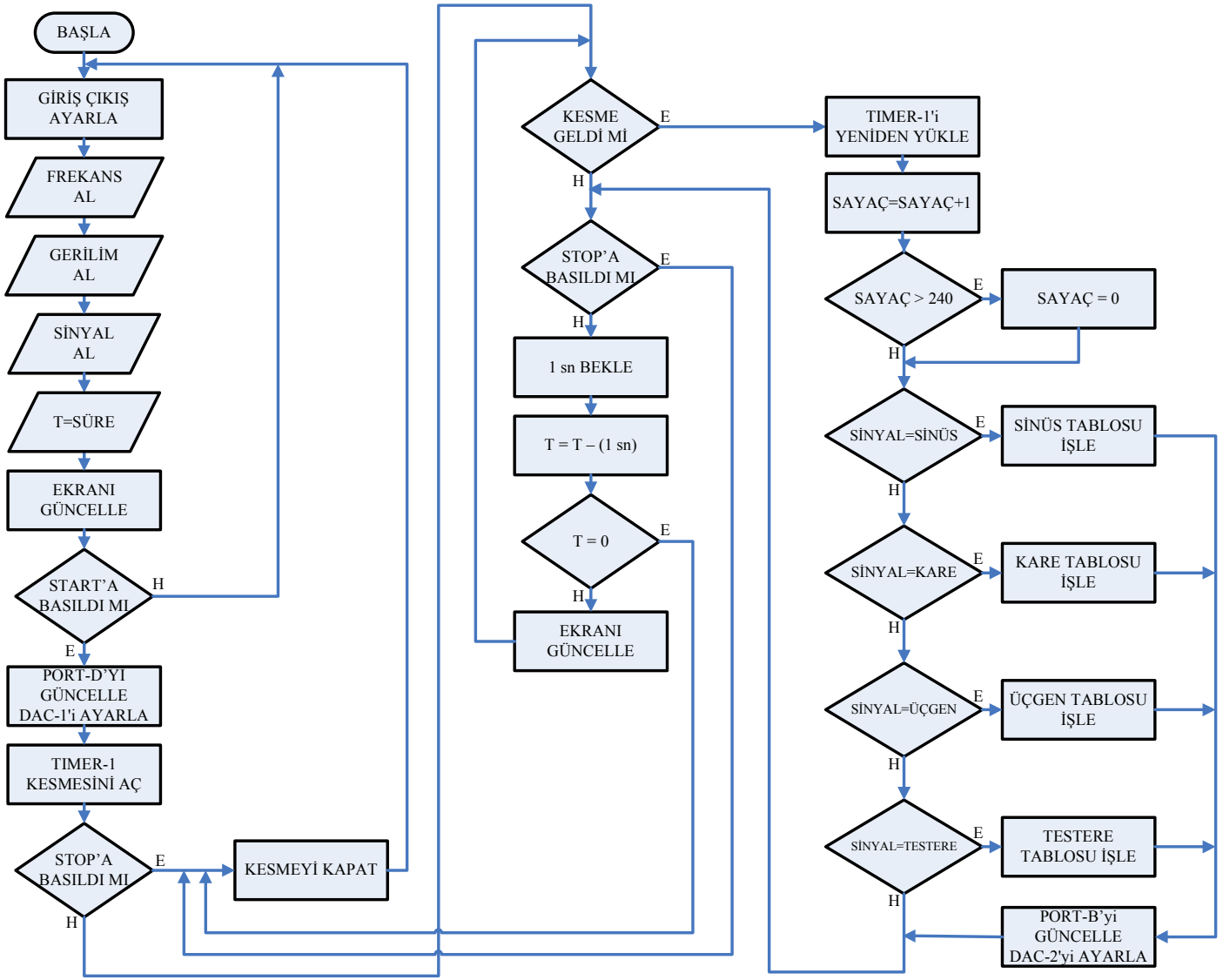


BESLEME DEVRESİ


2200/25
7805
0V
7,5VAC
9VAC
0V
9VAC
1A KOPRU
1A KOPRU
1000/25V
1000/25V
7908
7808
100NF
10K
100NF
4K7
4K7
100NF
10K
10K
3K9
100NF
4K7
10K
LM741
LM741
DAC0800
LM741
3K9
4K7
33PF
47R
100NF
AD7549
JUMP
100NF
74LS373
1K
1K
JUMP
100NF
100NF
AYDIN.DIR.
74LS373
PIC16F877A
10K
10MF
4148
4K7
BUTONLAR
7x2K2
20MHZ
6x680R
LEDLER
String




2200/25
7805
1A KOPRU
0V
7,5VAC
9VAC
0V
9VAC
7908
100NF
7808
100N
10K
4K7
LM741
PIC16F877A
10MF
String



GERÇEKLEŞTİRİLEN SİSTEME AİT PROGRAM ALGORİTMASI

SINUS DALGA ŞEKLİNE KARŞILIK GELEN PROGRAMSAL DEĞERLER

ADIM	DER()	RAD()	SIN()	x+1	(x+1)/2	((x+1)/2)*255	TAM()
0	0	0	0	1	0,5	127,5	128
1	1,5	0,0262	0,0262	1,0262	0,5131	130,8376	131
2	3	0,0524	0,0523	1,0523	0,5262	134,1728	134
3	4,5	0,0785	0,0785	1,0785	0,5392	137,5035	138
4	6	0,1047	0,1045	1,1045	0,5523	140,8274	141
5	7,5	0,1309	0,1305	1,1305	0,5653	144,1421	144
6	9	0,1571	0,1564	1,1564	0,5782	147,4454	147
7	10,5	0,1833	0,1822	1,1822	0,5911	150,735	151
8	12	0,2094	0,2079	1,2079	0,604	154,0087	154
9	13,5	0,2356	0,2334	1,2334	0,6167	157,2643	157
10	15	0,2618	0,2588	1,2588	0,6294	160,4994	160
11	16,5	0,288	0,284	1,284	0,642	163,712	164
12	18	0,3142	0,309	1,309	0,6545	166,8997	167
13	19,5	0,3403	0,3338	1,3338	0,6669	170,0604	170
14	21	0,3665	0,3584	1,3584	0,6792	173,1919	173
15	22,5	0,3927	0,3827	1,3827	0,6913	176,2921	176
16	24	0,4189	0,4067	1,4067	0,7034	179,3589	179
17	25,5	0,4451	0,4305	1,4305	0,7153	182,3902	182
18	27	0,4712	0,454	1,454	0,727	185,3838	185
19	28,5	0,4974	0,4772	1,4772	0,7386	188,3377	188
20	30	0,5236	0,5	1,5	0,75	191,25	191
21	31,5	0,5498	0,5225	1,5225	0,7612	194,1186	194
22	33	0,576	0,5446	1,5446	0,7723	196,9415	197
23	34,5	0,6021	0,5664	1,5664	0,7832	199,7168	200
24	36	0,6283	0,5878	1,5878	0,7939	202,4426	202
25	37,5	0,6545	0,6088	1,6088	0,8044	205,1171	205
26	39	0,6807	0,6293	1,6293	0,8147	207,7383	208
27	40,5	0,7069	0,6494	1,6494	0,8247	210,3046	210
28	42	0,733	0,6691	1,6691	0,8346	212,8142	213
29	43,5	0,7592	0,6884	1,6884	0,8442	215,2652	215
30	45	0,7854	0,7071	1,7071	0,8536	217,6561	218
31	46,5	0,8116	0,7254	1,7254	0,8627	219,9852	220
32	48	0,8378	0,7431	1,7431	0,8716	222,251	222
33	49,5	0,8639	0,7604	1,7604	0,8802	224,4518	224
34	51	0,8901	0,7771	1,7771	0,8886	226,5861	227
35	52,5	0,9163	0,7934	1,7934	0,8967	228,6526	229
36	54	0,9425	0,809	1,809	0,9045	230,6497	231
37	55,5	0,9687	0,8241	1,8241	0,9121	232,5761	233
38	57	0,9948	0,8387	1,8387	0,9193	234,4305	234
39	58,5	1,021	0,8526	1,8526	0,9263	236,2116	236
40	60	1,0472	0,866	1,866	0,933	237,9182	238
41	61,5	1,0734	0,8788	1,8788	0,9394	239,5492	240
42	63	1,0996	0,891	1,891	0,9455	241,1033	241
43	64,5	1,1257	0,9026	1,9026	0,9513	242,5796	243
44	66	1,1519	0,9135	1,9135	0,9568	243,977	244
45	67,5	1,1781	0,9239	1,9239	0,9619	245,2946	245
46	69	1,2043	0,9336	1,9336	0,9668	246,5315	247
47	70,5	1,2305	0,9426	1,9426	0,9713	247,6868	248
48	72	1,2566	0,9511	1,9511	0,9755	248,7597	249
49	73,5	1,2828	0,9588	1,9588	0,9794	249,7495	250
50	75	1,309	0,9659	1,9659	0,983	250,6555	251
51	76,5	1,3352	0,9724	1,9724	0,9862	251,4772	251
52	78	1,3614	0,9781	1,9781	0,9891	252,2138	252
53	79,5	1,3875	0,9833	1,9833	0,9916	252,865	253
54	81	1,4137	0,9877	1,9877	0,9938	253,4303	253
55	82,5	1,4399	0,9914	1,9914	0,9957	253,9092	254
56	84	1,4661	0,9945	1,9945	0,9973	254,3015	254
57	85,5	1,4923	0,9969	1,9969	0,9985	254,607	255
58	87	1,5184	0,9986	1,9986	0,9993	254,8253	255
59	88,5	1,5446	0,9997	1,9997	0,9998	254,9563	255

ADIM	DER()	RAD()	SIN()	x+1	(x+1)/2	((x+1)/2)*255	TAM()
60	90	1,5708	1	2	1	255	255
61	91,5	1,597	0,9997	1,9997	0,9998	254,9563	255
62	93	1,6232	0,9986	1,9986	0,9993	254,8253	255
63	94,5	1,6493	0,9969	1,9969	0,9985	254,607	255
64	96	1,6755	0,9945	1,9945	0,9973	254,3015	254
65	97,5	1,7017	0,9914	1,9914	0,9957	253,9092	254
66	99	1,7279	0,9877	1,9877	0,9938	253,4303	253
67	100,5	1,7541	0,9833	1,9833	0,9916	252,865	253
68	102	1,7802	0,9781	1,9781	0,9891	252,2138	252
69	103,5	1,8064	0,9724	1,9724	0,9862	251,4772	251
70	105	1,8326	0,9659	1,9659	0,983	250,6555	251
71	106,5	1,8588	0,9588	1,9588	0,9794	249,7495	250
72	108	1,885	0,9511	1,9511	0,9755	248,7597	249
73	109,5	1,9111	0,9426	1,9426	0,9713	247,6868	248
74	111	1,9373	0,9336	1,9336	0,9668	246,5315	247
75	112,5	1,9635	0,9239	1,9239	0,9619	245,2946	245
76	114	1,9897	0,9135	1,9135	0,9568	243,977	244
77	115,5	2,0159	0,9026	1,9026	0,9513	242,5796	243
78	117	2,042	0,891	1,891	0,9455	241,1033	241
79	118,5	2,0682	0,8788	1,8788	0,9394	239,5492	240
80	120	2,0944	0,866	1,866	0,933	237,9182	238
81	121,5	2,1206	0,8526	1,8526	0,9263	236,2116	236
82	123	2,1468	0,8387	1,8387	0,9193	234,4305	234
83	124,5	2,1729	0,8241	1,8241	0,9121	232,5761	233
84	126	2,1991	0,809	1,809	0,9045	230,6497	231
85	127,5	2,2253	0,7934	1,7934	0,8967	228,6526	229
86	129	2,2515	0,7771	1,7771	0,8886	226,5861	227
87	130,5	2,2777	0,7604	1,7604	0,8802	224,4518	224
88	132	2,3038	0,7431	1,7431	0,8716	222,251	222
89	133,5	2,33	0,7254	1,7254	0,8627	219,9852	220
90	135	2,3562	0,7071	1,7071	0,8536	217,6561	218
91	136,5	2,3824	0,6884	1,6884	0,8442	215,2652	215
92	138	2,4086	0,6691	1,6691	0,8346	212,8142	213
93	139,5	2,4347	0,6494	1,6494	0,8247	210,3046	210
94	141	2,4609	0,6293	1,6293	0,8147	207,7383	208
95	142,5	2,4871	0,6088	1,6088	0,8044	205,1171	205
96	144	2,5133	0,5878	1,5878	0,7939	202,4426	202
97	145,5	2,5395	0,5664	1,5664	0,7832	199,7168	200
98	147	2,5656	0,5446	1,5446	0,7723	196,9415	197
99	148,5	2,5918	0,5225	1,5225	0,7612	194,1186	194
100	150	2,618	0,5	1,5	0,75	191,25	191
101	151,5	2,6442	0,4772	1,4772	0,7386	188,3377	188
102	153	2,6704	0,454	1,454	0,727	185,3838	185
103	154,5	2,6965	0,4305	1,4305	0,7153	182,3902	182
104	156	2,7227	0,4067	1,4067	0,7034	179,3589	179
105	157,5	2,7489	0,3827	1,3827	0,6913	176,2921	176
106	159	2,7751	0,3584	1,3584	0,6792	173,1919	173
107	160,5	2,8013	0,3338	1,3338	0,6669	170,0604	170
108	162	2,8274	0,309	1,309	0,6545	166,8997	167
109	163,5	2,8536	0,284	1,284	0,642	163,712	164
110	165	2,8798	0,2588	1,2588	0,6294	160,4994	160
111	166,5	2,906	0,2334	1,2334	0,6167	157,2643	157
112	168	2,9322	0,2079	1,2079	0,604	154,0087	154
113	169,5	2,9583	0,1822	1,1822	0,5911	150,735	151
114	171	2,9845	0,1564	1,1564	0,5782	147,4454	147
115	172,5	3,0107	0,1305	1,1305	0,5653	144,1421	144
116	174	3,0369	0,1045	1,1045	0,5523	140,8274	141
117	175,5	3,0631	0,0785	1,0785	0,5392	137,5035	138
118	177	3,0892	0,0523	1,0523	0,5262	134,1728	134
119	178,5	3,1154	0,0262	1,0262	0,5131	130,8376	131

ADIM	DER()	RAD()	SIN()	x+1	(x+1)/2	((x+1)/2)*255	TAM()
120	180	3,1416	0	1	0,5	127,5	128
121	181,5	3,1678	-0,0262	0,9738	0,4869	124,1624	124
122	183	3,194	-0,0523	0,9477	0,4738	120,8272	121
123	184,5	3,2201	-0,0785	0,9215	0,4608	117,4965	117
124	186	3,2463	-0,1045	0,8955	0,4477	114,1726	114
125	187,5	3,2725	-0,1305	0,8695	0,4347	110,8579	111
126	189	3,2987	-0,1564	0,8436	0,4218	107,5546	108
127	190,5	3,3249	-0,1822	0,8178	0,4089	104,265	104
128	192	3,351	-0,2079	0,7921	0,396	100,9913	101
129	193,5	3,3772	-0,2334	0,7666	0,3833	97,7357	98
130	195	3,4034	-0,2588	0,7412	0,3706	94,5006	95
131	196,5	3,4296	-0,284	0,716	0,358	91,288	91
132	198	3,4558	-0,309	0,691	0,3455	88,1003	88
133	199,5	3,4819	-0,3338	0,6662	0,3331	84,9396	85
134	201	3,5081	-0,3584	0,6416	0,3208	81,8081	82
135	202,5	3,5343	-0,3827	0,6173	0,3087	78,7079	79
136	204	3,5605	-0,4067	0,5933	0,2966	75,6411	76
137	205,5	3,5867	-0,4305	0,5695	0,2847	72,6098	73
138	207	3,6128	-0,454	0,546	0,273	69,6162	70
139	208,5	3,639	-0,4772	0,5228	0,2614	66,6623	67
140	210	3,6652	-0,5	0,5	0,25	63,75	64
141	211,5	3,6914	-0,5225	0,4775	0,2388	60,8814	61
142	213	3,7176	-0,5446	0,4554	0,2277	58,0585	58
143	214,5	3,7437	-0,5664	0,4336	0,2168	55,2832	55
144	216	3,7699	-0,5878	0,4122	0,2061	52,5574	53
145	217,5	3,7961	-0,6088	0,3912	0,1956	49,8829	50
146	219	3,8223	-0,6293	0,3707	0,1853	47,2617	47
147	220,5	3,8485	-0,6494	0,3506	0,1753	44,6954	45
148	222	3,8746	-0,6691	0,3309	0,1654	42,1858	42
149	223,5	3,9008	-0,6884	0,3116	0,1558	39,7348	40
150	225	3,927	-0,7071	0,2929	0,1464	37,3439	37
151	226,5	3,9532	-0,7254	0,2746	0,1373	35,0148	35
152	228	3,9794	-0,7431	0,2569	0,1284	32,749	33
153	229,5	4,0055	-0,7604	0,2396	0,1198	30,5482	31
154	231	4,0317	-0,7771	0,2229	0,1114	28,4139	28
155	232,5	4,0579	-0,7934	0,2066	0,1033	26,3474	26
156	234	4,0841	-0,809	0,191	0,0955	24,3503	24
157	235,5	4,1103	-0,8241	0,1759	0,0879	22,4239	22
158	237	4,1364	-0,8387	0,1613	0,0807	20,5695	21
159	238,5	4,1626	-0,8526	0,1474	0,0737	18,7884	19
160	240	4,1888	-0,866	0,134	0,067	17,0818	17
161	241,5	4,215	-0,8788	0,1212	0,0606	15,4508	15
162	243	4,2412	-0,891	0,109	0,0545	13,8967	14
163	244,5	4,2673	-0,9026	0,0974	0,0487	12,4204	12
164	246	4,2935	-0,9135	0,0865	0,0432	11,023	11
165	247,5	4,3197	-0,9239	0,0761	0,0381	9,7054	10
166	249	4,3459	-0,9336	0,0664	0,0332	8,4685	8
167	250,5	4,372	-0,9426	0,0574	0,0287	7,3132	7
168	252	4,3982	-0,9511	0,0489	0,0245	6,2403	6
169	253,5	4,4244	-0,9588	0,0412	0,0206	5,2505	5
170	255	4,4506	-0,9659	0,0341	0,017	4,3445	4
171	256,5	4,4768	-0,9724	0,0276	0,0138	3,5228	4
172	258	4,5029	-0,9781	0,0219	0,0109	2,7862	3
173	259,5	4,5291	-0,9833	0,0167	0,0084	2,135	2
174	261	4,5553	-0,9877	0,0123	0,0062	1,5697	2
175	262,5	4,5815	-0,9914	0,0086	0,0043	1,0908	1
176	264	4,6077	-0,9945	0,0055	0,0027	0,6985	1
177	265,5	4,6338	-0,9969	0,0031	0,0015	0,393	0
178	267	4,66	-0,9986	0,0014	0,0007	0,1747	0
179	268,5	4,6862	-0,9997	0,0003	0,0002	0,0437	0

ADIM	DER()	RAD()	SIN()	x+1	(x+1)/2	((x+1)/2)*255	TAM()
180	270	4,7124	-1	0	0	0	0
181	271,5	4,7386	-0,9997	0,0003	0,0002	0,0437	0
182	273	4,7647	-0,9986	0,0014	0,0007	0,1747	0
183	274,5	4,7909	-0,9969	0,0031	0,0015	0,393	0
184	276	4,8171	-0,9945	0,0055	0,0027	0,6985	1
185	277,5	4,8433	-0,9914	0,0086	0,0043	1,0908	1
186	279	4,8695	-0,9877	0,0123	0,0062	1,5697	2
187	280,5	4,8956	-0,9833	0,0167	0,0084	2,135	2
188	282	4,9218	-0,9781	0,0219	0,0109	2,7862	3
189	283,5	4,948	-0,9724	0,0276	0,0138	3,5228	4
190	285	4,9742	-0,9659	0,0341	0,017	4,3445	4
191	286,5	5,0004	-0,9588	0,0412	0,0206	5,2505	5
192	288	5,0265	-0,9511	0,0489	0,0245	6,2403	6
193	289,5	5,0527	-0,9426	0,0574	0,0287	7,3132	7
194	291	5,0789	-0,9336	0,0664	0,0332	8,4685	8
195	292,5	5,1051	-0,9239	0,0761	0,0381	9,7054	10
196	294	5,1313	-0,9135	0,0865	0,0432	11,023	11
197	295,5	5,1574	-0,9026	0,0974	0,0487	12,4204	12
198	297	5,1836	-0,891	0,109	0,0545	13,8967	14
199	298,5	5,2098	-0,8788	0,1212	0,0606	15,4508	15
200	300	5,236	-0,866	0,134	0,067	17,0818	17
201	301,5	5,2622	-0,8526	0,1474	0,0737	18,7884	19
202	303	5,2883	-0,8387	0,1613	0,0807	20,5695	21
203	304,5	5,3145	-0,8241	0,1759	0,0879	22,4239	22
204	306	5,3407	-0,809	0,191	0,0955	24,3503	24
205	307,5	5,3669	-0,7934	0,2066	0,1033	26,3474	26
206	309	5,3931	-0,7771	0,2229	0,1114	28,4139	28
207	310,5	5,4192	-0,7604	0,2396	0,1198	30,5482	31
208	312	5,4454	-0,7431	0,2569	0,1284	32,749	33
209	313,5	5,4716	-0,7254	0,2746	0,1373	35,0148	35
210	315	5,4978	-0,7071	0,2929	0,1464	37,3439	37
211	316,5	5,524	-0,6884	0,3116	0,1558	39,7348	40
212	318	5,5501	-0,6691	0,3309	0,1654	42,1858	42
213	319,5	5,5763	-0,6494	0,3506	0,1753	44,6954	45
214	321	5,6025	-0,6293	0,3707	0,1853	47,2617	47
215	322,5	5,6287	-0,6088	0,3912	0,1956	49,8829	50
216	324	5,6549	-0,5878	0,4122	0,2061	52,5574	53
217	325,5	5,681	-0,5664	0,4336	0,2168	55,2832	55
218	327	5,7072	-0,5446	0,4554	0,2277	58,0585	58
219	328,5	5,7334	-0,5225	0,4775	0,2388	60,8814	61
220	330	5,7596	-0,5	0,5	0,25	63,75	64
221	331,5	5,7858	-0,4772	0,5228	0,2614	66,6623	67
222	333	5,8119	-0,454	0,546	0,273	69,6162	70
223	334,5	5,8381	-0,4305	0,5695	0,2847	72,6098	73
224	336	5,8643	-0,4067	0,5933	0,2966	75,6411	76
225	337,5	5,8905	-0,3827	0,6173	0,3087	78,7079	79
226	339	5,9167	-0,3584	0,6416	0,3208	81,8081	82
227	340,5	5,9428	-0,3338	0,6662	0,3331	84,9396	85
228	342	5,969	-0,309	0,691	0,3455	88,1003	88
229	343,5	5,9952	-0,284	0,716	0,358	91,288	91
230	345	6,0214	-0,2588	0,7412	0,3706	94,5006	95
231	346,5	6,0476	-0,2334	0,7666	0,3833	97,7357	98
232	348	6,0737	-0,2079	0,7921	0,396	100,9913	101
233	349,5	6,0999	-0,1822	0,8178	0,4089	104,265	104
234	351	6,1261	-0,1564	0,8436	0,4218	107,5546	108
235	352,5	6,1523	-0,1305	0,8695	0,4347	110,8579	111
236	354	6,1785	-0,1045	0,8955	0,4477	114,1726	114
237	355,5	6,2046	-0,0785	0,9215	0,4608	117,4965	117
238	357	6,2308	-0,0523	0,9477	0,4738	120,8272	121
239	358,5	6,257	-0,0262	0,9738	0,4869	124,1624	124

TESTERE DALGA ŞEKLİNE KARŞILIK GELEN PROGRAMSAL DEĞERLER

ADIM	x/240	(x/240)*255		ADIM	x/240	(x/240)*255
1	0,0042	1,0625		61	0,2542	64,8125
2	0,0083	2,125		62	0,2583	65,875
3	0,0125	3,1875		63	0,2625	66,9375
4	0,0167	4,25		64	0,2667	68
5	0,0208	5,3125		65	0,2708	69,0625
6	0,025	6,375		66	0,275	70,125
7	0,0292	7,4375		67	0,2792	71,1875
8	0,0333	8,5		68	0,2833	72,25
9	0,0375	9,5625		69	0,2875	73,3125
10	0,0417	10,625		70	0,2917	74,375
11	0,0458	11,6875		71	0,2958	75,4375
12	0,05	12,75		72	0,3	76,5
13	0,0542	13,8125		73	0,3042	77,5625
14	0,0583	14,875		74	0,3083	78,625
15	0,0625	15,9375		75	0,3125	79,6875
16	0,0667	17		76	0,3167	80,75
17	0,0708	18,0625		77	0,3208	81,8125
18	0,075	19,125		78	0,325	82,875
19	0,0792	20,1875		79	0,3292	83,9375
20	0,0833	21,25		80	0,3333	85
21	0,0875	22,3125		81	0,3375	86,0625
22	0,0917	23,375		82	0,3417	87,125
23	0,0958	24,4375		83	0,3458	88,1875
24	0,1	25,5		84	0,35	89,25
25	0,1042	26,5625		85	0,3542	90,3125
26	0,1083	27,625		86	0,3583	91,375
27	0,1125	28,6875		87	0,3625	92,4375
28	0,1167	29,75		88	0,3667	93,5
29	0,1208	30,8125		89	0,3708	94,5625
30	0,125	31,875		90	0,375	95,625
31	0,1292	32,9375		91	0,3792	96,6875
32	0,1333	34		92	0,3833	97,75
33	0,1375	35,0625		93	0,3875	98,8125
34	0,1417	36,125		94	0,3917	99,875
35	0,1458	37,1875		95	0,3958	100,9375
36	0,15	38,25		96	0,4	102
37	0,1542	39,3125		97	0,4042	103,0625
38	0,1583	40,375		98	0,4083	104,125
39	0,1625	41,4375		99	0,4125	105,1875
40	0,1667	42,5		100	0,4167	106,25
41	0,1708	43,5625		101	0,4208	107,3125
42	0,175	44,625		102	0,425	108,375
43	0,1792	45,6875		103	0,4292	109,4375
44	0,1833	46,75		104	0,4333	110,5
45	0,1875	47,8125		105	0,4375	111,5625
46	0,1917	48,875		106	0,4417	112,625
47	0,1958	49,9375		107	0,4458	113,6875
48	0,2	51		108	0,45	114,75
49	0,2042	52,0625		109	0,4542	115,8125
50	0,2083	53,125		110	0,4583	116,875
51	0,2125	54,1875		111	0,4625	117,9375
52	0,2167	55,25		112	0,4667	119
53	0,2208	56,3125		113	0,4708	120,0625
54	0,225	57,375		114	0,475	121,125
55	0,2292	58,4375		115	0,4792	122,1875
56	0,2333	59,5		116	0,4833	123,25
57	0,2375	60,5625		117	0,4875	124,3125
58	0,2417	61,625		118	0,4917	125,375
59	0,2458	62,6875		119	0,4958	126,4375
60	0,25	63,75		120	0,5	127,5

ADIM	x/240	(x/240)*255		ADIM	x/240	(x/240)*255
121	0,5042	128,5625		181	0,7542	192,3125
122	0,5083	129,625		182	0,7583	193,375
123	0,5125	130,6875		183	0,7625	194,4375
124	0,5167	131,75		184	0,7667	195,5
125	0,5208	132,8125		185	0,7708	196,5625
126	0,525	133,875		186	0,775	197,625
127	0,5292	134,9375		187	0,7792	198,6875
128	0,5333	136		188	0,7833	199,75
129	0,5375	137,0625		189	0,7875	200,8125
130	0,5417	138,125		190	0,7917	201,875
131	0,5458	139,1875		191	0,7958	202,9375
132	0,55	140,25		192	0,8	204
133	0,5542	141,3125		193	0,8042	205,0625
134	0,5583	142,375		194	0,8083	206,125
135	0,5625	143,4375		195	0,8125	207,1875
136	0,5667	144,5		196	0,8167	208,25
137	0,5708	145,5625		197	0,8208	209,3125
138	0,575	146,625		198	0,825	210,375
139	0,5792	147,6875		199	0,8292	211,4375
140	0,5833	148,75		200	0,8333	212,5
141	0,5875	149,8125		201	0,8375	213,5625
142	0,5917	150,875		202	0,8417	214,625
143	0,5958	151,9375		203	0,8458	215,6875
144	0,6	153		204	0,85	216,75
145	0,6042	154,0625		205	0,8542	217,8125
146	0,6083	155,125		206	0,8583	218,875
147	0,6125	156,1875		207	0,8625	219,9375
148	0,6167	157,25		208	0,8667	221
149	0,6208	158,3125		209	0,8708	222,0625
150	0,625	159,375		210	0,875	223,125
151	0,6292	160,4375		211	0,8792	224,1875
152	0,6333	161,5		212	0,8833	225,25
153	0,6375	162,5625		213	0,8875	226,3125
154	0,6417	163,625		214	0,8917	227,375
155	0,6458	164,6875		215	0,8958	228,4375
156	0,65	165,75		216	0,9	229,5
157	0,6542	166,8125		217	0,9042	230,5625
158	0,6583	167,875		218	0,9083	231,625
159	0,6625	168,9375		219	0,9125	232,6875
160	0,6667	170		220	0,9167	233,75
161	0,6708	171,0625		221	0,9208	234,8125
162	0,675	172,125		222	0,925	235,875
163	0,6792	173,1875		223	0,9292	236,9375
164	0,6833	174,25		224	0,9333	238
165	0,6875	175,3125		225	0,9375	239,0625
166	0,6917	176,375		226	0,9417	240,125
167	0,6958	177,4375		227	0,9458	241,1875
168	0,7	178,5		228	0,95	242,25
169	0,7042	179,5625		229	0,9542	243,3125
170	0,7083	180,625		230	0,9583	244,375
171	0,7125	181,6875		231	0,9625	245,4375
172	0,7167	182,75		232	0,9667	246,5
173	0,7208	183,8125		233	0,9708	247,5625
174	0,725	184,875		234	0,975	248,625
175	0,7292	185,9375		235	0,9792	249,6875
176	0,7333	187		236	0,9833	250,75
177	0,7375	188,0625		237	0,9875	251,8125
178	0,7417	189,125		238	0,9917	252,875
179	0,7458	190,1875		239	0,9958	253,9375
180	0,75	191,25		240	1	255

ÜÇGEN DALGA ŞEKLİNE KARŞILIK GELEN PROGRAMSAL DEĞERLER

x/60	(x/60)*128	TAM()	TAM()+128	255-TAM()	128-TAM()	TAM()+0
0,0167	2,1333	2	130	253	126	2
0,0333	4,2667	4	132	251	124	4
0,05	6,4	6	134	249	122	6
0,0667	8,5333	9	137	246	119	9
0,0833	10,6667	11	139	244	117	11
0,1	12,8	13	141	242	115	13
0,1167	14,9333	15	143	240	113	15
0,1333	17,0667	17	145	238	111	17
0,15	19,2	19	147	236	109	19
0,1667	21,3333	21	149	234	107	21
0,1833	23,4667	23	151	232	105	23
0,2	25,6	27	155	228	101	27
0,2167	27,7333	28	156	227	100	28
0,2333	29,8667	30	158	225	98	30
0,25	32	32	160	223	96	32
0,2667	34,1333	34	162	221	94	34
0,2833	36,2667	36	164	219	92	36
0,3	38,4	38	166	217	90	38
0,3167	40,5333	41	169	214	87	41
0,3333	42,6667	43	171	212	85	43
0,35	44,8	45	173	210	83	45
0,3667	46,9333	47	175	208	81	47
0,3833	49,0667	49	177	206	79	49
0,4	51,2	51	179	204	77	51
0,4167	53,3333	53	181	202	75	53
0,4333	55,4667	56	184	199	72	56
0,45	57,6	58	186	197	70	58
0,4667	59,7333	60	188	195	68	60
0,4833	61,8667	62	190	193	66	62
0,5	64	64	192	191	64	64
0,5167	66,1333	66	194	189	62	66
0,5333	68,2667	68	196	187	60	68
0,55	70,4	70	198	185	58	70
0,5667	72,5333	73	201	182	55	73
0,5833	74,6667	75	203	180	53	75
0,6	76,8	77	205	178	51	77
0,6167	78,9333	79	207	176	49	79
0,6333	81,0667	81	209	174	47	81
0,65	83,2	83	211	172	45	83
0,6667	85,3333	85	213	170	43	85
0,6833	87,4667	87	215	168	41	87
0,7	89,6	90	218	165	38	90
0,7167	91,7333	92	220	163	36	92
0,7333	93,8667	94	222	161	34	94
0,75	96	96	224	159	32	96
0,7667	98,1333	98	226	157	30	98
0,7833	100,2667	100	228	155	28	100
0,8	102,4	102	230	153	26	102
0,8167	104,5333	105	233	150	23	105
0,8333	106,6667	107	235	148	21	107
0,85	108,8	109	237	146	19	109
0,8667	110,9333	111	239	144	17	111
0,8833	113,0667	113	241	142	15	113
0,9	115,2	115	243	140	13	115
0,9167	117,3333	117	245	138	11	117
0,9333	119,4667	119	247	136	9	119
0,95	121,6	122	250	133	6	122
0,9667	123,7333	124	252	131	4	124
0,9833	125,8667	126	254	129	2	126
1	128	128	255	127	0	128

TIMER-1 KESME (INTERRUPT) SÜRE HESAP TABLOSU

Adım	Frekans (Hz)	Periyot (s)	Interrupt süresi (s)	Timer1 decimal	Timer1 sayma değeri
1	1	0,999936	0,0041664	44704	20832
2	2	0,49992	0,002083	55121	10415
3	3	0,33336	0,001389	58591	6945
4	4	0,249984	0,0010416	60328	5208
5	5	0,200016	0,0008334	61369	4167
6	6	0,166656	0,0006944	62064	3472
7	7	0,142848	0,0005952	62560	2976
8	8,001	0,124992	0,0005208	62932	2604
9	9,003	0,111072	0,0004628	63222	2314
10	10,002	0,099984	0,0004166	63453	2083
11	11	0,090912	0,0003788	63642	1894
12	12,001	0,083328	0,0003472	63800	1736
13	13,005	0,076896	0,0003204	63934	1602
14	14,001	0,071424	0,0002976	64048	1488
15	15,01	0,066624	0,0002776	64148	1388
16	16,001	0,062496	0,0002604	64234	1302
17	17,007	0,0588	0,000245	64311	1225
18	18,006	0,055536	0,0002314	64379	1157
19	19,009	0,052608	0,0002192	64440	1096
20	20,013	0,049968	0,0002082	64495	1041
21	21,001	0,047616	0,0001984	64544	992
22	22,023	0,045408	0,0001892	64590	946
23	23,02	0,04344	0,000181	64631	905
24	24,002	0,041664	0,0001736	64668	868
25	25,01	0,039984	0,0001666	64703	833
26	26,009	0,038448	0,0001602	64735	801
27	27,021	0,037008	0,0001542	64765	771
28	28,002	0,035712	0,0001488	64792	744
29	29,097	0,034368	0,0001432	64820	716
30	30,019	0,033312	0,0001388	64842	694
31	31,002	0,032256	0,0001344	64864	672
32	32,002	0,031248	0,0001302	64885	651
33	33,016	0,030288	0,0001262	64905	631
34	34,041	0,029376	0,0001224	64924	612
35	35,014	0,02856	0,000119	64941	595
36	36,044	0,027744	0,0001156	64958	578
37	37,004	0,027024	0,0001126	64973	563
38	38,017	0,026304	0,0001096	64988	548
39	39,014	0,025632	0,0001068	65002	534
40	40,064	0,02496	0,000104	65016	520
41	41,01	0,024384	0,0001016	65028	508
42	42,003	0,023808	0,0000992	65040	496
43	43,044	0,023232	0,0000968	65052	484
44	44,045	0,022704	0,0000946	65063	473
45	45,094	0,022176	0,0000924	65074	462
46	45,99	0,021744	0,0000906	65083	453
47	47,028	0,021264	0,0000886	65093	443
48	48,003	0,020832	0,0000868	65102	434
49	49,02	0,0204	0,000085	65111	425
50	50,08	0,019968	0,0000832	65120	416

Adım	Frekans (Hz)	Periyot (s)	Interrupt süresi (s)	Timer1 decimal	Timer1 sayma değeri
51	51,062	0,019584	0,0000816	65128	408
52	52,083	0,0192	0,00008	65136	400
53	53,011	0,018864	0,0000786	65143	393
54	54,113	0,01848	0,000077	65151	385
55	55,115	0,018144	0,0000756	65158	378
56	56,004	0,017856	0,0000744	65164	372
57	57,078	0,01752	0,000073	65171	365
58	58,032	0,017232	0,0000718	65177	359
59	59,018	0,016944	0,0000706	65183	353
60	60,038	0,016656	0,0000694	65189	347
61	61,095	0,016368	0,0000682	65195	341
62	62,004	0,016128	0,0000672	65200	336
63	63,131	0,01584	0,000066	65206	330
64	64,103	0,0156	0,000065	65211	325
65	65,104	0,01536	0,000064	65216	320
66	66,138	0,01512	0,000063	65221	315
67	66,988	0,014928	0,0000622	65225	311
68	68,083	0,014688	0,0000612	65230	306
69	69,214	0,014448	0,0000602	65235	301
70	70,146	0,014256	0,0000594	65239	297
71	71,104	0,014064	0,0000586	65243	293
72	72,088	0,013872	0,0000578	65247	289
73	73,099	0,01368	0,000057	65251	285
74	74,14	0,013488	0,0000562	65255	281
75	75,211	0,013296	0,0000554	65259	277
76	76,034	0,013152	0,0000548	65262	274
77	77,16	0,01296	0,000054	65266	270
78	78,027	0,012816	0,0000534	65269	267
79	79,214	0,012624	0,0000526	65273	263
80	80,128	0,01248	0,000052	65276	260
81	81,064	0,012336	0,0000514	65279	257
82	82,021	0,012192	0,0000508	65282	254
83	83,001	0,012048	0,0000502	65285	251
84	84,005	0,011904	0,0000496	65288	248
85	85,034	0,01176	0,000049	65291	245
86	86,088	0,011616	0,0000484	65294	242
87	87,169	0,011472	0,0000478	65297	239
88	88,277	0,011328	0,0000472	65300	236
89	89,031	0,011232	0,0000468	65302	234
90	90,188	0,011088	0,0000462	65305	231
91	90,975	0,010992	0,0000458	65307	229
92	92,183	0,010848	0,0000452	65310	226
93	93,006	0,010752	0,0000448	65312	224
94	94,268	0,010608	0,0000442	65315	221
95	95,129	0,010512	0,0000438	65317	219
96	96,006	0,010416	0,0000434	65319	217
97	97,352	0,010272	0,0000428	65322	214
98	98,27	0,010176	0,0000424	65324	212
99	99,206	0,01008	0,000042	65326	210
100	100,16	0,009984	0,0000416	65328	208

Adım	Frekans (Hz)	Periyot (s)	Interrupt süresi (s)	Timer1 decimal	Timer1 sayma değeri
101	101,133	0,009888	0,0000412	65330	206
102	102,124	0,009792	0,0000408	65332	204
103	103,135	0,009696	0,0000404	65334	202
104	104,167	0,0096	0,00004	65336	200
105	105,219	0,009504	0,0000396	65338	198
106	106,293	0,009408	0,0000392	65340	196
107	107,388	0,009312	0,0000388	65342	194
108	107,945	0,009264	0,0000386	65343	193
109	109,075	0,009168	0,0000382	65345	191
110	110,229	0,009072	0,0000378	65347	189
111	111,408	0,008976	0,0000374	65349	187
112	112,007	0,008928	0,0000372	65350	186
113	113,225	0,008832	0,0000368	65352	184
114	114,469	0,008736	0,0000364	65354	182
115	115,101	0,008688	0,0000362	65355	181
116	116,387	0,008592	0,0000358	65357	179
117	117,041	0,008544	0,0000356	65358	178
118	118,371	0,008448	0,0000352	65360	176
119	119,048	0,0084	0,000035	65361	175
120	120,424	0,008304	0,0000346	65363	173
121	121,124	0,008256	0,0000344	65364	172
122	122,549	0,00816	0,000034	65366	170
123	123,274	0,008112	0,0000338	65367	169
124	124,008	0,008064	0,0000336	65368	168
125	125,502	0,007968	0,0000332	65370	166
126	126,263	0,00792	0,000033	65371	165
127	127,033	0,007872	0,0000328	65372	164
128	128,601	0,007776	0,0000324	65374	162
129	129,4	0,007728	0,0000322	65375	161
130	130,208	0,00768	0,000032	65376	160
131	131,027	0,007632	0,0000318	65377	159
132	132,696	0,007536	0,0000314	65379	157
133	133,547	0,007488	0,0000312	65380	156
134	134,409	0,00744	0,000031	65381	155
135	135,281	0,007392	0,0000308	65382	154
136	136,166	0,007344	0,0000306	65383	153
137	137,061	0,007296	0,0000304	65384	152
138	138,889	0,0072	0,00003	65386	150
139	139,821	0,007152	0,0000298	65387	149
140	140,766	0,007104	0,0000296	65388	148
141	141,723	0,007056	0,0000294	65389	147
142	142,694	0,007008	0,0000292	65390	146
143	143,678	0,00696	0,000029	65391	145
144	144,676	0,006912	0,0000288	65392	144
145	145,688	0,006864	0,0000286	65393	143
146	146,714	0,006816	0,0000284	65394	142
147	147,754	0,006768	0,0000282	65395	141
148	148,81	0,00672	0,000028	65396	140
149	149,88	0,006672	0,0000278	65397	139
150	150,966	0,006624	0,0000276	65398	138

Adım	Frekans (Hz)	Periyot (s)	Interrupt süresi (s)	Timer1 decimal	Timer1 sayma değeri
151	152,068	0,006576	0,0000274	65399	137
152	153,186	0,006528	0,0000272	65400	136
153	154,321	0,00648	0,000027	65401	135
154	155,473	0,006432	0,0000268	65402	134
155	156,642	0,006384	0,0000266	65403	133
156	157,828	0,006336	0,0000264	65404	132
157	159,033	0,006288	0,0000262	65405	131
158	160,256	0,00624	0,000026	65406	130
159	161,499	0,006192	0,0000258	65407	129
160	162,76	0,006144	0,0000256	65408	128
161	164,042	0,006096	0,0000254	65409	127
162	165,344	0,006048	0,0000252	65410	126
163	166,667	0,006	0,000025	65411	125
164	168,011	0,005952	0,0000248	65412	124
165	169,377	0,005904	0,0000246	65413	123
166	170,765	0,005856	0,0000244	65414	122
167	172,176	0,005808	0,0000242	65415	121
168	173,611	0,00576	0,000024	65416	120
169	175,07	0,005712	0,0000238	65417	119
170	176,554	0,005664	0,0000236	65418	118
171	178,063	0,005616	0,0000234	65419	117
172	179,598	0,005568	0,0000232	65420	116
173	181,159	0,00552	0,000023	65421	115
174	182,749	0,005472	0,0000228	65422	114
175	184,366	0,005424	0,0000226	65423	113
176	186,012	0,005376	0,0000224	65424	112
177	187,688	0,005328	0,0000222	65425	111
178	189,394	0,00528	0,000022	65426	110
179	191,131	0,005232	0,0000218	65427	109
180	192,901	0,005184	0,0000216	65428	108
181	194,704	0,005136	0,0000214	65429	107
182	196,541	0,005088	0,0000212	65430	106
183	198,413	0,00504	0,000021	65431	105
184	200,321	0,004992	0,0000208	65432	104
185	202,265	0,004944	0,0000206	65433	103
186	204,248	0,004896	0,0000204	65434	102
187	206,271	0,004848	0,0000202	65435	101
188	208,333	0,0048	0,00002	65436	100
189	210,438	0,004752	0,0000198	65437	99
190	212,585	0,004704	0,0000196	65438	98
191	214,777	0,004656	0,0000194	65439	97
192	217,014	0,004608	0,0000192	65440	96
193	219,298	0,00456	0,000019	65441	95
194	221,631	0,004512	0,0000188	65442	94
195	224,014	0,004464	0,0000186	65443	93
196	226,449	0,004416	0,0000184	65444	92
197	228,938	0,004368	0,0000182	65445	91
198	231,481	0,00432	0,000018	65446	90
199	234,082	0,004272	0,0000178	65447	89
200	236,742	0,004224	0,0000176	65448	88

Adım	Frekans (Hz)	Periyot (s)	Interrupt süresi (s)	Timer1 decimal	Timer1 sayma değeri
201	239,464	0,004176	0,0000174	65449	87
202	242,248	0,004128	0,0000172	65450	86
203	245,098	0,00408	0,000017	65451	85
204	248,016	0,004032	0,0000168	65452	84
205	251,004	0,003984	0,0000166	65453	83
206	254,065	0,003936	0,0000164	65454	82
207	257,202	0,003888	0,0000162	65455	81
208	260,417	0,00384	0,000016	65456	80
209	263,713	0,003792	0,0000158	65457	79
210	267,094	0,003744	0,0000156	65458	78
211	270,563	0,003696	0,0000154	65459	77
212	274,123	0,003648	0,0000152	65460	76
213	277,778	0,0036	0,000015	65461	75
214	281,532	0,003552	0,0000148	65462	74
215	285,388	0,003504	0,0000146	65463	73
216	289,352	0,003456	0,0000144	65464	72
217	293,427	0,003408	0,0000142	65465	71
218	297,619	0,00336	0,000014	65466	70
219	301,932	0,003312	0,0000138	65467	69
220	306,373	0,003264	0,0000136	65468	68
221	310,945	0,003216	0,0000134	65469	67
222	315,657	0,003168	0,0000132	65470	66
223	320,513	0,00312	0,000013	65471	65
224	325,521	0,003072	0,0000128	65472	64
225	330,688	0,003024	0,0000126	65473	63
226	336,022	0,002976	0,0000124	65474	62
227	341,53	0,002928	0,0000122	65475	61
228	347,222	0,00288	0,000012	65476	60
229	353,107	0,002832	0,0000118	65477	59
230	359,195	0,002784	0,0000116	65478	58
231	365,497	0,002736	0,0000114	65479	57
232	372,024	0,002688	0,0000112	65480	56
233	378,788	0,00264	0,000011	65481	55
234	385,802	0,002592	0,0000108	65482	54
235	393,082	0,002544	0,0000106	65483	53
236	400,641	0,002496	0,0000104	65484	52
237	408,497	0,002448	0,0000102	65485	51
238	416,667	0,0024	0,00001	65486	50
239	425,17	0,002352	0,0000098	65487	49
240	434,028	0,002304	0,0000096	65488	48
241	443,262	0,002256	0,0000094	65489	47
242	452,899	0,002208	0,0000092	65490	46
243	462,963	0,00216	0,000009	65491	45
244	473,485	0,002112	0,0000088	65492	44
245	484,496	0,002064	0,0000086	65493	43
246	496,032	0,002016	0,0000084	65494	42
247	508,13	0,001968	0,0000082	65495	41
198	231,481	0,00432	0,000018	65446	90
199	234,082	0,004272	0,0000178	65447	89
200	236,742	0,004224	0,0000176	65448	88

```
;*** ********************************* LOKMAN HİKMET TEKİN*****************************************
;*********************************ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSİ*****************************************
;******* ******** ***************ELEKTROAKUPUNKTUR STİMÜLATÖR*************************************
*************************************************KONTROL PROGRAMI*****************************************
        LIST P=16F877
        INCLUDE <P16F877.INC>
        __CONFIG
_HS_OSC&_WDT_ON&_PWRTE_ON&_BODEN_OFF&_CP_OFF
&_LVP_OFF&_CPD_OFF
;*****************************************************
*****************************************************
#DEFINE DALGA_SINUS     DALGA_SEC,0
#DEFINE  DALGA_KARE     DALGA_SEC,1
#DEFINE  DALGA_UCGEN    DALGA_SEC,2
#DEFINE  DALGA_TESTERE  DALGA_SEC,3

#DEFINE  BYUK           PORTA,4
#DEFINE BASA            PORTA,5
#DEFINE  BSOL           PORTE,1
#DEFINE  BSAG           PORTE,0
#DEFINE  BSTA           PORTA,2
#DEFINE  BSTO           PORTA,3
#DEFINE  BBOS           PORTE,2

#DEFINE  LSINUS         PORTC,2
#DEFINE  LKARE          PORTC,3
#DEFINE  LUCGEN         PORTD,0
#DEFINE  LTESTERE       PORTD,1
#DEFINE  LSTART         PORTC,0
#DEFINE  LSTOP          PORTC,1

#DEFINE  LCD_RS         PORTA,0
#DEFINE  LCD_E          PORTA,1

#DEFINE  CS_LCD         PORTD,6
#DEFINE  CS_DAC         PORTD,7

#DEFINE  ADCLR          PORTD,3
#DEFINE  ADA2           PORTC,4
#DEFINE  ADA1           PORTC,5
#DEFINE  ADA0           PORTC,6
#DEFINE  ADCS           PORTC,7
#DEFINE  ADWR           PORTD,4
#DEFINE  ADUPD          PORTD,5

#DEFINE  DEB            TUS_STAT,0

#DEFINE  SHOWTIME       FLAG,0
#DEFINE  SANIYEBIT      FLAG,1
#DEFINE  SANIYE240      FLAG,2

#DEFINE  O_BUZER                PORTD,2
;*********************************************
        CBLOCK  H'20'           ; BANK 0
        W_TEMP
        STATUS_TEMP
        PCLATH_TEMP
        FSR_TEMP
        PORTB_TEMP

        URETEC_SAYAC
        TIMH
        TIML
        FREKADL
        FREKADH

        COUNTERA
        COUNTERB
        COUNTERC
        COUNTERD
        TIMEMULT
        SAYAC

        temp1
        temp2
        x1
        x2
        test

        DALGA_SEC
        TUS_STAT

        FREKANS_SET
        GENLIKH
        GENLIKL

        SAYFANO
        SURESETDAKIKA
        SURESETSANIYE
        DAKIKA
        SANIYE
        SAYH
        SAYL
        NUMH
        NUML
        B10000
        B1000
        B100
        B10
        B1
        TABLO_TEMP
        FLAG

        ENDC

        CBLOCK  H'1A0'          ; BANK 3
        D101,D102,D103,D104,D105
        D106,D107,D108,D109,D110
        D111,D112,D113,D114,D115
        D116,D117,D118,D119,D120

        D201,D202,D203,D204,D205
        D206,D207,D208,D209,D210
        D211,D212,D213,D214,D215
        D216,D217,D218,D219,D220

        D301,D302,D303,D304,D305
        D306,D307,D308,D309,D310
        D311,D312,D313,D314,D315
        D316,D317,D318,D319,D320

        D401,D402,D403,D404,D405
        D406,D407,D408,D409,D410
        D411,D412,D413,D414,D415
        D416,D417,D418,D419,D420

        ENDC

;*********************************************
;***************** MACROS ********************
bank0   macro
        bcf     STATUS,RP1
        bcf     STATUS,RP0      ;select bank0
        endm

bank1   macro
        bcf     STATUS,RP1
        bsf     STATUS,RP0      ;select bank1
        endm

bank2   macro
        bsf     STATUS,RP1
        bcf     STATUS,RP0      ;select bank2
        endm

bank3   macro
        bsf     STATUS,RP1
        bsf     STATUS,RP0      ;select bank3
        endm

page0   macro
        bcf     PCLATH,3
        bcf     PCLATH,4
        endm

page1   macro
        bsf     PCLATH,3
        bcf     PCLATH,4
                endm
```

```
page2   macro
        bcf     PCLATH,3
        bsf     PCLATH,4
        endm

page3   macro
        bsf     PCLATH,3
        bsf     PCLATH,4
        endm
;*****************************************
;*****************************************
        ORG     0X0
        GOTO    START
;*****************************************
;*****************************************
        ORG     0X4
INT_RUTIN
        BCF     INTCON,GIE

        MOVWF   W_TEMP          ;
        SWAPF   STATUS,W        ;
        CLRF    STATUS          ;
        MOVWF   STATUS_TEMP
        MOVF    PCLATH,W        ;
        MOVWF   PCLATH_TEMP
        CLRF    PCLATH          ;
;       MOVF    FSR,W
;       MOVWF   FSR_TEMP
        BANK0
        MOVF    PORTB,W
        MOVWF   PORTB_TEMP
        BCF     CS_LCD

; ISR

        BTFSS   PIR1,TMR1IF
        GOTO    INT_SON
        BCF     PIR1,TMR1IF

        MOVF    TIML,W
        MOVWF   TMR1L
        MOVF    TIMH,W
        MOVWF   TMR1H

        INCF    URETEC_SAYAC,F
        MOVLW   D'16'
        ADDWF   URETEC_SAYAC,W
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+3
        CLRF    URETEC_SAYAC
        BSF     SANIYE240

SINUS_KONTROL
        BTFSS   DALGA_SINUS
        GOTO    UCGEN_KONTROL
        PAGE3
        GOTO    SINUS
UCGEN_KONTROL
        BTFSS   DALGA_UCGEN
        GOTO    TESTERE_KONTROL
        PAGE3
        GOTO    UCGEN
TESTERE_KONTROL
        BTFSS   DALGA_TESTERE
        GOTO    KARE_KONTROL
        PAGE3
        GOTO    TESTERE
KARE_KONTROL
        BTFSS   DALGA_KARE
        GOTO    KARE_0
KARE
        MOVLW   D'136'
        ADDWF   URETEC_SAYAC,W
        BTFSC   STATUS,C
        GOTO    KARE_1
KARE_0
        MOVLW   D'0'
        GOTO    TABLO_SONU
KARE_1
        MOVLW   D'255'
        GOTO    TABLO_SONU

TABLO_SONU
        MOVWF   PORTB
        BSF     CS_DAC
        BCF     CS_DAC

        BTFSS   SANIYE240
        GOTO    SAYSON
        BCF     SANIYE240
        MOVLW   D'1'
        SUBWF   SAYL,F
        BTFSS   STATUS,Z
        GOTO    SAY1
        MOVF    SAYH,W
        BTFSC   STATUS,Z
        GOTO    SAY_OK
SAY1
        BTFSC   STATUS,C
        GOTO    SAYSON
        MOVLW   D'1'
        SUBWF   SAYH,F
        BTFSC   STATUS,C
        GOTO    SAYSON
SAY_OK
        MOVF    FREKADH,W
        MOVWF   SAYH
        MOVF    FREKADL,W
        MOVWF   SAYL
        BSF     SANIYEBIT
SAYSON


INT_SON
;The example fails to restore FSR here.
;One should

;       MOVF    FSR_TEMP,W
;       MOVWF   FSR
;to complete the restore sequence.
        MOVF    PORTB_TEMP,W
        MOVWF   PORTB
        MOVF    PCLATH_TEMP,W
        MOVWF   PCLATH
        SWAPF   STATUS_TEMP,W
        MOVWF   STATUS
        SWAPF   W_TEMP,F
        SWAPF   W_TEMP,W
        BSF     INTCON,GIE

        RETFIE
;*****************************************
;*****************************************
TABLO
        BANKSEL         TABLO_TEMP
        MOVWF   TABLO_TEMP
        MOVLW   D'246'
        ADDWF   TABLO_TEMP,W
        BTFSC   STATUS,C
        RETLW   '-'
        MOVLW   B'00000000'
        MOVWF   PCLATH
        MOVF    TABLO_TEMP,W
        ADDWF   PCL,F
        RETLW   '0'
        RETLW   '1'
        RETLW   '2'
        RETLW   '3'
        RETLW   '4'
        RETLW   '5'
        RETLW   '6'
        RETLW   '7'
        RETLW   '8'
        RETLW   '9'
;*****************************************
START
        NOP
;*****************************************
INIT
        BANK1
        MOVLW   B'11111100'
        MOVWF   TRISA
        MOVLW   B'00000111'
        MOVWF   TRISE
        MOVLW   B'00000000'
        MOVWF   TRISB
```

```
        MOVWF   TRISC
        MOVWF   TRISD

        MOVLW   B'00000111'
        MOVWF   ADCON1
;       MOVLW   B'00000111'
;       MOVWF   CMCON

        MOVLW   B'00001101'
        MOVWF   OPTION_REG

        BANK0

;       CLRF    INTCON0
;       CLRF    PIE1
;       CLRF    PIE2
;       CLRF    PIR1
;       CLRF    PIR2

        CLRF    TMR1H
        CLRF    TMR1L
;       BSF     INTCON,GIE      ; GLOBAL
INTERRUPT ENABLE
BSF     INTCON,PEIE     ; PREIPHERAL    INTERRUPT
ENABLE
        BSF     STATUS,RP0
        BSF     PIE1,TMR1IE     ; TIMER1 INTERRUPT
ENABLE
        BCF     STATUS,RP0

BSF     T1CON,TMR1ON    ; TIMER1 ENABLE (ON)
BCF     T1CON,TMR1CS    ; TIMER1 CLOCK SOURCE (INT
CLOCK FOSC/4)

        CLRF    PORTA
        CLRF    PORTB
        CLRF    PORTC
        CLRF    PORTD
        CLRF    PORTE
        CLRF    URETEC_SAYAC

        CLRF    TIMH
        CLRF    TIML
        CLRF    FREKADH
        CLRF    FREKADL

        CLRF    GENLIKH
        CLRF    GENLIKL
        BCF     ADCS
        BSF     ADUPD
        BSF     ADWR
        BCF     ADA2
        BCF     ADA1
        BCF     ADA0
        BSF     ADCLR
        NOP
        BCF     ADCLR

        BCF     CS_LCD
        BCF     CS_DAC

        CLRWDT
        CALL    MSN50   ; LCD AÇILIŞ GECİKMESİ
        CLRWDT
        CALL    MSN50   ; LCD AÇILIŞ GECİKMESİ
        CLRWDT
        CALL    MSN50   ; LCD AÇILIŞ GECİKMESİ
        CLRWDT
        CALL    MSN50   ; LCD AÇILIŞ GECİKMESİ
        CLRWDT
        CALL    MSN50   ; LCD AÇILIŞ GECİKMESİ
        CLRWDT
        CALL    LCD_INIT

        MOVLW   B'11010000'
        MOVWF   GENLIKL
        MOVLW   B'00000111'
        MOVWF   GENLIKH
        CALL    GENLIK_YAZ

        BSF     LSTOP
        MOVLW   D'127'
        MOVWF   PORTB
        BSF     CS_DAC
        BCF     CS_DAC
        CLRF    SAYFANO

        MOVLW   D'49'
        MOVWF   FREKANS_SET
        CALL    FREKANS_SEC
        CLRF    DALGA_SEC
        BSF     DALGA_SINUS

        MOVF    TIML,W
        MOVWF   TMR1L
        MOVF    TIMH,W
        MOVWF   TMR1H

        MOVLW   D'0'
        MOVWF   SURESETDAKIKA
        MOVLW   D'30'
        MOVWF   SURESETSANIYE
        CLRF    DAKIKA
        CLRF    SANIYE
        MOVF    SURESETDAKIKA,W
        MOVWF   DAKIKA
        MOVF    SURESETSANIYE,W
        MOVWF   SANIYE
        BCF     SANIYEBIT
        MOVF    FREKADH,W
        MOVWF   SAYH
        MOVF    FREKADL,W
        MOVWF   SAYL
        BCF     SANIYEBIT
        BCF     SHOWTIME

        GOTO    MAIN

LCD_INIT
        MOVLW   B'00111000'
        CALL    LCD_OUTC
        MOVLW   B'00111000'
        CALL    LCD_OUTC
        MOVLW   B'00111000'
        CALL    LCD_OUTC
        MOVLW   B'00000110'
        CALL    LCD_OUTC
        MOVLW   B'00001100'
        CALL    LCD_OUTC
        MOVLW   B'00000001'
        CALL    LCD_OUTC
        RETURN

LCD_OUTC
        BANKSEL         PORTB
        MOVWF   PORTB
        BSF     CS_LCD
        BCF     CS_LCD
        BCF     LCD_RS
        CALL    USN100
        BSF     LCD_E
        CALL    USN100
        BCF     LCD_E
        CALL    USN100
        BCF     LCD_RS
        CALL    USN100
        CALL    MSN2
        RETURN

LCD_OUT
        BANKSEL         PORTB
        MOVWF   PORTB
        BSF     CS_LCD
        BCF     CS_LCD
        BSF     LCD_RS
        CALL    USN100
        BSF     LCD_E
        CALL    USN100
        BCF     LCD_E
        CALL    USN100
        BCF     LCD_RS
        CALL    USN100
        RETURN
;*************************************
MAIN
        BTFSC   SHOWTIME
```

```
        GOTO    $+5
        MOVF    SURESETSANIYE,W
        MOVWF   SANIYE
        MOVF    SURESETDAKIKA,W
        MOVWF   DAKIKA

        BTFSC   BSAG
        GOTO    DEBKONSON
        BTFSC   BSOL
        GOTO    DEBKONSON
        BTFSC   BYUK
        GOTO    DEBKONSON
        BTFSC   BASA
        GOTO    DEBKONSON
        BTFSC   BSTA
        GOTO    DEBKONSON
        BTFSC   BSTO
        GOTO    DEBKONSON
        BCF     DEB
DEBKONSON


        BTFSS   BSTA
        GOTO    BSTASON
        BSF     SHOWTIME
        BSF     LSTART
        BCF     LSTOP
        CALL    GENLIK_YAZ
        CALL    FREKANS_SEC
        BSF     INTCON,GIE
BSTASON
        BTFSS   BSTO
        GOTO    BSTOSON
        BCF     SHOWTIME
        BCF     LSTART
        BSF     LSTOP
        MOVLW   D'127'
        MOVWF   PORTB
        BSF     CS_DAC
        BCF     CS_DAC
        BCF     INTCON,GIE
BSTOSON


        BTFSS   BSOL
        GOTO    BSOLSON
        BTFSC   DEB
        GOTO    BSOLSON
        BSF     DEB
        DECF    SAYFANO,F
        MOVLW   D'251'
        ADDWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+3
        MOVLW   D'4'
        MOVWF   SAYFANO
BSOLSON

        MOVLW   D'251'
        ADDWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+3
        MOVLW   D'0'
        MOVWF   SAYFANO

        BTFSS   BSAG
        GOTO    BSAGSON
        BTFSC   DEB
        GOTO    BSAGSON
        BSF     DEB
        INCF    SAYFANO,F
        MOVLW   D'251'
        ADDWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+3
        MOVLW   D'0'
        MOVWF   SAYFANO
BSAGSON




SAYFA1AYARKONTROL
        MOVLW   D'1'
        SUBWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,Z
SAYFA1AYARYUKARI
        GOTO    SAYFA2AYARKONTROL
        BTFSS   BYUK
        GOTO    SAYFA1AYARASAGI
;       BTFSC   DEB
;       GOTO    SAYFA1AYARASAGI
        BSF     DEB
        INCF    FREKANS_SET,F
        MOVLW   D'48'
        ADDWF   FREKANS_SET,W
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+3
        MOVLW   D'207'
        MOVWF   FREKANS_SET
        CALL    FREKANS_SEC
SAYFA1AYARASAGI
        BTFSS   BASA
        GOTO    SAYFA2AYARKONTROL
;       BTFSC   DEB
;       GOTO    SAYFA2AYARKONTROL
        BSF     DEB
        DECF    FREKANS_SET,F
        MOVLW   D'48'
        ADDWF   FREKANS_SET,W
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+3
        MOVLW   D'0'
        MOVWF   FREKANS_SET
        CALL    FREKANS_SEC



SAYFA2AYARKONTROL
        MOVLW   D'2'
        SUBWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,Z
SAYFA2AYARYUKARI
        GOTO    SAYFA3AYARKONTROL
        BTFSS   BYUK
        GOTO    SAYFA2AYARASAGI
;       BTFSC   DEB
;       GOTO    SAYFA2AYARASAGI
        BSF     DEB
        MOVLW   D'1'
        ADDWF   GENLIKL,F
        BTFSC   STATUS,C
        INCF    GENLIKH,F
        MOVLW   B'00001111'
        SUBWF   GENLIKH,W
        BTFSS   STATUS,Z
        GOTO    $+7
        MOVLW   D'95'
        ADDWF   GENLIKL,W
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+3
        MOVLW   D'90'
        MOVWF   GENLIKL

SAYFA2AYARASAGI
        BTFSS   BASA
        GOTO    SAYFA3AYARKONTROL
;       BTFSC   DEB
;       GOTO    SAYFA3AYARKONTROL
        BSF     DEB
        MOVLW   D'1'
        SUBWF   GENLIKL,F
        BTFSS   STATUS,C
        DECF    GENLIKH,F


SAYFA3AYARKONTROL
        MOVLW   D'3'
        SUBWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,Z
        GOTO    SAYFA4AYARKONTROL
SAYFA3AYARYUKARI
        BTFSS   BYUK
        GOTO    SAYFA3AYARASAGI
        BTFSC   DEB
        GOTO    SAYFA3AYARASAGI
```

```
            BSF     DEB
            BCF     STATUS,C
            RRF     DALGA_SEC,F
            BTFSC   STATUS,C
            BSF     DALGA_SEC,3
SAYFA3AYARASAGI
            BTFSS   BASA
            GOTO    SAYFA4AYARKONTROL
            BTFSC   DEB
            GOTO    SAYFA4AYARKONTROL
            BSF     DEB
            BCF     STATUS,C
            RLF     DALGA_SEC,F
            BTFSS   DALGA_SEC,4
            GOTO    $+3
            CLRF    DALGA_SEC
            BSF     DALGA_SEC,0

SAYFA4AYARKONTROL
            MOVLW   D'4'
            SUBWF   SAYFANO,W
            BTFSS   STATUS,Z
            GOTO    AYARKONTROLSON
SAYFA4AYARYUKARI
            BTFSS   BYUK
            GOTO    SAYFA4AYARASAGI
;           BTFSC   DEB
;           GOTO    SAYFA4AYARASAGI
            BSF     DEB
            INCF    SURESETSANIYE,F
            MOVLW   D'196'
            ADDWF   SURESETSANIYE,W
            BTFSS   STATUS,C
            GOTO    SAYFA4AYARASAGI
            CLRF    SURESETSANIYE
            INCF    SURESETDAKIKA,F
            MOVLW   D'196'
            ADDWF   SURESETDAKIKA,W
            BTFSS   STATUS,C
            GOTO    SAYFA4AYARASAGI
            MOVLW   D'59'
            MOVWF   SURESETSANIYE
            MOVWF   SURESETDAKIKA
SAYFA4AYARASAGI
            BTFSS   BASA
            GOTO    AYARKONTROLSON
;           BTFSC   DEB
;           GOTO    AYARKONTOLSON
            BSF     DEB
            MOVLW   D'1'
            SUBWF   SURESETSANIYE,F
            BTFSC   STATUS,C
            GOTO    SAYFA4AYARASAGISON
            MOVLW   D'59'
            MOVWF   SURESETSANIYE
            MOVLW   D'1'
            SUBWF   SURESETDAKIKA,F
            BTFSC   STATUS,C
            GOTO    SAYFA4AYARASAGISON
            MOVLW   D'1'
            MOVWF   SURESETSANIYE
            MOVLW   D'0'
            MOVWF   SURESETDAKIKA
SAYFA4AYARASAGISON
            NOP

AYARKONTROLSON

            BTFSS   SANIYEBIT
            GOTO    SUREDOLMADI
            BCF     SANIYEBIT
            MOVLW   D'1'
            SUBWF   SANIYE,F
            BTFSS   STATUS,Z
            GOTO    $+5
            MOVF    DAKIKA,W
            BTFSS   STATUS,Z
            GOTO    $+2
            GOTO    SUREDOLDU

            MOVLW   D'196'
            ADDWF   SANIYE,W
            BTFSS   STATUS,C
            GOTO    SUREDOLMADI
            MOVLW   D'59'
            MOVWF   SANIYE
            MOVLW   D'1'
            SUBWF   DAKIKA,F
            GOTO    SUREDOLMADI

SUREDOLDU
            BCF     INTCON,GIE
            BCF     SHOWTIME
            BCF     LSTART
            BSF     LSTOP
            MOVLW   D'127'
            MOVWF   PORTB
            BSF     CS_DAC
            BCF     CS_DAC
            MOVF    SURESETDAKIKA,W
            MOVWF   DAKIKA
            MOVF    SURESETSANIYE,W
            MOVWF   SANIYE
            BSF     O_BUZER
            CALL    MSN50
            CLRWDT
            CALL    MSN50
            CLRWDT
            CALL    MSN50
            CLRWDT
            CALL    MSN50
            BCF     O_BUZER

SUREDOLMADI
            CALL    BUFFER_SIL
            CALL    BUFFER_YUKLE
            CALL    REFRESH
            BANK0

            GOTO    MAIN
;*************************************
;*************************************
GENLIK_YAZ
            BCF     ADCS

            MOVF    GENLIKL,W
            MOVWF   PORTB
            BCF     ADA0
            BCF     ADA1
            BCF     ADA2
            BCF     ADWR
            BSF     ADWR

            SWAPF   GENLIKL,W
            MOVWF   PORTB
            BSF     ADA0
            BCF     ADA1
            BCF     ADA2
            BCF     ADWR
            BSF     ADWR

            MOVF    GENLIKH,W
            MOVWF   PORTB
            BCF     ADA0
            BSF     ADA1
            BCF     ADA2
            BCF     ADWR
            BSF     ADWR

            CLRF    PORTB
            BSF     ADA0
            BSF     ADA1
            BCF     ADA2
            BCF     ADWR
            BSF     ADWR

            BSF     ADCS
            BCF     ADUPD
            BCF     ADWR
            BSF     ADWR

            BSF     ADUPD

            RETURN
;*****************************************
;*****************************************
```

```
BIN2BCD


;Takes hex number in NumH:NumL    Returns decimal in
;TenK:Thou:Hund:Tens:Ones
;written by John Payson
        BANKSEL B1
        CLRF    B1
        CLRF    B10
        CLRF    B100
        CLRF    B1000
        swapf   NumH,w  ;w = A2*16+A3
    andlw   0x0F    ;w = A3     *** PERSONALLY, I'D REPLACE
THESE 2
    addlw   0xF0    ;w = A3-16          ***     LINES     WITH
"IORLW b'11110000B' " -AW
    movwf   B1000   ;B3 = A3-16
    addwf   B1000,f ;B3 = 2*(A3-16) = 2A3 - 32
    addlw   .226    ;w = A3-16 - 30 = A3-46
    movwf   B100    ;B2 = A3-46
    addlw   .50     ;w = A3-46 + 50 = A3+4
    movwf   B1      ;B0 = A3+4
    movf    NumH,w  ;w = A3*16+A2
    andlw   0x0F    ;w = A2
    addwf   B100,f  ;B2 = A3-46 + A2 = A3+A2-46
    addwf   B100,f  ;B2 = A3+A2-46  + A2 = A3+2A2-46
    addwf   B1,f    ;B0 = A3+4 + A2 = A3+A2+4
    addlw   .233    ;w = A2 - 23
    movwf   B10     ;B1 = A2-23
    addwf   B10,f   ;B1 = 2*(A2-23)
    addwf   B10,f   ;B1 = 3*(A2-23) = 3A2-69 (Doh! thanks NG)
    swapf   NumL,w  ;w = A0*16+A1
    andlw   0x0F    ;w = A1
    addwf   B10,f   ;B1 = 3A2-69 + A1 = 3A2+A1-69 range -69...-
9
    addwf   B1,f    ;B0 = A3+A2+4 + A1 = A3+A2+A1+4 and
Carry = 0 (thanks NG)
    rlf     B10,f   ;B1 = 2*(3A2+A1-69) + C = 6A2+2A1-138
and Carry is now 1 as tens register had to be negitive
    rlf     B1,f    ;B0 = 2*(A3+A2+A1+4) + C =
2A3+2A2+2A1+9 (+9 not +8 due to the carry from prev line, Thanks
NG)
    comf    B1,f    ;B0 = ~(2A3+2A2+2A1+9) = -2A3-2A2-2A1-
10 (ones complement plus 1 is twos complement. Thanks SD)
    rlf     B1,f    ;B0 = 2*(-2A3-2A2-2A1-10) = -4A3-4A2-4A1-
20
    movf    NumL,w  ;w = A1*16+A0
    andlw   0x0F    ;w = A0
    addwf   B1,f    ;B0 = -4A3-4A2-4A1-20 + A0 = A0-
4(A3+A2+A1)-20 range -215...-5 Carry=0
    rlf     B1000,f ;B3 = 2*(2A3 - 32) = 4A3 - 64
    movlw   0x07    ;w = 7
    movwf   B10000  ;B4 = 7
    movlw   .10     ;w = 10
Lb1:                            ;do
    addwf   B1,f    ; B0 += 10
    decf    B10,f   ; B1 -= 1
    btfss   3,0
        ;skip no carry
    goto    Lb1     ; while B0 < 0
        ;jmp carry
Lb2:                            ;do
    addwf   B10,f   ; B1 += 10
    decf    B100,f  ; B2 -= 1
    btfss   3,0
    goto    Lb2     ; while B1 < 0
Lb3:                            ;do
    addwf   B100,f  ; B2 += 10
    decf    B1000,f ; B3 -= 1
    btfss   3,0
    goto    Lb3     ; while B2 < 0
Lb4:                            ;do
    addwf   B1000,f ; B3 += 10
    decf    B10000,f ; B4 -= 1
    btfss   3,0
    goto    Lb4     ; while B3 < 0
    RETURN
```

```
;*****************************************
BUFFER_YUKLE
        CLRWDT
        BANKSEL         SAYFANO
        MOVF    SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,Z
        GOTO    SAYFA1KONTROL
SAYFA0
        BANK3
        MOVLW   'F'
        MOVWF   D101
        MOVLW   'R'
        MOVWF   D102
        MOVLW   'E'
        MOVWF   D103
        MOVLW   'K'
        MOVWF   D104
        MOVLW   'A'
        MOVWF   D105
        MOVLW   'N'
        MOVWF   D106
        MOVLW   'S'
        MOVWF   D107
        MOVLW   ':'
        MOVWF   D109
        BANKSEL         FREKADH
        MOVF    FREKADH,W
        MOVWF   NUMH
        MOVF    FREKADL,W
        MOVWF   NUML
        CALL    BIN2BCD
        BANKSEL B100
        MOVF    B100,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D112
        MOVWF   D112
        BANKSEL B10
        MOVF    B10,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D113
        MOVWF   D113
        BANKSEL B1
        MOVF    B1,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D114
        MOVWF   D114
        BANKSEL D116
        MOVLW   'H'
        MOVWF   D116
        MOVLW   'E'
        MOVWF   D117
        MOVLW   'R'
        MOVWF   D118
        MOVLW   'T'
        MOVWF   D119
        MOVLW   'Z'
        MOVWF   D120

        MOVLW   'G'
        MOVWF   D201
        MOVLW   'E'
        MOVWF   D202
        MOVLW   'R'
        MOVWF   D203
        MOVLW   'I'
        MOVWF   D204
        MOVLW   'L'
        MOVWF   D205
        MOVLW   'I'
        MOVWF   D206
        MOVLW   'M'
        MOVWF   D207
        MOVLW   ':'
        MOVWF   D209
        BANKSEL         GENLIKH
        MOVF    GENLIKH,W
        MOVWF   NUMH
        MOVF    GENLIKL,W
        MOVWF   NUML
        CALL    BIN2BCD
        BANKSEL         B1000
        MOVF    B1000,W
        CALL    TABLO
```

```
        BANKSEL D211
        MOVWF D211
        BANKSEL D212
        MOVLW '.'
        MOVWF D212
        BANKSEL B100
        MOVF B100,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D213
        MOVWF D213
        BANKSEL B10
        MOVF B10,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D214
        MOVWF D214
        BANKSEL B1
        MOVF B1,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D215
        MOVWF D215
        MOVLW 'V'
        MOVWF D217
        MOVLW 'O'
        MOVWF D218
        MOVLW 'L'
        MOVWF D219
        MOVLW 'T'
        MOVWF D220

        MOVLW 'S'
        MOVWF D301
        MOVLW 'I'
        MOVWF D302
        MOVLW 'N'
        MOVWF D303
        MOVLW 'Y'
        MOVWF D304
        MOVLW 'A'
        MOVWF D305
        MOVLW 'L'
        MOVWF D306
        MOVLW ':'
        MOVWF D309
SINUS_YAZ_EKRAN
        BANKSEL DALGA_SEC
        BTFSS DALGA_SINUS
        GOTO KARE_YAZ_EKRAN
        BSF LSINUS
        BCF LKARE
        BCF LUCGEN
        BCF LTESTERE
        BANKSEL D311
        MOVLW 'S'
        MOVWF D311
        MOVLW 'I'
        MOVWF D312
        MOVLW 'N'
        MOVWF D313
        MOVLW 'U'
        MOVWF D314
        MOVLW 'S'
        MOVWF D315
KARE_YAZ_EKRAN
        BANKSEL DALGA_SEC
        BTFSS DALGA_KARE
        GOTO UCGEN_YAZ_EKRAN
        BCF LSINUS
        BSF LKARE
        BCF LUCGEN
        BCF LTESTERE
        BANKSEL D311
        MOVLW 'K'
        MOVWF D311
        MOVLW 'A'
        MOVWF D312
        MOVLW 'R'
        MOVWF D313
        MOVLW 'E'
        MOVWF D314
UCGEN_YAZ_EKRAN
        BANKSEL DALGA_SEC
        BTFSS DALGA_UCGEN
        GOTO TESTERE_YAZ_EKRAN
        BCF LSINUS
        BCF LKARE
        BSF LUCGEN
        BCF LTESTERE
        BANKSEL D311
        MOVLW 'U'
        MOVWF D311
        MOVLW 'C'
        MOVWF D312
        MOVLW 'G'
        MOVWF D313
        MOVLW 'E'
        MOVWF D314
        MOVLW 'N'
        MOVWF D315
TESTERE_YAZ_EKRAN
        BANKSEL DALGA_SEC
        BTFSS DALGA_TESTERE
        GOTO SON_YAZ_EKRAN
        BCF LSINUS
        BCF LKARE
        BCF LUCGEN
        BSF LTESTERE
        BANKSEL D311
        MOVLW 'T'
        MOVWF D311
        MOVLW 'E'
        MOVWF D312
        MOVLW 'S'
        MOVWF D313
        MOVLW 'T'
        MOVWF D314
        MOVLW 'E'
        MOVWF D315
        MOVLW 'R'
        MOVWF D316
        MOVLW 'E'
        MOVWF D317
SON_YAZ_EKRAN

        BANKSEL SURESETDAKIKA
        MOVF SURESETDAKIKA,W
        MOVWF NUML
        CLRF NUMH
        CALL BIN2BCD
        BANKSEL B10
        MOVF B10,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D401
        MOVWF D401
        BANKSEL B1
        MOVF B1,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D402
        MOVWF D402
        MOVLW ':'
        MOVWF D403
        BANKSEL SURESETSANIYE
        MOVF SURESETSANIYE,W
        MOVWF NUML
        CLRF NUMH
        CALL BIN2BCD
        BANKSEL B10
        MOVF B10,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D404
        MOVWF D404
        BANKSEL B1
        MOVF B1,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D405
        MOVWF D405

        BANKSEL DAKIKA
        MOVF DAKIKA,W
        MOVWF NUML
        CLRF NUMH
        CALL BIN2BCD
        BANKSEL B10
        MOVF B10,W
        CALL TABLO
        BANKSEL D416
        MOVWF D416
```

```
        BANKSEL B1
        MOVF    B1,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D417
        MOVWF   D417
        MOVLW   ':'
        MOVWF   D418
        BANKSEL SANIYE
        MOVF    SANIYE,W
        MOVWF   NUML
        CLRF    NUMH
        CALL    BIN2BCD
        BANKSEL B10
        MOVF    B10,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D419
        MOVWF   D419
        BANKSEL B1
        MOVF    B1,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D420
        MOVWF   D420


SAYFA1KONTROL
        BANKSEL SAYFANO
        MOVLW   D'1'
        SUBWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,Z
        GOTO    SAYFA2KONTROL
SAYFA1
        BANK3
        MOVLW   'F'
        MOVWF   D201
        MOVLW   'R'
        MOVWF   D202
        MOVLW   'E'
        MOVWF   D203
        MOVLW   'K'
        MOVWF   D204
        MOVLW   'A'
        MOVWF   D205
        MOVLW   'N'
        MOVWF   D206
        MOVLW   'S'
        MOVWF   D207
        MOVLW   ':'
        MOVWF   D209
        BANKSEL FREKADH
        MOVF    FREKADH,W
        MOVWF   NUMH
        MOVF    FREKADL,W
        MOVWF   NUML
        CALL    BIN2BCD
        BANKSEL B100
        MOVF    B100,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D212
        MOVWF   D212
        BANKSEL B10
        MOVF    B10,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D213
        MOVWF   D213
        BANKSEL B1
        MOVF    B1,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D214
        MOVWF   D214

        BANKSEL D216
        MOVLW   'H'
        MOVWF   D216
        MOVLW   'E'
        MOVWF   D217
        MOVLW   'R'
        MOVWF   D218
        MOVLW   'T'
        MOVWF   D219
        MOVLW   'Z'
        MOVWF   D220

SAYFA2KONTROL
        BANKSEL SAYFANO
        MOVLW   D'2'
        SUBWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,Z
        GOTO    SAYFA3KONTROL
SAYFA2
        BANK3
        MOVLW   'G'
        MOVWF   D201
        MOVLW   'E'
        MOVWF   D202
        MOVLW   'R'
        MOVWF   D203
        MOVLW   'I'
        MOVWF   D204
        MOVLW   'L'
        MOVWF   D205
        MOVLW   'I'
        MOVWF   D206
        MOVLW   'M'
        MOVWF   D207
        MOVLW   ':'
        MOVWF   D209
        BANKSEL GENLIKH
        MOVF    GENLIKH,W
        MOVWF   NUMH
        MOVF    GENLIKL,W
        MOVWF   NUML
        CALL    BIN2BCD
        BANKSEL B1000
        MOVF    B1000,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D211
        MOVWF   D211
        BANKSEL D212
        MOVLW   '.'
        MOVWF   D212
        BANKSEL B100
        MOVF    B100,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D213
        MOVWF   D213
        BANKSEL B10
        MOVF    B10,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D214
        MOVWF   D214
        BANKSEL B1
        MOVF    B1,W
        CALL    TABLO
        BANKSEL D215
        MOVWF   D215
        MOVLW   'V'
        MOVWF   D217
        MOVLW   'O'
        MOVWF   D218
        MOVLW   'L'
        MOVWF   D219
        MOVLW   'T'
        MOVWF   D220


SAYFA3KONTROL
        BANKSEL SAYFANO
        MOVLW   D'3'
        SUBWF   SAYFANO,W
        BTFSS   STATUS,Z
        GOTO    SAYFA4KONTROL
SAYFA3
        BANK3
        MOVLW   'S'
        MOVWF   D201
        MOVLW   'I'
        MOVWF   D202
        MOVLW   'N'
        MOVWF   D203
        MOVLW   'Y'
        MOVWF   D204
        MOVLW   'A'
        MOVWF   D205
        MOVLW   'L'
        MOVWF   D206
        MOVLW   ' '
```

```
        MOVWF  D207
        MOVLW  ':'
        MOVWF  D209
SINUS_YAZ_EKRAN2
        BANKSEL        DALGA_SEC
        BTFSS  DALGA_SINUS
        GOTO   KARE_YAZ_EKRAN2
        BSF    LSINUS
        BCF    LKARE
        BCF    LUCGEN
        BCF    LTESTERE
        BANKSEL        D211
        MOVLW  'S'
        MOVWF  D211
        MOVLW  'I'
        MOVWF  D212
        MOVLW  'N'
        MOVWF  D213
        MOVLW  'U'
        MOVWF  D214
        MOVLW  'S'
        MOVWF  D215
KARE_YAZ_EKRAN2
        BANKSEL        DALGA_SEC
        BTFSS  DALGA_KARE
        GOTO   UCGEN_YAZ_EKRAN2
        BCF    LSINUS
        BSF    LKARE
        BCF    LUCGEN
        BCF    LTESTERE
        BANKSEL        D211
        MOVLW  'K'
        MOVWF  D211
        MOVLW  'A'
        MOVWF  D212
        MOVLW  'R'
        MOVWF  D213
        MOVLW  'E'
        MOVWF  D214
UCGEN_YAZ_EKRAN2
        BANKSEL        DALGA_SEC
        BTFSS  DALGA_UCGEN
        GOTO   TESTERE_YAZ_EKRAN2
        BCF    LSINUS
        BCF    LKARE
        BSF    LUCGEN
        BCF    LTESTERE
        BANKSEL        D211
        MOVLW  'U'
        MOVWF  D211
        MOVLW  'C'
        MOVWF  D212
        MOVLW  'G'
        MOVWF  D213
        MOVLW  'E'
        MOVWF  D214
        MOVLW  'N'
        MOVWF  D215
TESTERE_YAZ_EKRAN2
        BANKSEL        DALGA_SEC
        BTFSS  DALGA_TESTERE
        GOTO   SON_YAZ_EKRAN2
        BCF    LSINUS
        BCF    LKARE
        BCF    LUCGEN
        BSF    LTESTERE
        BANKSEL        D211
        MOVLW  'T'
        MOVWF  D211
        MOVLW  'E'
        MOVWF  D212
        MOVLW  'S'
        MOVWF  D213
        MOVLW  'T'
        MOVWF  D214
        MOVLW  'E'
        MOVWF  D215
        MOVLW  'R'
        MOVWF  D216
        MOVLW  'E'
        MOVWF  D217
SON_YAZ_EKRAN2
        NOP

SAYFA4KONTROL
        BANKSEL        SAYFANO
        MOVLW  D'4'
        SUBWF  SAYFANO,W
        BTFSS  STATUS,Z
        GOTO   SAYFAKONTROLSON
SAYFA4
        BANK3
        MOVLW  'S'
        MOVWF  D201
        MOVLW  'U'
        MOVWF  D202
        MOVLW  'R'
        MOVWF  D203
        MOVLW  'E'
        MOVWF  D204
        BANKSEL        SURESETDAKIKA
        MOVF   SURESETDAKIKA,W
        MOVWF  NUML
        CLRF   NUMH
        CALL   BIN2BCD
        BANKSEL B10
        MOVF   B10,W
        CALL   TABLO
        BANKSEL        D208
        MOVWF  D208
        BANKSEL        B1
        MOVF   B1,W
        CALL   TABLO
        BANKSEL        D209
        MOVWF  D209
        MOVLW  ':'
        MOVWF  D210
        BANKSEL SURESETSANIYE
        MOVF   SURESETSANIYE,W
        MOVWF  NUML
        CLRF   NUMH
        CALL   BIN2BCD
        BANKSEL        B10
        MOVF   B10,W
        CALL   TABLO
        BANKSEL D211
        MOVWF  D211
        BANKSEL        B1
        MOVF   B1,W
        CALL   TABLO
        BANKSEL D212
        MOVWF  D212


SAYFAKONTROLSON
        RETURN

;*********************************
BUFFER_SIL
        BANK3
        MOVLW  ' '

        MOVWF  D101
        MOVWF  D102
        MOVWF  D103
        MOVWF  D104
        MOVWF  D105
        MOVWF  D106
        MOVWF  D107
        MOVWF  D108
        MOVWF  D109
        MOVWF  D110
        MOVWF  D111
        MOVWF  D112
        MOVWF  D113
        MOVWF  D114
        MOVWF  D115
        MOVWF  D116
        MOVWF  D117
        MOVWF  D118
        MOVWF  D119
        MOVWF  D120

        MOVWF  D201
        MOVWF  D202
        MOVWF  D203
```

```
        MOVWF  D204
        MOVWF  D205
        MOVWF  D206
        MOVWF  D207
        MOVWF  D208
        MOVWF  D209
        MOVWF  D210
        MOVWF  D211
        MOVWF  D212
        MOVWF  D213
        MOVWF  D214
        MOVWF  D215
        MOVWF  D216
        MOVWF  D217
        MOVWF  D218
        MOVWF  D219
        MOVWF  D220

        MOVWF  D301
        MOVWF  D302
        MOVWF  D303
        MOVWF  D304
        MOVWF  D305
        MOVWF  D306
        MOVWF  D307
        MOVWF  D308
        MOVWF  D309
        MOVWF  D310
        MOVWF  D311
        MOVWF  D312
        MOVWF  D313
        MOVWF  D314
        MOVWF  D315
        MOVWF  D316
        MOVWF  D317
        MOVWF  D318
        MOVWF  D319
        MOVWF  D320

        MOVWF  D401
        MOVWF  D402
        MOVWF  D403
        MOVWF  D404
        MOVWF  D405
        MOVWF  D406
        MOVWF  D407
        MOVWF  D408
        MOVWF  D409
        MOVWF  D410
        MOVWF  D411
        MOVWF  D412
        MOVWF  D413
        MOVWF  D414
        MOVWF  D415
        MOVWF  D416
        MOVWF  D417
        MOVWF  D418
        MOVWF  D419
        MOVWF  D420

        RETURN
;*****************************************
REFRESH
        MOVLW  H'2'         ; BİRİNCİ SATIR
        CALL   LCD_OUTC
        BANK3
        MOVF   D101,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D102,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D103,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D104,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D105,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D106,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D107,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D108,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D109,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D110,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D111,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D112,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D113,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D114,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D115,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D116,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D117,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D118,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D119,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D120,W
        CALL   LCD_OUT


        MOVLW  H'C0'        ; İKİNCİ SATIR
        CALL   LCD_OUTC
        BANK3
        MOVF   D201,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D202,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D203,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D204,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D205,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D206,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D207,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D208,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D209,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D210,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D211,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
        MOVF   D212,W
        CALL   LCD_OUT
        BANK3
```

```
MOVF    D213,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D214,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D215,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D216,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D217,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D218,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D219,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D220,W
CALL    LCD_OUT

MOVLW   H'94'       ; ÜÇÜNCÜ SATIR
CALL    LCD_OUTC
BANK3
MOVF    D301,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D302,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D303,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D304,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D305,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D306,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D307,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D308,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D309,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D310,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D311,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D312,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D313,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D314,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D315,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D316,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D317,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D318,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D319,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D320,W
CALL    LCD_OUT

MOVLW   H'D4'       ; DÖRDÜNCÜ SATIR
CALL    LCD_OUTC
BANK3
MOVF    D401,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D402,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D403,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D404,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D405,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D406,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D407,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D408,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D409,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D410,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D411,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D412,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D413,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D414,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D415,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D416,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D417,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D418,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D419,W
CALL    LCD_OUT
BANK3
MOVF    D420,W
CALL    LCD_OUT

        RETURN
;*************************************************

;PIC Time Delay = 0.0000496 s with Osc = 20.000000 MHz
USN50   movlw   D'81'
        movwf   CounterA
loop5   decfsz  CounterA,1
        goto    loop5
        RETURN

;PIC Time Delay = 0.0020004 s with Osc = 20.000000 MHz
MSN2
        movlw   D'13'
        movwf   CounterB
        movlw   D'251'
        movwf   CounterA
```

```
loop4   decfsz  CounterA,1
        goto    loop4
        decfsz  CounterB,1
        goto    loop4
        RETURN

;*************************************************
;*************************************************
;PIC Time Delay = 0.0001000 s with Osc = 20.000000 MHz
USN100  movlw   D'165'
        movwf   CounterA
loop3A  decfsz  CounterA,1
        goto    loop3A
        RETURN

MSN10
;PIC Time Delay = 0.0100006 s with Osc = 20.000000 MHz
        movlw   D'65'
        movwf   CounterB
        movlw   D'238'
        movwf   CounterA
loop2   decfsz  CounterA,1
        goto    loop2
        decfsz  CounterB,1
        goto    loop2
        RETURN
;*************************************************
;*************************************************
;PIC Time Delay = 0.0500022 s with Osc = 20.000000 MHz
MSN50
        movlw   D'2'
        movwf   CounterC
        movlw   D'70'
        movwf   CounterB
        movlw   D'171'
        movwf   CounterA
loop1   decfsz  CounterA,1
        goto    loop1
        decfsz  CounterB,1
        goto    loop1
        decfsz  CounterC,1
        goto    loop1
        RETURN
;*****************************************
;*****************************************
FREKANS_SEC
        PAGE3
        GOTO    TIMH_OKU
TIMH_OKU_SONU
        MOVWF   TIMH
        PAGE3
        GOTO    TIML_OKU
TIML_OKU_SONU
        MOVWF   TIML
        PAGE3
        GOTO    FREKADH_OKU
FREKADH_OKU_SONU
        MOVWF   FREKADH
        PAGE3
        GOTO    FREKADL_OKU
FREKADL_OKU_SONU
        MOVWF   FREKADL

        MOVLW   D'20'
        ADDWF   TIML,F
        BTFSS   STATUS,C
        GOTO    $+2
        INCF    TIMH,F

        RETURN

;*****************************************
;*****************************************
        ORG     H'1900'
TIMH_OKU
        MOVLW   B'00011001'
        MOVWF   PCLATH
        CALL    TIMH_TABLO
        PAGESEL TIMH_OKU_SONU
        GOTO    TIMH_OKU_SONU
TIMH_TABLO:
        MOVF    FREKANS_SET,W
        ADDWF   PCL,F       ; TIMH
```

```
RETLW   H'AE'   ; 0     1_H
RETLW   H'D7'   ; 1     2_H
RETLW   H'E4'   ; 2     3_H
RETLW   H'EB'   ; 3     4_H
RETLW   H'EF'   ; 4     5_H
RETLW   H'F2'   ; 5     6_H
RETLW   H'F4'   ; 6     7_H
RETLW   H'F5'   ; 7     8_H
RETLW   H'F6'   ; 8     9_H
RETLW   H'F7'   ; 9     10_H
RETLW   H'F8'   ; 10    11_H
RETLW   H'F9'   ; 11    12_H
RETLW   H'F9'   ; 12    13_H
RETLW   H'FA'   ; 13    14_H
RETLW   H'FA'   ; 14    15_H
RETLW   H'FA'   ; 15    16_H
RETLW   H'FB'   ; 16    17_H
RETLW   H'FB'   ; 17    18_H
RETLW   H'FB'   ; 18    19_H
RETLW   H'FB'   ; 19    20_H
RETLW   H'FC'   ; 20    21_H
RETLW   H'FC'   ; 21    22_H
RETLW   H'FC'   ; 22    23_H
RETLW   H'FC'   ; 23    24_H
RETLW   H'FC'   ; 24    25_H
RETLW   H'FC'   ; 25    26_H
RETLW   H'FC'   ; 26    27_H
RETLW   H'FD'   ; 27    28_H
RETLW   H'FD'   ; 28    29_H
RETLW   H'FD'   ; 29    30_H
RETLW   H'FD'   ; 30    31_H
RETLW   H'FD'   ; 31    32_H
RETLW   H'FD'   ; 32    33_H
RETLW   H'FD'   ; 33    34_H
RETLW   H'FD'   ; 34    35_H
RETLW   H'FD'   ; 35    36_H
RETLW   H'FD'   ; 36    37_H
RETLW   H'FD'   ; 37    38_H
RETLW   H'FD'   ; 38    39_H
RETLW   H'FD'   ; 39    40_H
RETLW   H'FE'   ; 40    41_H
RETLW   H'FE'   ; 41    42_H
RETLW   H'FE'   ; 42    43_H
RETLW   H'FE'   ; 43    44_H
RETLW   H'FE'   ; 44    45_H
RETLW   H'FE'   ; 45    46_H
RETLW   H'FE'   ; 46    47_H
RETLW   H'FE'   ; 47    48_H
RETLW   H'FE'   ; 48    49_H
RETLW   H'FE'   ; 49    50_H
RETLW   H'FE'   ; 50    51_H
RETLW   H'FE'   ; 51    52_H
RETLW   H'FE'   ; 52    53_H
RETLW   H'FE'   ; 53    54_H
RETLW   H'FE'   ; 54    55_H
RETLW   H'FE'   ; 55    56_H
RETLW   H'FE'   ; 56    57_H
RETLW   H'FE'   ; 57    58_H
RETLW   H'FE'   ; 58    59_H
RETLW   H'FE'   ; 59    60_H
RETLW   H'FE'   ; 60    61_H
RETLW   H'FE'   ; 61    62_H
RETLW   H'FE'   ; 62    63_H
RETLW   H'FE'   ; 63    64_H
RETLW   H'FE'   ; 64    65_H
RETLW   H'FE'   ; 65    66_H
RETLW   H'FE'   ; 66    67_H
RETLW   H'FE'   ; 67    68_H
RETLW   H'FE'   ; 68    69_H
RETLW   H'FE'   ; 69    70_H
RETLW   H'FE'   ; 70    71_H
RETLW   H'FE'   ; 71    72_H
RETLW   H'FE'   ; 72    73_H
RETLW   H'FE'   ; 73    74_H
RETLW   H'FE'   ; 74    75_H
RETLW   H'FE'   ; 75    76_H
RETLW   H'FE'   ; 76    77_H
RETLW   H'FE'   ; 77    78_H
RETLW   H'FE'   ; 78    79_H
RETLW   H'FE'   ; 79    80_H
RETLW   H'FE'   ; 80    81_H
RETLW   H'FF'   ; 81    82_H
```

```
RETLW   H'FF'       ; 82        83_H
RETLW   H'FF'       ; 83        84_H
RETLW   H'FF'       ; 84        85_H
RETLW   H'FF'       ; 85        86_H
RETLW   H'FF'       ; 87_H
RETLW   H'FF'       ; 88_H
RETLW   H'FF'       ; 89_H
RETLW   H'FF'       ; 90_H
RETLW   H'FF'       ; 91_H
RETLW   H'FF'       ; 92_H
RETLW   H'FF'       ; 93_H
RETLW   H'FF'       ; 94_H
RETLW   H'FF'       ; 95_H
RETLW   H'FF'       ; 96_H
RETLW   H'FF'       ; 97_H
RETLW   H'FF'       ; 98_H
RETLW   H'FF'       ; 99_H
RETLW   H'FF'       ; 100_H
RETLW   H'FF'       ; 101_H
RETLW   H'FF'       ; 102_H
RETLW   H'FF'       ; 103_H
RETLW   H'FF'       ; 104_H
RETLW   H'FF'       ; 105_H
RETLW   H'FF'       ; 106_H
RETLW   H'FF'       ; 107_H
RETLW   H'FF'       ; 108_H
RETLW   H'FF'       ; 109_H
RETLW   H'FF'       ; 110_H
RETLW   H'FF'       ; 111_H
RETLW   H'FF'       ; 112_H
RETLW   H'FF'       ; 113_H
RETLW   H'FF'       ; 114_H
RETLW   H'FF'       ; 115_H
RETLW   H'FF'       ; 116_H
RETLW   H'FF'       ; 117_H
RETLW   H'FF'       ; 118_H
RETLW   H'FF'       ; 119_H
RETLW   H'FF'       ; 120_H
RETLW   H'FF'       ; 121_H
RETLW   H'FF'       ; 122_H
RETLW   H'FF'       ; 123_H
RETLW   H'FF'       ; 124_H
RETLW   H'FF'       ; 125_H
RETLW   H'FF'       ; 126_H
RETLW   H'FF'       ; 127_H
RETLW   H'FF'       ; 128_H
RETLW   H'FF'       ; 129_H
RETLW   H'FF'       ; 130_H
RETLW   H'FF'       ; 131_H
RETLW   H'FF'       ; 132_H
RETLW   H'FF'       ; 133_H
RETLW   H'FF'       ; 134_H
RETLW   H'FF'       ; 135_H
RETLW   H'FF'       ; 136_H
RETLW   H'FF'       ; 137_H
RETLW   H'FF'       ; 138_H
RETLW   H'FF'       ; 139_H
RETLW   H'FF'       ; 140_H
RETLW   H'FF'       ; 141_H
RETLW   H'FF'       ; 142_H
RETLW   H'FF'       ; 143_H
RETLW   H'FF'       ; 144_H
RETLW   H'FF'       ; 145_H
RETLW   H'FF'       ; 146_H
RETLW   H'FF'       ; 147_H
RETLW   H'FF'       ; 148_H
RETLW   H'FF'       ; 149_H
RETLW   H'FF'       ; 150_H
RETLW   H'FF'       ; 152_H
RETLW   H'FF'       ; 153_H
RETLW   H'FF'       ; 154_H
RETLW   H'FF'       ; 155_H
RETLW   H'FF'       ; 157_H
RETLW   H'FF'       ; 158_H
RETLW   H'FF'       ; 159_H
RETLW   H'FF'       ; 160_H
RETLW   H'FF'       ; 161_H
RETLW   H'FF'       ; 163_H
RETLW   H'FF'       ; 164_H
RETLW   H'FF'       ; 165_H
RETLW   H'FF'       ; 167_H
RETLW   H'FF'       ; 168_H
RETLW   H'FF'       ; 169_H
RETLW   H'FF'       ; 171_H
RETLW   H'FF'       ; 172_H
RETLW   H'FF'       ; 174_H
RETLW   H'FF'       ; 175_H
RETLW   H'FF'       ; 177_H
RETLW   H'FF'       ; 178_H
RETLW   H'FF'       ; 180_H
RETLW   H'FF'       ; 181_H
RETLW   H'FF'       ; 183_H
RETLW   H'FF'       ; 184_H
RETLW   H'FF'       ; 186_H
RETLW   H'FF'       ; 188_H
RETLW   H'FF'       ; 189_H
RETLW   H'FF'       ; 191_H
RETLW   H'FF'       ; 193_H
RETLW   H'FF'       ; 195_H
RETLW   H'FF'       ; 197_H
RETLW   H'FF'       ; 198_H
RETLW   H'FF'       ; 200_H
RETLW   H'FF'       ; 202_H
RETLW   H'FF'       ; 204_H
RETLW   H'FF'       ; 206_H
RETLW   H'FF'       ; 187       208_H
RETLW   H'FF'       ; 188       210_H
RETLW   H'FF'       ; 189       213_H
RETLW   H'FF'       ; 190       215_H
RETLW   H'FF'       ; 191       217_H
RETLW   H'FF'       ; 192       219_H
RETLW   H'FF'       ; 193       222_H
RETLW   H'FF'       ; 194       224_H
RETLW   H'FF'       ; 195       226_H
RETLW   H'FF'       ; 196       229_H
RETLW   H'FF'       ; 197       231_H
RETLW   H'FF'       ; 198       234_H
RETLW   H'FF'       ; 199       237_H
RETLW   H'FF'       ; 200       239_H
RETLW   H'FF'       ; 201       242_H
RETLW   H'FF'       ; 202       245_H
RETLW   H'FF'       ; 203       248_H
RETLW   H'FF'       ; 204       251_H
RETLW   H'FF'       ; 205       254_H
RETLW   H'FF'       ; 206       257_H
RETLW   H'FF'       ; 207       260_H
RETLW   H'FF'       ; 208       264_H
RETLW   H'FF'       ; 209       267_H
RETLW   H'FF'       ; 210       271_H
RETLW   H'FF'       ; 211       274_H
RETLW   H'FF'       ; 212       278_H
RETLW   H'FF'       ; 213       282_H
RETLW   H'FF'       ; 214       285_H
RETLW   H'FF'       ; 215       289_H
RETLW   H'FF'       ; 216       293_H
RETLW   H'FF'       ; 217       298_H
RETLW   H'FF'       ; 218       302_H
RETLW   H'FF'       ; 219       306_H
RETLW   H'FF'       ; 220       311_H
RETLW   H'FF'       ; 221       316_H
RETLW   H'FF'       ; 222       321_H
RETLW   H'FF'       ; 223       326_H
RETLW   H'FF'       ; 224       331_H
RETLW   H'FF'       ; 225       336_H
RETLW   H'FF'       ; 226       342_H
RETLW   H'FF'       ; 227       347_H
RETLW   H'FF'       ; 228       353_H
RETLW   H'FF'       ; 229       359_H
RETLW   H'FF'       ; 230       365_H
RETLW   H'FF'       ; 231       372_H
RETLW   H'FF'       ; 232       379_H
RETLW   H'FF'       ; 233       386_H
RETLW   H'FF'       ; 234       393_H
RETLW   H'FF'       ; 235       401_H
RETLW   H'FF'       ; 236       409_H
RETLW   H'FF'       ; 237       417_H
RETLW   H'FF'       ; 238       425_H
RETLW   H'FF'       ; 239       434_H
RETLW   H'FF'       ; 240       443_H
RETLW   H'FF'       ; 241       453_H
RETLW   H'FF'       ; 242       463_H
RETLW   H'FF'       ; 243       474_H
RETLW   H'FF'       ; 244       485_H
RETLW   H'FF'       ; 245       496_H
RETLW   H'FF'       ; 246       508_H
;*****************************************
```

```
;*****************************************
        ORG     H'1A00'
TIML_OKU
        MOVLW   B'00011010'
        MOVWF   PCLATH
        CALL    TIML_TABLO
        PAGESELTIML_OKU_SONU
        GOTO    TIML_OKU_SONU
TIML_TABLO:
        MOVF    FREKANS_SET,W
        ADDWF   PCL,F   ; TIML

        RETLW   H'A0'   ; 0     1_L
        RETLW   H'51'   ; 1     2_L
        RETLW   H'DF'   ; 2     3_L
        RETLW   H'A8'   ; 3     4_L
        RETLW   H'B9'   ; 4     5_L
        RETLW   H'70'   ; 5     6_L
        RETLW   H'60'   ; 6     7_L
        RETLW   H'D4'   ; 7     8_L
        RETLW   H'F6'   ; 8     9_L
        RETLW   H'DD'   ; 9     10_L
        RETLW   H'9A'   ; 10    11_L
        RETLW   H'38'   ; 11    12_L
        RETLW   H'BE'   ; 12    13_L
        RETLW   H'30'   ; 13    14_L
        RETLW   H'94'   ; 14    15_L
        RETLW   H'EA'   ; 15    16_L
        RETLW   H'37'   ; 16    17_L
        RETLW   H'7B'   ; 17    18_L
        RETLW   H'B8'   ; 18    19_L
        RETLW   H'EF'   ; 19    20_L
        RETLW   H'20'   ; 20    21_L
        RETLW   H'4E'   ; 21    22_L
        RETLW   H'77'   ; 22    23_L
        RETLW   H'9C'   ; 23    24_L
        RETLW   H'BF'   ; 24    25_L
        RETLW   H'DF'   ; 25    26_L
        RETLW   H'FD'   ; 26    27_L
        RETLW   H'18'   ; 27    28_L
        RETLW   H'34'   ; 28    29_L
        RETLW   H'4A'   ; 29    30_L
        RETLW   H'60'   ; 30    31_L
        RETLW   H'75'   ; 31    32_L
        RETLW   H'89'   ; 32    33_L
        RETLW   H'9C'   ; 33    34_L
        RETLW   H'AD'   ; 34    35_L
        RETLW   H'BE'   ; 35    36_L
        RETLW   H'CD'   ; 36    37_L
        RETLW   H'DC'   ; 37    38_L
        RETLW   H'EA'   ; 38    39_L
        RETLW   H'F8'   ; 39    40_L
        RETLW   H'04'   ; 40    41_L
        RETLW   H'10'   ; 41    42_L
        RETLW   H'1C'   ; 42    43_L
        RETLW   H'27'   ; 43    44_L
        RETLW   H'32'   ; 44    45_L
        RETLW   H'3B'   ; 45    46_L
        RETLW   H'45'   ; 46    47_L
        RETLW   H'4E'   ; 47    48_L
        RETLW   H'57'   ; 48    49_L
        RETLW   H'60'   ; 49    50_L
        RETLW   H'68'   ; 50    51_L
        RETLW   H'70'   ; 51    52_L
        RETLW   H'77'   ; 52    53_L
        RETLW   H'7F'   ; 53    54_L
        RETLW   H'86'   ; 54    55_L
        RETLW   H'8C'   ; 55    56_L
        RETLW   H'93'   ; 56    57_L
        RETLW   H'99'   ; 57    58_L
        RETLW   H'9F'   ; 58    59_L
        RETLW   H'A5'   ; 59    60_L
        RETLW   H'AB'   ; 60    61_L
        RETLW   H'B0'   ; 61    62_L
        RETLW   H'B6'   ; 62    63_L
        RETLW   H'BB'   ; 63    64_L
        RETLW   H'C0'   ; 64    65_L
        RETLW   H'C5'   ; 65    66_L
        RETLW   H'C9'   ; 66    67_L
        RETLW   H'CE'   ; 67    68_L
        RETLW   H'D3'   ; 68    69_L
        RETLW   H'D7'   ; 69    70_L
        RETLW   H'DB'   ; 70    71_L
        RETLW   H'DF'   ; 71    72_L
        RETLW   H'E3'   ; 72    73_L
        RETLW   H'E7'   ; 73    74_L
        RETLW   H'EB'   ; 74    75_L
        RETLW   H'EE'   ; 75    76_L
        RETLW   H'F2'   ; 76    77_L
        RETLW   H'F5'   ; 77    78_L
        RETLW   H'F9'   ; 78    79_L
        RETLW   H'FC'   ; 79    80_L
        RETLW   H'FF'   ; 80    81_L
        RETLW   H'02'   ; 81    82_L
        RETLW   H'05'   ; 82    83_L
        RETLW   H'08'   ; 83    84_L
        RETLW   H'0B'   ; 84    85_L
        RETLW   H'0E'   ; 85    86_L
        RETLW   H'11'   ; 87_L
        RETLW   H'14'   ; 88_L
        RETLW   H'16'   ; 89_L
        RETLW   H'19'   ; 90_L
        RETLW   H'1B'   ; 91_L
        RETLW   H'1E'   ; 92_L
        RETLW   H'20'   ; 93_L
        RETLW   H'23'   ; 94_L
        RETLW   H'25'   ; 95_L
        RETLW   H'27'   ; 96_L
        RETLW   H'2A'   ; 97_L
        RETLW   H'2C'   ; 98_L
        RETLW   H'2E'   ; 99_L
        RETLW   H'30'   ; 100_L
        RETLW   H'32'   ; 101_L
        RETLW   H'34'   ; 102_L
        RETLW   H'36'   ; 103_L
        RETLW   H'38'   ; 104_L
        RETLW   H'3A'   ; 105_L
        RETLW   H'3C'   ; 106_L
        RETLW   H'3E'   ; 107_L
        RETLW   H'3F'   ; 108_L
        RETLW   H'41'   ; 109_L
        RETLW   H'43'   ; 110_L
        RETLW   H'45'   ; 111_L
        RETLW   H'46'   ; 112_L
        RETLW   H'48'   ; 113_L
        RETLW   H'4A'   ; 114_L
        RETLW   H'4B'   ; 115_L
        RETLW   H'4D'   ; 116_L
        RETLW   H'4E'   ; 117_L
        RETLW   H'50'   ; 118_L
        RETLW   H'51'   ; 119_L
        RETLW   H'53'   ; 120_L
        RETLW   H'54'   ; 121_L
        RETLW   H'56'   ; 122_L
        RETLW   H'57'   ; 123_L
        RETLW   H'58'   ; 124_L
        RETLW   H'5A'   ; 125_L
        RETLW   H'5B'   ; 126_L
        RETLW   H'5C'   ; 127_L
        RETLW   H'5E'   ; 128_L
        RETLW   H'5F'   ; 129_L
        RETLW   H'60'   ; 130_L
        RETLW   H'61'   ; 131_L
        RETLW   H'63'   ; 132_L
        RETLW   H'64'   ; 133_L
        RETLW   H'65'   ; 134_L
        RETLW   H'66'   ; 135_L
        RETLW   H'67'   ; 136_L
        RETLW   H'68'   ; 137_L
        RETLW   H'6A'   ; 138_L
        RETLW   H'6B'   ; 139_L
        RETLW   H'6C'   ; 140_L
        RETLW   H'6D'   ; 141_L
        RETLW   H'6E'   ; 142_L
        RETLW   H'6F'   ; 143_L
        RETLW   H'70'   ; 144_L
        RETLW   H'71'   ; 145_L
        RETLW   H'72'   ; 146_L
        RETLW   H'73'   ; 147_L
        RETLW   H'74'   ; 148_L
        RETLW   H'75'   ; 149_L
        RETLW   H'76'   ; 150_L
        RETLW   H'77'   ; 152_L
        RETLW   H'78'   ; 153_L
        RETLW   H'79'   ; 154_L
        RETLW   H'7A'   ; 155_L
```

```
RETLW   H'7B'   ; 157_L
RETLW   H'7C'   ; 158_L
RETLW   H'7D'   ; 159_L
RETLW   H'7E'   ; 160_L
RETLW   H'7F'   ; 161_L
RETLW   H'80'   ; 163_L
RETLW   H'81'   ; 164_L
RETLW   H'82'   ; 165_L
RETLW   H'83'   ; 167_L
RETLW   H'84'   ; 168_L
RETLW   H'85'   ; 169_L
RETLW   H'86'   ; 171_L
RETLW   H'87'   ; 172_L
RETLW   H'88'   ; 174_L
RETLW   H'89'   ; 175_L
RETLW   H'8A'   ; 177_L
RETLW   H'8B'   ; 178_L
RETLW   H'8C'   ; 180_L
RETLW   H'8D'   ; 181_L
RETLW   H'8E'   ; 183_L
RETLW   H'8F'   ; 184_L
RETLW   H'90'   ; 186_L
RETLW   H'91'   ; 188_L
RETLW   H'92'   ; 189_L
RETLW   H'93'   ; 191_L
RETLW   H'94'   ; 193_L
RETLW   H'95'   ; 195_L
RETLW   H'96'   ; 197_L
RETLW   H'97'   ; 198_L
RETLW   H'98'   ; 200_L
RETLW   H'99'   ; 202_L
RETLW   H'9A'   ; 204_L
RETLW   H'9B'   ; 206_L
RETLW   H'9C'   ; 187   208_L
RETLW   H'9D'   ; 188   210_L
RETLW   H'9E'   ; 189   213_L
RETLW   H'9F'   ; 190   215_L
RETLW   H'A0'   ; 191   217_L
RETLW   H'A1'   ; 192   219_L
RETLW   H'A2'   ; 193   222_L
RETLW   H'A3'   ; 194   224_L
RETLW   H'A4'   ; 195   226_L
RETLW   H'A5'   ; 196   229_L
RETLW   H'A6'   ; 197   231_L
RETLW   H'A7'   ; 198   234_L
RETLW   H'A8'   ; 199   237_L
RETLW   H'A9'   ; 200   239_L
RETLW   H'AA'   ; 201   242_L
RETLW   H'AB'   ; 202   245_L
RETLW   H'AC'   ; 203   248_L
RETLW   H'AD'   ; 204   251_L
RETLW   H'AE'   ; 205   254_L
RETLW   H'AF'   ; 206   257_L
RETLW   H'B0'   ; 207   260_L
RETLW   H'B1'   ; 208   264_L
RETLW   H'B2'   ; 209   267_L
RETLW   H'B3'   ; 210   271_L
RETLW   H'B4'   ; 211   274_L
RETLW   H'B5'   ; 212   278_L
RETLW   H'B6'   ; 213   282_L
RETLW   H'B7'   ; 214   285_L
RETLW   H'B8'   ; 215   289_L
RETLW   H'B9'   ; 216   293_L
RETLW   H'BA'   ; 217   298_L
RETLW   H'BB'   ; 218   302_L
RETLW   H'BC'   ; 219   306_L
RETLW   H'BD'   ; 220   311_L
RETLW   H'BE'   ; 221   316_L
RETLW   H'BF'   ; 222   321_L
RETLW   H'C0'   ; 223   326_L
RETLW   H'C1'   ; 224   331_L
RETLW   H'C2'   ; 225   336_L
RETLW   H'C3'   ; 226   342_L
RETLW   H'C4'   ; 227   347_L
RETLW   H'C5'   ; 228   353_L
RETLW   H'C6'   ; 229   359_L
RETLW   H'C7'   ; 230   365_L
RETLW   H'C8'   ; 231   372_L
RETLW   H'C9'   ; 232   379_L
RETLW   H'CA'   ; 233   386_L
RETLW   H'CB'   ; 234   393_L
RETLW   H'CC'   ; 235   401_L
RETLW   H'CD'   ; 236   409_L
RETLW   H'CE'   ; 237   417_L
RETLW   H'CF'   ; 238   425_L
RETLW   H'D0'   ; 239   434_L
RETLW   H'D1'   ; 240   443_L
RETLW   H'D2'   ; 241   453_L
RETLW   H'D3'   ; 242   463_L
RETLW   H'D4'   ; 243   474_L
RETLW   H'D5'   ; 244   485_L
RETLW   H'D6'   ; 245   496_L
RETLW   H'D7'   ; 246   508_L
;*********************************************
;*********************************************
        ORG     H'1B00'
FREKADH_OKU
        MOVLW   B'00011011'
        MOVWF   PCLATH
        CALL    FREKADH_TABLO
        PAGESEL FREKADH_OKU_SONU
        GOTO    FREKADH_OKU_SONU
FREKADH_TABLO:
        MOVF    FREKANS_SET,W
        ADDWF   PCL,F   ; FREKADH

        RETLW   D'0'    ;
        RETLW   D'0'    ;
        RETLW   D'0'    ;
```

```
RETLW   D'0'    ;
RETLW   D'0'    ;
RETLW   D'0'    ;
```

```
        RETLW   D'1'        ; 226       342_H
        RETLW   D'1'        ; 227       347_H
        RETLW   D'1'        ; 228       353_H
        RETLW   D'1'        ; 229       359_H
        RETLW   D'1'        ; 230       365_H
        RETLW   D'1'        ; 231       372_H
        RETLW   D'1'        ; 232       379_H
        RETLW   D'1'        ; 233       386_H
        RETLW   D'1'        ; 234       393_H
        RETLW   D'1'        ; 235       401_H
        RETLW   D'1'        ; 236       409_H
        RETLW   D'1'        ; 237       417_H
        RETLW   D'1'        ; 238       425_H
        RETLW   D'1'        ; 239       434_H
        RETLW   D'1'        ; 240       443_H
        RETLW   D'1'        ; 241       453_H
        RETLW   D'1'        ; 242       463_H
        RETLW   D'1'        ; 243       474_H
        RETLW   D'1'        ; 244       485_H
        RETLW   D'1'        ; 245       496_H
        RETLW   D'1'        ; 246       508_H
;***********************************************
;***********************************************
        ORG     H'1C00'
FREKADL_OKU
        MOVLW   B'00011100'
        MOVWF   PCLATH
        CALL    FREKADL_TABLO
        PAGESELFREKADL_OKU_SONU
        GOTO    FREKADL_OKU_SONU
FREKADL_TABLO:
        MOVF    FREKANS_SET,W
        ADDWF   PCL,F       ; FREKADL

        RETLW   D'1'        ; 0         1_L
        RETLW   D'2'        ; 1         2_L
        RETLW   D'3'        ; 2         3_L
        RETLW   D'4'        ; 3         4_L
        RETLW   D'5'        ; 4         5_L
        RETLW   D'6'        ; 5         6_L
        RETLW   D'7'
        RETLW   D'8'
        RETLW   D'9'
        RETLW   D'10'
        RETLW   D'11'
        RETLW   D'12'
        RETLW   D'13'
        RETLW   D'14'
        RETLW   D'15'
        RETLW   D'16'
        RETLW   D'17'
        RETLW   D'18'
        RETLW   D'19'
        RETLW   D'20'
        RETLW   D'21'
        RETLW   D'22'
        RETLW   D'23'
        RETLW   D'24'
        RETLW   D'25'
        RETLW   D'26'
        RETLW   D'27'
        RETLW   D'28'
        RETLW   D'29'
        RETLW   D'30'
        RETLW   D'31'
        RETLW   D'32'
        RETLW   D'33'
        RETLW   D'34'
        RETLW   D'35'
        RETLW   D'36'
        RETLW   D'37'
        RETLW   D'38'
        RETLW   D'39'
        RETLW   D'40'
        RETLW   D'41'
        RETLW   D'42'
        RETLW   D'43'
        RETLW   D'44'
        RETLW   D'45'
        RETLW   D'46'
        RETLW   D'47'
        RETLW   D'48'
        RETLW   D'48'
        RETLW   D'50'
        RETLW   D'51'
        RETLW   D'52'
        RETLW   D'53'
        RETLW   D'54'
        RETLW   D'55'
        RETLW   D'56'
        RETLW   D'57'
        RETLW   D'58'
        RETLW   D'59'
        RETLW   D'60'
        RETLW   D'61'
        RETLW   D'62'
        RETLW   D'63'
        RETLW   D'64'
        RETLW   D'65'
        RETLW   D'66'
        RETLW   D'67'
        RETLW   D'68'
        RETLW   D'69'
        RETLW   D'70'
        RETLW   D'71'
        RETLW   D'72'
        RETLW   D'73'
        RETLW   D'74'
        RETLW   D'75'
        RETLW   D'76'
        RETLW   D'77'
        RETLW   D'78'
        RETLW   D'79'
        RETLW   D'80'
        RETLW   D'81'
        RETLW   D'82'
        RETLW   D'83'
        RETLW   D'84'
        RETLW   D'85'
        RETLW   D'86'
        RETLW   D'87'
        RETLW   D'88'
        RETLW   D'89'
        RETLW   D'90'
        RETLW   D'91'
        RETLW   D'92'
        RETLW   D'93'
        RETLW   D'94'
        RETLW   D'95'
        RETLW   D'96'
        RETLW   D'97'
        RETLW   D'98'
        RETLW   D'99'
        RETLW   D'100'
        RETLW   D'101'
        RETLW   D'102'
        RETLW   D'103'
        RETLW   D'104'
        RETLW   D'105'
        RETLW   D'106'
        RETLW   D'107'
        RETLW   D'108'
        RETLW   D'109'
        RETLW   D'110'
        RETLW   D'111'
        RETLW   D'112'
        RETLW   D'113'
        RETLW   D'114'
        RETLW   D'115'
        RETLW   D'116'
        RETLW   D'117'
        RETLW   D'118'
        RETLW   D'119'
        RETLW   D'120'
        RETLW   D'121'
        RETLW   D'122'
        RETLW   D'123'
        RETLW   D'124'
        RETLW   D'125'
        RETLW   D'126'
        RETLW   D'127'
        RETLW   D'128'
        RETLW   D'129'
        RETLW   D'130'
        RETLW   D'131'
        RETLW   D'132'
```

```
RETLW   D'133'
RETLW   D'134'
RETLW   D'135'
RETLW   D'136'
RETLW   D'137'
RETLW   D'138'
RETLW   D'139'
RETLW   D'140'
RETLW   D'141'
RETLW   D'142'
RETLW   D'143'
RETLW   D'144'
RETLW   D'145'
RETLW   D'146'
RETLW   D'147'
RETLW   D'148'
RETLW   D'149'
RETLW   D'150'
RETLW   D'152'
RETLW   D'153'
RETLW   D'154'
RETLW   D'155'
RETLW   D'157'
RETLW   D'158'
RETLW   D'159'
RETLW   D'160'
RETLW   D'161'
RETLW   D'163'
RETLW   D'164'
RETLW   D'165'
RETLW   D'167'
RETLW   D'168'
RETLW   D'169'
RETLW   D'171'
RETLW   D'172'
RETLW   D'174'
RETLW   D'175'
RETLW   D'177'
RETLW   D'178'
RETLW   D'180'
RETLW   D'181'
RETLW   D'183'
RETLW   D'184'
RETLW   D'186'
RETLW   D'188'
RETLW   D'189'
RETLW   D'191'
RETLW   D'193'
RETLW   D'195'
RETLW   D'197'
RETLW   D'198'
RETLW   D'200'
RETLW   D'202'
RETLW   D'204'
RETLW   D'206'
RETLW   D'208'  ; 187   208_L
RETLW   D'210'  ; 188   210_L
RETLW   D'213'  ; 189   213_L
RETLW   D'215'  ; 190   215_L
RETLW   D'217'  ; 191   217_L
RETLW   D'219'  ; 192   219_L
RETLW   D'222'  ; 193   222_L
RETLW   D'224'  ; 194   224_L
RETLW   D'226'  ; 195   226_L
RETLW   D'229'  ; 196   229_L
RETLW   D'231'  ; 197   231_L
RETLW   D'234'  ; 198   234_L
RETLW   D'237'  ; 199   237_L
RETLW   D'239'  ; 200   239_L
RETLW   D'242'  ; 201   242_L
RETLW   D'245'  ; 202   245_L
RETLW   D'248'  ; 203   248_L
RETLW   D'251'  ; 204   251_L
RETLW   D'254'  ; 205   254_L
RETLW   D'1'    ; 206   257_L
RETLW   D'4'    ; 207   260_L
RETLW   D'8'    ; 208   264_L
RETLW   D'11'   ; 209   267_L
RETLW   D'15'   ; 210   271_L
RETLW   D'18'   ; 211   274_L
RETLW   D'22'   ; 212   278_L
RETLW   D'26'   ; 213   282_L
RETLW   D'29'   ; 214   285_L
RETLW   D'33'   ; 215   289_L
RETLW   D'37'   ; 216   293_L
RETLW   D'42'   ; 217   298_L
RETLW   D'46'   ; 218   302_L
RETLW   D'50'   ; 219   306_L
RETLW   D'55'   ; 220   311_L
RETLW   D'60'   ; 221   316_L
RETLW   D'65'   ; 222   321_L
RETLW   D'70'   ; 223   326_L
RETLW   D'75'   ; 224   331_L
RETLW   D'80'   ; 225   336_L
RETLW   D'86'   ; 226   342_L
RETLW   D'91'   ; 227   347_L
RETLW   D'97'   ; 228   353_L
RETLW   D'103'  ; 229   359_L
RETLW   D'109'  ; 230   365_L
RETLW   D'116'  ; 231   372_L
RETLW   D'123'  ; 232   379_L
RETLW   D'130'  ; 233   386_L
RETLW   D'137'  ; 234   393_L
RETLW   D'145'  ; 235   401_L
RETLW   D'153'  ; 236   409_L
RETLW   D'161'  ; 237   417_L
RETLW   D'169'  ; 238   425_L
RETLW   D'178'  ; 239   434_L
RETLW   D'187'  ; 240   443_L
RETLW   D'197'  ; 241   453_L
RETLW   D'207'  ; 242   463_L
RETLW   D'218'  ; 243   474_L
RETLW   D'229'  ; 244   485_L
RETLW   D'240'  ; 245   496_L
RETLW   D'252'  ; 246   508_L
RETLW   D'0'
;*****************************************
;*****************************************
        ORG     H'1D00'
UCGEN
        MOVLW   B'00011101'
        MOVWF   PCLATH
        CALL    UCGEN_TABLO
        PAGESEL TABLO_SONU
        GOTO    TABLO_SONU
UCGEN_TABLO:
        MOVF    URETEC_SAYAC,W
        ADDWF   PCL,F

    RETLW   D'130' ; 0
    RETLW   D'132' ; 1
    RETLW   D'134' ; 2
    RETLW   D'137' ; 3
    RETLW   D'139' ; 4
    RETLW   D'141' ; 5
    RETLW   D'143' ; 6
    RETLW   D'145' ; 7
    RETLW   D'147' ; 8
    RETLW   D'149' ; 9
    RETLW   D'151' ; 10
    RETLW   D'155' ; 11
    RETLW   D'156' ; 12
    RETLW   D'158' ; 13
    RETLW   D'160' ; 14
    RETLW   D'162' ; 15
    RETLW   D'164' ; 16
    RETLW   D'166' ; 17
    RETLW   D'169' ; 18
    RETLW   D'171' ; 19
    RETLW   D'173' ; 20
    RETLW   D'175' ; 21
    RETLW   D'177' ; 22
    RETLW   D'179' ; 23
    RETLW   D'181' ; 24
    RETLW   D'184' ; 25
    RETLW   D'186' ; 26
    RETLW   D'188' ; 27
    RETLW   D'190' ; 28
    RETLW   D'192' ; 29
    RETLW   D'194' ; 30
    RETLW   D'196' ; 31
    RETLW   D'198' ; 32
    RETLW   D'201' ; 33
    RETLW   D'203' ; 34
    RETLW   D'205' ; 35
    RETLW   D'207' ; 36
```

```
RETLW   D'209' ; 37
RETLW   D'211' ; 38
RETLW   D'213' ; 39
RETLW   D'215' ; 40
RETLW   D'218' ; 41
RETLW   D'220' ; 42
RETLW   D'222' ; 43
RETLW   D'224' ; 44
RETLW   D'226' ; 45
RETLW   D'228' ; 46
RETLW   D'230' ; 47
RETLW   D'233' ; 48
RETLW   D'235' ; 49
RETLW   D'237' ; 50
RETLW   D'239' ; 51
RETLW   D'241' ; 52
RETLW   D'243' ; 53
RETLW   D'245' ; 54
RETLW   D'247' ; 55
RETLW   D'250' ; 56
RETLW   D'252' ; 57
RETLW   D'254' ; 58
RETLW   D'255' ; 59
RETLW   D'253' ; 60
RETLW   D'251' ; 61
RETLW   D'249' ; 62
RETLW   D'246' ; 63
RETLW   D'244' ; 64
RETLW   D'242' ; 65
RETLW   D'240' ; 66
RETLW   D'238' ; 67
RETLW   D'236' ; 68
RETLW   D'234' ; 69
RETLW   D'232' ; 70
RETLW   D'228' ; 71
RETLW   D'227' ; 72
RETLW   D'225' ; 73
RETLW   D'223' ; 74
RETLW   D'221' ; 75
RETLW   D'219' ; 76
RETLW   D'217' ; 77
RETLW   D'214' ; 78
RETLW   D'212' ; 79
RETLW   D'210' ; 80
RETLW   D'208' ; 81
RETLW   D'206' ; 82
RETLW   D'204' ; 83
RETLW   D'202' ; 84
RETLW   D'199' ; 85
RETLW   D'197' ; 86
RETLW   D'195' ; 87
RETLW   D'193' ; 88
RETLW   D'191' ; 89
RETLW   D'189' ; 90
RETLW   D'187' ; 91
RETLW   D'185' ; 92
RETLW   D'182' ; 93
RETLW   D'180' ; 94
RETLW   D'178' ; 95
RETLW   D'176' ; 96
RETLW   D'174' ; 97
RETLW   D'172' ; 98
RETLW   D'170' ; 99
RETLW   D'168' ; 100
RETLW   D'165' ; 101
RETLW   D'163' ; 102
RETLW   D'161' ; 103
RETLW   D'159' ; 104
RETLW   D'157' ; 105
RETLW   D'155' ; 106
RETLW   D'153' ; 107
RETLW   D'150' ; 108
RETLW   D'148' ; 109
RETLW   D'146' ; 110
RETLW   D'144' ; 111
RETLW   D'142' ; 112
RETLW   D'140' ; 113
RETLW   D'138' ; 114
RETLW   D'136' ; 115
RETLW   D'133' ; 116
RETLW   D'131' ; 117
RETLW   D'129' ; 118
RETLW   D'127' ; 119
RETLW   D'126' ; 120
RETLW   D'124' ; 121
RETLW   D'122' ; 122
RETLW   D'119' ; 123
RETLW   D'117' ; 124
RETLW   D'115' ; 125
RETLW   D'113' ; 126
RETLW   D'111' ; 127
RETLW   D'109' ; 128
RETLW   D'107' ; 129
RETLW   D'105' ; 130
RETLW   D'101' ; 131
RETLW   D'100' ; 132
RETLW   D'98'  ; 133
RETLW   D'96'  ; 134
RETLW   D'94'  ; 135
RETLW   D'92'  ; 136
RETLW   D'90'  ; 137
RETLW   D'87'  ; 138
RETLW   D'85'  ; 139
RETLW   D'83'  ; 140
RETLW   D'81'  ; 141
RETLW   D'79'  ; 142
RETLW   D'77'  ; 143
RETLW   D'75'  ; 144
RETLW   D'72'  ; 145
RETLW   D'70'  ; 146
RETLW   D'68'  ; 147
RETLW   D'66'  ; 148
RETLW   D'64'  ; 149
RETLW   D'62'  ; 150
RETLW   D'60'  ; 151
RETLW   D'58'  ; 152
RETLW   D'55'  ; 153
RETLW   D'53'  ; 154
RETLW   D'51'  ; 155
RETLW   D'49'  ; 156
RETLW   D'47'  ; 157
RETLW   D'45'  ; 158
RETLW   D'43'  ; 159
RETLW   D'41'  ; 160
RETLW   D'38'  ; 161
RETLW   D'36'  ; 162
RETLW   D'34'  ; 163
RETLW   D'32'  ; 164
RETLW   D'30'  ; 165
RETLW   D'28'  ; 166
RETLW   D'26'  ; 167
RETLW   D'23'  ; 168
RETLW   D'21'  ; 169
RETLW   D'19'  ; 170
RETLW   D'17'  ; 171
RETLW   D'15'  ; 172
RETLW   D'13'  ; 173
RETLW   D'11'  ; 174
RETLW   D'9'   ; 175
RETLW   D'6'   ; 176
RETLW   D'4'   ; 177
RETLW   D'2'   ; 178
RETLW   D'1'   ; 179
RETLW   D'3'   ; 180
RETLW   D'5'   ; 181
RETLW   D'8'   ; 182
RETLW   D'11'  ; 183
RETLW   D'13'  ; 184
RETLW   D'15'  ; 185
RETLW   D'15'  ; 186
RETLW   D'17'  ; 187
RETLW   D'19'  ; 188
RETLW   D'21'  ; 189
RETLW   D'23'  ; 190
RETLW   D'27'  ; 191
RETLW   D'28'  ; 192
RETLW   D'30'  ; 193
RETLW   D'32'  ; 194
RETLW   D'34'  ; 195
RETLW   D'36'  ; 196
RETLW   D'38'  ; 197
RETLW   D'41'  ; 198
RETLW   D'43'  ; 199
RETLW   D'45'  ; 200
RETLW   D'47'  ; 201
```

```
        RETLW   D'49'   ; 202
        RETLW   D'51'   ; 203
        RETLW   D'53'   ; 204
        RETLW   D'56'   ; 205
        RETLW   D'58'   ; 206
        RETLW   D'60'   ; 207
        RETLW   D'62'   ; 208
        RETLW   D'64'   ; 209
        RETLW   D'66'   ; 210
        RETLW   D'68'   ; 211
        RETLW   D'70'   ; 212
        RETLW   D'73'   ; 213
        RETLW   D'75'   ; 214
        RETLW   D'77'   ; 215
        RETLW   D'79'   ; 216
        RETLW   D'81'   ; 217
        RETLW   D'83'   ; 218
        RETLW   D'85'   ; 219
        RETLW   D'87'   ; 220
        RETLW   D'90'   ; 221
        RETLW   D'92'   ; 222
        RETLW   D'94'   ; 223
        RETLW   D'96'   ; 224
        RETLW   D'98'   ; 225
        RETLW   D'100'  ; 226
        RETLW   D'102'  ; 227
        RETLW   D'105'  ; 228
        RETLW   D'107'  ; 229
        RETLW   D'109'  ; 230
        RETLW   D'111'  ; 231
        RETLW   D'113'  ; 232
        RETLW   D'115'  ; 233
        RETLW   D'117'  ; 234
        RETLW   D'119'  ; 235
        RETLW   D'122'  ; 236
        RETLW   D'124'  ; 237
        RETLW   D'126'  ; 238
        RETLW   D'128'  ; 239
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
;*************************************
;*************************************
            ORG     H'1E00'
TESTERE
            MOVLW   B'00011110'
            MOVWF   PCLATH
            CALL    TESTERE_TABLO
            PAGESEL TABLO_SONU
            GOTO    TABLO_SONU
TESTERE_TABLO:
            MOVF    URETEC_SAYAC,W
            ADDWF   PCL,F

        RETLW   D'1'    ; 0
        RETLW   D'2'    ; 1
        RETLW   D'3'    ; 2
        RETLW   D'4'    ; 3
        RETLW   D'5'    ; 4
        RETLW   D'6'    ; 5
        RETLW   D'7'    ; 6
        RETLW   D'8'    ; 7
        RETLW   D'9'    ; 8
        RETLW   D'10'   ; 9
        RETLW   D'11'   ; 10
        RETLW   D'12'   ; 11
        RETLW   D'13'   ; 12
        RETLW   D'14'   ; 13
        RETLW   D'15'   ; 14
        RETLW   D'16'   ; 15
        RETLW   D'17'   ; 16
        RETLW   D'18'   ; 17
        RETLW   D'19'   ; 18
        RETLW   D'20'   ; 19
        RETLW   D'21'   ; 20
        RETLW   D'22'   ; 21
        RETLW   D'23'   ; 22
        RETLW   D'24'   ; 23
        RETLW   D'25'   ; 24
        RETLW   D'26'   ; 25
        RETLW   D'27'   ; 26
        RETLW   D'28'   ; 27
        RETLW   D'29'   ; 28
        RETLW   D'30'   ; 29
        RETLW   D'31'   ; 30
        RETLW   D'32'   ; 31
        RETLW   D'33'   ; 32
        RETLW   D'34'   ; 33
        RETLW   D'35'   ; 34
        RETLW   D'35'   ; 35
        RETLW   D'36'   ; 36
        RETLW   D'37'   ; 37
        RETLW   D'38'   ; 38
        RETLW   D'40'   ; 39
        RETLW   D'43'   ; 40
        RETLW   D'44'   ; 41
        RETLW   D'45'   ; 42
        RETLW   D'46'   ; 43
        RETLW   D'47'   ; 44
        RETLW   D'48'   ; 45
        RETLW   D'49'   ; 46
        RETLW   D'50'   ; 47
        RETLW   D'51'   ; 48
        RETLW   D'52'   ; 49
        RETLW   D'53'   ; 50
        RETLW   D'54'   ; 51
        RETLW   D'55'   ; 52
        RETLW   D'56'   ; 53
        RETLW   D'57'   ; 54
        RETLW   D'58'   ; 55
        RETLW   D'60'   ; 56
        RETLW   D'61'   ; 57
        RETLW   D'62'   ; 58
        RETLW   D'63'   ; 59
        RETLW   D'64'   ; 60
        RETLW   D'65'   ; 61
        RETLW   D'66'   ; 62
        RETLW   D'67'   ; 63
        RETLW   D'68'   ; 64
        RETLW   D'69'   ; 65
        RETLW   D'70'   ; 66
        RETLW   D'71'   ; 67
        RETLW   D'72'   ; 68
        RETLW   D'73'   ; 69
        RETLW   D'74'   ; 70
        RETLW   D'75'   ; 71
        RETLW   D'77'   ; 72
        RETLW   D'78'   ; 73
        RETLW   D'79'   ; 74
        RETLW   D'80'   ; 75
        RETLW   D'81'   ; 76
        RETLW   D'82'   ; 77
        RETLW   D'83'   ; 78
        RETLW   D'84'   ; 79
        RETLW   D'85'   ; 80
        RETLW   D'86'   ; 81
        RETLW   D'87'   ; 82
        RETLW   D'88'   ; 83
        RETLW   D'89'   ; 84
        RETLW   D'90'   ; 85
        RETLW   D'91'   ; 86
        RETLW   D'92'   ; 87
        RETLW   D'94'   ; 88
        RETLW   D'95'   ; 89
        RETLW   D'96'   ; 90
        RETLW   D'97'   ; 91
        RETLW   D'98'   ; 92
        RETLW   D'99'   ; 93
        RETLW   D'100'  ; 94
        RETLW   D'101'  ; 95
        RETLW   D'102'  ; 96
        RETLW   D'103'  ; 97
        RETLW   D'104'  ; 98
        RETLW   D'105'  ; 99
        RETLW   D'106'  ; 100
        RETLW   D'107'  ; 101
        RETLW   D'108'  ; 102
        RETLW   D'109'  ; 103
        RETLW   D'111'  ; 104
        RETLW   D'112'  ; 105
        RETLW   D'113'  ; 106
```

```
        RETLW   D'114' ; 107
        RETLW   D'115' ; 108
        RETLW   D'116' ; 109
        RETLW   D'117' ; 110
        RETLW   D'118' ; 111
        RETLW   D'119' ; 112
        RETLW   D'120' ; 113
        RETLW   D'121' ; 114
        RETLW   D'122' ; 115
        RETLW   D'123' ; 116
        RETLW   D'124' ; 117
        RETLW   D'126' ; 118
        RETLW   D'128' ; 119

        RETLW   D'129' ; 120
        RETLW   D'130' ; 121
        RETLW   D'131' ; 122
        RETLW   D'132' ; 123
        RETLW   D'133' ; 124
        RETLW   D'134' ; 125
        RETLW   D'135' ; 126
        RETLW   D'136' ; 127
        RETLW   D'137' ; 128
        RETLW   D'138' ; 129
        RETLW   D'139' ; 130
        RETLW   D'140' ; 131
        RETLW   D'141' ; 132
        RETLW   D'142' ; 133
        RETLW   D'143' ; 134
        RETLW   D'145' ; 135
        RETLW   D'146' ; 136
        RETLW   D'147' ; 137
        RETLW   D'148' ; 138
        RETLW   D'149' ; 139
        RETLW   D'150' ; 140
        RETLW   D'151' ; 141
        RETLW   D'152' ; 142
        RETLW   D'153' ; 143
        RETLW   D'154' ; 144
        RETLW   D'155' ; 145
        RETLW   D'156' ; 146
        RETLW   D'157' ; 147
        RETLW   D'158' ; 148
        RETLW   D'159' ; 149
        RETLW   D'160' ; 150
        RETLW   D'162' ; 151
        RETLW   D'163' ; 152
        RETLW   D'164' ; 153
        RETLW   D'165' ; 154
        RETLW   D'166' ; 155
        RETLW   D'167' ; 156
        RETLW   D'168' ; 157
        RETLW   D'169' ; 158
        RETLW   D'170' ; 159
        RETLW   D'171' ; 160
        RETLW   D'172' ; 161
        RETLW   D'173' ; 162
        RETLW   D'174' ; 163
        RETLW   D'175' ; 164
        RETLW   D'176' ; 165
        RETLW   D'177' ; 166
        RETLW   D'179' ; 167
        RETLW   D'180' ; 168
        RETLW   D'181' ; 169
        RETLW   D'182' ; 170
        RETLW   D'183' ; 171
        RETLW   D'184' ; 172
        RETLW   D'185' ; 173
        RETLW   D'186' ; 174
        RETLW   D'187' ; 175
        RETLW   D'188' ; 176
        RETLW   D'189' ; 177
        RETLW   D'190' ; 178
        RETLW   D'191' ; 179
        RETLW   D'192' ; 180
        RETLW   D'193' ; 181
        RETLW   D'194' ; 182
        RETLW   D'196' ; 183
        RETLW   D'197' ; 184
        RETLW   D'198' ; 185
        RETLW   D'199' ; 186
        RETLW   D'200' ; 187
        RETLW   D'201' ; 188
        RETLW   D'202' ; 189
        RETLW   D'203' ; 190
        RETLW   D'204' ; 191
        RETLW   D'205' ; 192
        RETLW   D'206' ; 193
        RETLW   D'207' ; 194
        RETLW   D'208' ; 195
        RETLW   D'209' ; 196
        RETLW   D'210' ; 197
        RETLW   D'211' ; 198
        RETLW   D'213' ; 199
        RETLW   D'214' ; 200
        RETLW   D'215' ; 201
        RETLW   D'216' ; 202
        RETLW   D'217' ; 203
        RETLW   D'218' ; 204
        RETLW   D'219' ; 205
        RETLW   D'220' ; 206
        RETLW   D'221' ; 207
        RETLW   D'222' ; 208
        RETLW   D'223' ; 209
        RETLW   D'224' ; 210
        RETLW   D'225' ; 211
        RETLW   D'226' ; 212
        RETLW   D'227' ; 213
        RETLW   D'228' ; 214        .
        RETLW   D'230' ; 215
        RETLW   D'231' ; 216
        RETLW   D'232' ; 217
        RETLW   D'233' ; 218
        RETLW   D'234' ; 219
        RETLW   D'235' ; 220
        RETLW   D'236' ; 221
        RETLW   D'237' ; 222
        RETLW   D'238' ; 223
        RETLW   D'239' ; 224
        RETLW   D'240' ; 225
        RETLW   D'241' ; 226
        RETLW   D'242' ; 227
        RETLW   D'243' ; 228
        RETLW   D'244' ; 229
        RETLW   D'245' ; 230        .
        RETLW   D'247' ; 231
        RETLW   D'248' ; 232
        RETLW   D'249' ; 233
        RETLW   D'250' ; 234
        RETLW   D'251' ; 235
        RETLW   D'252' ; 236
        RETLW   D'253' ; 237
        RETLW   D'254' ; 238
        RETLW   D'255' ; 239
                RETLW   D'0'
                RETLW   D'0'
                RETLW   D'0'
                RETLW   D'0'
                RETLW   D'0'
                RETLW   D'0'
                RETLW   D'0'
                RETLW   D'0'
;*************************************
;*************************************
                ORG     H'1F00'
SINUS
                MOVLW   B'00011111'
                MOVWF   PCLATH
                CALL    SINUS_TABLO
                PAGESEL TABLO_SONU
                GOTO    TABLO_SONU
SINUS_TABLO:
                MOVF    URETEC_SAYAC,W
                ADDWF   PCL,F

        RETLW   D'128' ; 0
        RETLW   D'131' ; 1
        RETLW   D'134' ; 2
        RETLW   D'138' ; 3
        RETLW   D'141' ; 4
        RETLW   D'144' ; 5
        RETLW   D'147' ; 6
        RETLW   D'151' ; 7
        RETLW   D'154' ; 8
        RETLW   D'157' ; 9
        RETLW   D'160' ; 10
```

```
RETLW   D'164' ; 11
RETLW   D'167' ; 12
RETLW   D'170' ; 13
RETLW   D'173' ; 14
RETLW   D'176' ; 15
RETLW   D'179' ; 16
RETLW   D'182' ; 17
RETLW   D'185' ; 18
RETLW   D'188' ; 19
RETLW   D'191' ; 20
RETLW   D'194' ; 21
RETLW   D'197' ; 22
RETLW   D'200' ; 23
RETLW   D'202' ; 24
RETLW   D'205' ; 25
RETLW   D'208' ; 26
RETLW   D'210' ; 27
RETLW   D'213' ; 28
RETLW   D'215' ; 29
RETLW   D'218' ; 30
RETLW   D'220' ; 31
RETLW   D'222' ; 32
RETLW   D'224' ; 33
RETLW   D'227' ; 34
RETLW   D'229' ; 35
RETLW   D'231' ; 36
RETLW   D'233' ; 37
RETLW   D'234' ; 38
RETLW   D'236' ; 39
RETLW   D'238' ; 40
RETLW   D'240' ; 41
RETLW   D'241' ; 42
RETLW   D'243' ; 43
RETLW   D'244' ; 44
RETLW   D'245' ; 45
RETLW   D'247' ; 46
RETLW   D'248' ; 47
RETLW   D'249' ; 48
RETLW   D'250' ; 49
RETLW   D'251' ; 50
RETLW   D'251' ; 51
RETLW   D'252' ; 52
RETLW   D'253' ; 53
RETLW   D'253' ; 54
RETLW   D'254' ; 55
RETLW   D'254' ; 56
RETLW   D'255' ; 57
RETLW   D'255' ; 58
RETLW   D'255' ; 59
RETLW   D'255' ; 60
RETLW   D'255' ; 61
RETLW   D'255' ; 62
RETLW   D'255' ; 63
RETLW   D'254' ; 64
RETLW   D'254' ; 65
RETLW   D'253' ; 66
RETLW   D'253' ; 67
RETLW   D'252' ; 68
RETLW   D'251' ; 69
RETLW   D'251' ; 70
RETLW   D'250' ; 71
RETLW   D'249' ; 72
RETLW   D'248' ; 73
RETLW   D'247' ; 74
RETLW   D'245' ; 75
RETLW   D'244' ; 76
RETLW   D'243' ; 77
RETLW   D'241' ; 78
RETLW   D'240' ; 79
RETLW   D'238' ; 80
RETLW   D'236' ; 81
RETLW   D'234' ; 82
RETLW   D'233' ; 83
RETLW   D'231' ; 84
RETLW   D'229' ; 85
RETLW   D'227' ; 86
RETLW   D'224' ; 87
RETLW   D'222' ; 88
RETLW   D'220' ; 89
RETLW   D'218' ; 90
RETLW   D'215' ; 91
RETLW   D'213' ; 92
RETLW   D'210' ; 93
RETLW   D'208' ; 94
RETLW   D'205' ; 95
RETLW   D'202' ; 96
RETLW   D'200' ; 97
RETLW   D'197' ; 98
RETLW   D'194' ; 99
RETLW   D'191' ; 100
RETLW   D'188' ; 101
RETLW   D'185' ; 102
RETLW   D'182' ; 103
RETLW   D'179' ; 104
RETLW   D'176' ; 105
RETLW   D'173' ; 106
RETLW   D'170' ; 107
RETLW   D'167' ; 108
RETLW   D'164' ; 109
RETLW   D'160' ; 110
RETLW   D'157' ; 111
RETLW   D'154' ; 112
RETLW   D'151' ; 113
RETLW   D'147' ; 114
RETLW   D'144' ; 115
RETLW   D'141' ; 116
RETLW   D'138' ; 117
RETLW   D'134' ; 118
RETLW   D'131' ; 119

RETLW   D'128' ; 120
RETLW   D'124' ; 121
RETLW   D'121' ; 122
RETLW   D'117' ; 123
RETLW   D'114' ; 124
RETLW   D'111' ; 125
RETLW   D'108' ; 126
RETLW   D'104' ; 127
RETLW   D'101' ; 128
RETLW   D'98'  ; 129
RETLW   D'95'  ; 130
RETLW   D'91'  ; 131
RETLW   D'88'  ; 132
RETLW   D'85'  ; 133
RETLW   D'82'  ; 134
RETLW   D'79'  ; 135
RETLW   D'76'  ; 136
RETLW   D'73'  ; 137
RETLW   D'70'  ; 138
RETLW   D'67'  ; 139
RETLW   D'64'  ; 140
RETLW   D'61'  ; 141
RETLW   D'58'  ; 142
RETLW   D'55'  ; 143
RETLW   D'53'  ; 144
RETLW   D'50'  ; 145
RETLW   D'47'  ; 146
RETLW   D'45'  ; 147
RETLW   D'42'  ; 148
RETLW   D'40'  ; 149
RETLW   D'37'  ; 150
RETLW   D'35'  ; 151
RETLW   D'33'  ; 152
RETLW   D'31'  ; 153
RETLW   D'28'  ; 154
RETLW   D'26'  ; 155
RETLW   D'24'  ; 156
RETLW   D'22'  ; 157
RETLW   D'21'  ; 158
RETLW   D'19'  ; 159
RETLW   D'17'  ; 160
RETLW   D'15'  ; 161
RETLW   D'14'  ; 162
RETLW   D'12'  ; 163
RETLW   D'11'  ; 164
RETLW   D'10'  ; 165
RETLW   D'8'   ; 166
RETLW   D'7'   ; 167
RETLW   D'6'   ; 168
RETLW   D'5'   ; 169
RETLW   D'4'   ; 170
RETLW   D'4'   ; 171
RETLW   D'3'   ; 172
RETLW   D'2'   ; 173
RETLW   D'2'   ; 174
RETLW   D'1'   ; 175
```

```
        RETLW   D'1'    ; 176
        RETLW   D'0'    ; 177
        RETLW   D'0'    ; 178
        RETLW   D'0'    ; 179
        RETLW   D'0'    ; 180
        RETLW   D'0'    ; 181
        RETLW   D'0'    ; 182
        RETLW   D'0'    ; 183
        RETLW   D'1'    ; 184
        RETLW   D'1'    ; 185
        RETLW   D'2'    ; 186
        RETLW   D'2'    ; 187
        RETLW   D'3'    ; 188
        RETLW   D'4'    ; 189
        RETLW   D'4'    ; 190
        RETLW   D'5'    ; 191
        RETLW   D'6'    ; 192
        RETLW   D'7'    ; 193
        RETLW   D'8'    ; 194
        RETLW   D'10'   ; 195
        RETLW   D'11'   ; 196
        RETLW   D'12'   ; 197
        RETLW   D'14'   ; 198
        RETLW   D'15'   ; 199
        RETLW   D'17'   ; 200
        RETLW   D'19'   ; 201
        RETLW   D'21'   ; 202
        RETLW   D'22'   ; 203
        RETLW   D'24'   ; 204
        RETLW   D'26'   ; 205
        RETLW   D'28'   ; 206
        RETLW   D'31'   ; 207
        RETLW   D'33'   ; 208
        RETLW   D'35'   ; 209
        RETLW   D'37'   ; 210
        RETLW   D'40'   ; 211
        RETLW   D'42'   ; 212
        RETLW   D'45'   ; 213
        RETLW   D'47'   ; 214
        RETLW   D'50'   ; 215
        RETLW   D'53'   ; 216
        RETLW   D'55'   ; 217
        RETLW   D'58'   ; 218
        RETLW   D'61'   ; 219
        RETLW   D'64'   ; 220
        RETLW   D'67'   ; 221
        RETLW   D'70'   ; 222
        RETLW   D'73'   ; 223
        RETLW   D'76'   ; 224
        RETLW   D'79'   ; 225
        RETLW   D'82'   ; 226
        RETLW   D'85'   ; 227
        RETLW   D'88'   ; 228
        RETLW   D'91'   ; 229
        RETLW   D'95'   ; 230
        RETLW   D'98'   ; 231
        RETLW   D'101'  ; 232
        RETLW   D'104'  ; 233
        RETLW   D'108'  ; 234
        RETLW   D'111'  ; 235
        RETLW   D'114'  ; 236
        RETLW   D'117'  ; 237
        RETLW   D'121'  ; 238
        RETLW   D'124'  ; 239
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
            RETLW   D'0'
;*****************************************
;*****************************************

            END
```

FLUKE

Fluke Corporation
Instrument Test Certificate and Statement of Calibration Practices

The Fluke Corporation, ISO Certification No. U0018, hereby certifies that your product was calibrated in accordance with applicable Fluke calibration procedures during the manufacturing process. These processes are ISO-9001 controlled and are designed to assure that the instrument will meet its published specification.

The Fluke Corporation further certifies that the measurement standards and instruments used during the calibration of this meter are traceable to the United States National Institute of Standards and Technology (NIST). At planned intervals, Fluke's measurement standards are calibrated by comparison to or measurement against the standards of NIST.

Fluke guarantees that at the time of test your instrument met its published specifications. Detailed specifications are available in the User Manual and Specification Supplement. A certificate of traceability can be obtained by sending the meter to any Fluke Technical Service Center. A nominal fee is charged for this service.

Quality Assurance Manager

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
FLUKE.
ISO 9001
CERTIFIED TO MEET ISO 9001

For Customer use only:
Because we use different delivery channels, you may have received a meter with a test certificate that is several weeks old. Our experience indicates the calibration of this product is not affected by storage prior to its initial receipt by the customer. Therefore, the recalibration of this unit should be based on when the product is put into service, plus the recommended calibration interval.

The recommended calibration interval for this instrument is 12 months and begins on the date of receipt by the customer For recalibration, please use our calibration services. Locations are listed at the WWW address below.

Please fill in appropriate dates as indicated:

Date Instrument Received: _____

Date Calibration Due: _____

P/N 1588971 Rev. 1 6/2005

Fluke Corporation
PO Box 9090 Everett WA 98206 9090 USA

Telephone 425.347.6100
Facsimile 425.446.5116
Email http://www.fluke.com

Production Verification Test Data

MODEL: 189 **SERIAL NUMBER: 89840165**

Function	Applied Stimulus	Response	Calibrator Uncertainty	High Limit	Low Limit
VAC	4.5 V @ 1 kHz	4.4998	8.75E-04	4.5220	4.4780
	4.5 V @ 100 kHz	4.4182	5.65E-03	4.8640	4.1360
	45 V @ 1 kHz	44.997	1.06E-02	45.220	44.780
	45 V @ 100 kHz	45.133	1.40E-01	48.640	41.360
	450 V @ 65 Hz	449.56	1.45E-01	452.20	447.80
	600 V @ 65 Hz	599.2	1.90E-01	606.4	593.6
mVAC	45 mV @ 100 kHz	0.041298	6.80E-05	0.051790	0.038210
	400 mV @ 100 kHz	0.38268	4.05E-04	0.43240	0.36760
	3000 mV @ 1 kHz	3.0004	3.85E-04	3.0160	2.9840
	3000 mV @ 100 kHz	3.0231	2.23E-03	3.2440	2.7560
VDC	0 V	-0.0001	1.00E-06	0.0010	-0.0010
	4.5 V	4.5000	6.90E-05	4.5021	4.4979
	-45 V	-45.003	9.60E-04	-44.984	-45.017
	-450 V	-450.04	9.60E-03	-449.53	-450.47
	-600 V	-600.1	1.23E-02	-599.2	-600.8
AC+DC	4 V @ 1 kHz	4.0001	8.00E-04	4.0240	3.9760
	1 V @ 20 kHz	0.9966	2.40E-04	1.0240	0.9760
mVDC	45 mV	0.044996	1.90E-06	0.045065	0.044935
	-45 mV	-0.045003	1.90E-06	-0.044935	-0.045065
	450 mV	0.45000	1.00E-05	0.45016	0.44985
Ohms	4500 Ohms	4500.0	1.96E-01	4502.5	4497.6
	45 kOhms	44999	1.96E+00	45025	44976
	450 kOhms	449970	2.14E+01	450250	449760
	4.5 MOhms	4499100	6.85E+02	4507200	4492900
	30 MOhms	2.9994E+07	1.01E+04	3.0304E7	2.9696E7
nS	10 nS	1.00E-08	5.32E-12	1.02E-8	9.80E-9
nF	80 nF	8.02E-08	3.00E-10	8.13E-8	7.87E-8
	5 uF	5.01E-06	2.25E-08	5.10E-6	4.90E-6
AAC	0.25 A @ 1 kHz	0.2505	1.20E-04	0.2558	0.2442
	6 A @ 1 kHz	5.997	8.00E-03	6.095	5.905
	2.5 mA @ 1 kHz	0.002504	2.65E-06	0.002539	0.002461
	320 mA @ 10 kHz	0.32008	7.40E-04	0.32490	0.31510
	400 uA @ 1 kHz	4.000E-04	5.50E-07	4.032E-4	3.968E-4
	1500 uA @ 1 kHz	0.0015005	1.65E-06	0.0015118	0.0014883
ADC	4 A	4.000	2.33E-03	4.021	3.979
	-6 A	-6.000	3.33E-03	-5.968	-6.032
	-400 mA	-0.40004	1.20E-04	-0.39938	-0.40062
	400 uA	4.000E-04	7.00E-08	4.012E-4	3.988E-4
	-5000 uA	-0.0050003	7.00E-07	-0.0049873	-0.0050127

DATE: 8-SEP-2005

180 Series Digital Multimeters

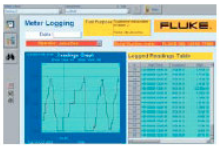
FLUKE®



Fluke 189



Fluke 187



Lifetime Warranty!

CAT III 1000V
CAT IV 600V

On all Inputs

True RMS

Solve complex problems with advanced measurement functions, accuracy and data logging

The Fluke 189 and 187 are the most advanced meters with the features, precision and accuracy to troubleshoot power distribution, industrial automation, process controls and electronic and electro-mechanical equipment in the field or on the bench. Model 189 has a built-in data logger to record measurements unattended without a PC. Recorded data can be viewed on the 189 or transferred to a PC with optional FlukeView® Forms software.

Features

	187	189
True-RMS measurements	AC, AC+DC	AC, AC+DC
Bandwidth (voltage/current)	100kHz / 100kHz	100kHz / 100kHz
Digital display counts (default/selectable)	50000 / 5000	50000 / 5000
Multiple display with large digits and backlight, updates 4 times per second	●	●
Analog bargraph segments, updates 40 times per second	51-segments	51-segments
Min-Max-Average recording with relative time stamp	●	●
Fast Min-Max recording	250µsec	250µsec
AutoHOLD® and Relative modes for reference and offset measurements	●	●
Temperature readings using optional K-type thermocouple and adapter	●	●
Audible continuity and diode test	●	●
Duty cycle and pulse width measurements	●	●
PC interface for data exchange and closed case calibration	●	●
Memory for storing up to 3 days of continues stand-alone logging		●
Readings memory (memory locations)		100
Easy battery and fuse exchange without opening the complete case	●	●
Ergonomic case with integrated protective holster	●	●

Specifications

(Check the Fluke web for detailed specifications)

Functions	Maximum	Max. resolution	187 and 189**
Voltage DC	1000V	1µV	±(0.025%+5)
Voltage AC	1000V	1µV	±(0.4%+40)
Current DC	10A	0.01µA	±(0.15%+2)
Current AC	10A	0.01µA	±(0.75%+5)
Resistance	500MΩ	0.01Ω	±(0.05%+2)
Conductance	500nS	0.01nS	±(1.0%+10)
Capacitance	50000µF	0.001nF	±(1.0%+5)
Frequency	1MHz	0.01Hz	±(0.005%+1)
Temperature	-200°C/+1350°C	0.1°C	±(1%+1°C)
dBm and dBV	-52/+60dB	0.01dB	± 0.1 dB

Accuracies are best accuracies for each function.
** 187 and 189 accuracy and resolution are stated for 50,000 counts.

Battery Life: 72 hours typical (alkaline)
Size (HxWxD): 203 mm x 100 mm x 50 mm
Weight: 0.545 kg
Lifetime Warranty

Recommended Accessories



C125



TL910



TL81A



BP189



TPAK

Included Accessories

TL71 silicone test leads, probe holder, two AC72 alligator clips, 4 AA batteries (installed), user manual, calibration certificate with measurement data.

Ordering Information

Fluke 187	True RMS Multimeter
Fluke 189	True RMS Multimeter
Fluke 189/FVF2	Data Logging Multimeter and Software Combo Kit
FVF-SC2	FlukeView Forms software including IR/USB cable

10281-eng Rev. 07

FLUKE®

Fluke 187/189
True-rms Digital Multimeters
Extended Specifications



Lifetime Warranty!
Keep your Fluke meter up and running

EN61010-1
CAT III 1000V
CAT IV 600V

TÜV PRODUCT SERVICE GS

Memory and PC Communication Functions

PC Communication
(187 and 189)

Using the optional Fluke View Forms software:
- Readings and data from the meter can be downloaded to a computer.
- Signals can be logged/monitored real-time with the meter in combination with a computer.

Stand-alone LOGGING
(189 only)

The logging interval (time between two measurements) can be selected between 1 second and 99 minutes with incremental steps of 1 second. If the signal changes more than 4% (% is user-selectable with optional Fluke View Forms Software) in the interval between two measurements, then these additional values are also stored into the internal memory. In this way up to 995 measurements can be stored into the internal memory when logging.

Reading SAVE
(189 only)

Up to 100 readings may be saved by the user in a memory separate from LOGGING memory. These readings may be viewed using VIEW MEM.

Nominal Specifications

Function	Ranges/Description
DC Voltage	0 to 1000V
DC Current	0 to 10A (20A for 30 seconds)
AC Voltage, True-rms	2.5 mV to 1000V - 100 kHz bandwidth
AC Current, True-rms	25 µA to 10A (20A for 30 seconds)
Resistance	0 to 500 MOhms
Conductance	0 to 500 nS
Capacitance	0.001 nF to 50 mF
Diode Test	3.1V
Temperature	-200°C to 1350°C (-328°F to 2462°F)
Frequency	0.5 Hz to 1000 kHz
Accuracy (Basic DC V)	0.025%
(Basic AC V)	0.4%

Features

Feature	Description
Dual Displays	50,000 count primary display 5,000 count secondary display
Backlight with 2 brightness selections	Bright white backlight for clear readings in poorly lighted areas
Fast Autorange	Meter automatically selects best range - instantly
AC+DC True RMS, ac rms specified to 100 kHz	Choices for AC only, AC and DC dual display, or AC+DC readings
dBm, dBV	User selectable impedance references for dBm
AutoHOLD	Uses Touch Hold® feature to capture readings
Continuity/Open Test	Beeper sounds for Ohms readings below threshold or for momentary open circuit indication
Fast Bar Graph	51 Segments for peaking and nulling
Duty Cycle/Pulse Width	Measure time a signal is on or off in % or milliseconds
MIN MAX/Fast MIN MAX with Time Stamp	Record Maximum, Minimum, and Average values. Relative time for MAX and MIN, elapsed time for AVG. Reference to internal real time clock.
REL Δ	Relative measurements to reference, displayed as absolute value or percentage
Real time clock	Displays real time of day in hours and minutes
Input Alert™	Audible warning when leads are in current input terminals but rotary switch position does not correspond
Fuse warning	Indication on display when fuse is broken
Voltage warning	Indication on display when voltage on input terminals is higher than 30V
Low battery warning	Indication on display when batteries are low
Automatic power off and backlight off	With user selectable times. Can also be switched off
Closed Case Calibration	No internal adjustments needed
Battery/Fuse Access Door	Battery or fuse replacement without voiding calibration
Hi-Impact Overmold Case	Integrated Protective Holster provides superior impact protection for meter

Detailed Accuracy Specifications

Accuracy is specified for a period of one year after calibration, at 18 °C to 28 °C (64 °F to 82 °F), with relative humidity to 90 %. Accuracy specifications are given as: ± ([% of reading] + [number of least significant digits])
AC mV, AC V, AC µA, AC mA, and AC A specifications are ac coupled, true rms and are valid from 5 % of range to
100 % of range. AC crest factor can be up to 3.0 at full-scale, 6.0 at half-scale
except the 3000 mV and 1000 V ranges where it is 1.5 at full scale, 3.0 at half-scale.

			Accuracy				
Function	**Range**	**Resolution**	**45 Hz-1 kHz**	**20-45 Hz**	**1 kHz-10 kHz**	**10 kHz-20 kHz**	**20 kHz-100 kHz**
AC mV [1,2]	50.000 mV	0.001 mV	0.4 % + 40	2 % + 80	5 % + 40	5.5 % + 40	15 % + 40
	500.00 mV	0.01 mV	0.4 % + 40	2 % + 80	5 % + 40	5.5 % + 40	8 % + 40
	3000.0 mV	0.1 mV	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	1.5 % + 40	8 % + 40
AC V [1,2]	5.0000 V	0.0001 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	1.5 % + 40	8 % + 40
	50.000 V	0.001 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	1.5 % + 40	8 % + 40
	500.00 V	0.01 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	Not specified	Not specified
	1000.0 V	0.1 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	Not specified	Not specified
dBV	-52 to -6	0.01 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.5 dB	0.5 dB	1.4 dB
	-6 to +34	0.01 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.8 dB
	+34 to +60	0.01 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.1 dB	Not specified	Not specified

1. For the 5,000 count mode, divide the number of least significant digits (counts) by 10.
2. A residual reading of 8 to 180 digits with leads shorted, will not affect stated accuracy above 5 % of range.

			Accuracy			
Function	**Range**	**Resolution**	**45-1 kHz**	**20-45 Hz**	**1-20 kHz**	**20 kHz-100 kHz**
AC µA	500.00 µA	0.01 µA	0.75 % + 20	1 % + 20	0.75 % + 20	6 % + 40
	5,000.0 µA	0.1 µA	0.75 % + 5	1% + 5	0.75 % + 10	2 % + 40
AC mA	50.000 mA	0.001 mA	0.75 % + 20	1% + 20	0.75 % + 20	9 % + 40
	400.00 mA	0.01 mA	0.75 % + 5	1% + 5	1.5 % + 10	4 % + 40
AC A	5.0000 A	0.0001 A	1.5 % + 20	1.5% + 20	6 % + 40	Not specified
	10.000 A [1]	0.001 A	1.5 % + 5	1.5% + 5	5 % + 10	Not specified

1. 10 A continuous up to 35 °C, less than 10 minutes 35 °C to 55 °C. 20 A overload for 30 seconds maximum.

			Accuracy	Accuracy Dual Display AC or AC+DC [3]		
Function	**Range**	**Resolution**	**DC**	**20 - 45 Hz**	**45 Hz - 1 kHz**	**1 kHz- 20 kHz**
DC mV	50.000 mV	0.001 mV	0.1% + 20	2 % + 80	0.5 % + 40	6 % + 40
	500.00 mV	0.01 mV	0.03 % + 2			
	3000.0 mV	0.1 mV	0.025 % + 5			2 % + 40
DC V	5.0000 V	0.0001 V	0.025 % + 10 [2]			
	50.000 V	0.001 V	0.03 % + 3 [2]			
	500.00 V	0.01 V	0.1 % + 2 [2]			Not specified
	1000.0 V	0.1 V	0.1 % + 2 [2]			Not specified
DC µA	500.00 µA	0.01 µA	0.25 % + 20	1 % + 20	1.0 % + 20	2 % + 40
	5,000 µA	0.1 µA	0.25 % + 2	1 % + 10	0.75 % + 10	2 % + 40
DC mA	50.000 mA	0.001 mA	0.15 % + 10	1 % + 20	0.75 % + 20	2 % + 40
	400.00 mA	0.01 mA	0.15 % + 2	1 % + 10	1 % + 10	3 % + 40
DC A	5.0000 A	0.0001 A	0.5 % + 10	2 % + 20	2 % + 20	6 % + 40
	10.000 A [1]	0.001 A	0.5 % + 2	1.5 % + 10	1.5 % + 10	5 % + 10

1. 10 A continuous up to 35 °C, less than 10 minutes 35 °C to 55 °C. 20 A overload for 30 seconds maximum.
2. 20 counts in dual display DC or AC+DC.
3. See AC conversions notes for AC mV and V.

Function	**Range**	**Resolution**	**Accuracy**
Resistance [1]	500.00 Ω	0.01 Ω	0.05 % + 10 [3]
	5.0000 kΩ	0.0001 kΩ	0.05 % + 2
	50.000 kΩ	0.001 kΩ	0.05 % + 2
	500.00 kΩ	0.01 kΩ	0.05 % + 2
	5.0000 MΩ	0.0001 MΩ	0.15 % + 4 [2]
	30.000 MΩ	0.001 MΩ	1 % + 4 [2]
	100.0 MΩ	0.1 MΩ	3 % + 2 [4]
	500.0 MΩ	0.1 MΩ	10 % + 2 [4]
Conductance	50.00 nS	0.01 nS	1 % + 10
Capacitance [5]	1.000 nF	0.001 nF	2% + 5
	10.00 nF	0.01 nF	1 % + 5
	100.0 nF	0.1 nF	
	1.000 µF	0.001 µF	
	10.00 µF	0.01 µF	
	100.0 µF	0.1 µF	
	1,000 µF	1 µF	
	10.0 mF	0.01 mF	
	50.00 mF	0.01 mF [6]	3 % + 10
Diode Test [1]	3.1000 V	0.0001 V	2 % + 20
Frequency	500.00 Hz	0.01 Hz [7]	± (0.0050 % + 1)
	5.0000 kHz	0.0001 kHz	
	50.000 kHz	0.001 kHz	
	999.99 kHz	0.01 kHz	
Duty Cycle	10.00% to 90.00 %	0.01 %	± ((voltage range/Input voltage) X 300 counts) [11,12]
Pulse Width	499.99 ms	0.01 ms	± (3 % X (voltage range/Input voltage) + 1 count) [11,12]
	999.9 ms	0.1 ms	
Temperature	-200 to +1350 °C -328 to +2462 °F	0.1 °C 0.1 °F	± (1% of reading + 1 °C) [8,9] ± (1% of reading + 1.8 °F) [4,9]
MIN MAX AVG	Response: 100 µs to 80 %		Specified accuracy ± 12 counts for changes > 200 ms in duration. (± 40 counts in AC for changes > 350 ms and inputs > 25 % of range)
FAST MN MX	250 µs [10]		Specified accuracy ±100 counts up to 5,000 count (full range) reading. For higher peak readings (to 20,000 counts), specified accuracy ± 2% of reading.

1. For the 5,000 count mode, divide the number of least significant digits (counts) by 10.
2. For relative humidity greater than 70 %, resistance accuracy is 0.5 % over 1 MΩ and 2.5 % over 10 MΩ.
3. Using relative mode (**REL** Δ) to zero residual reading.
4. To ensure stated accuracy, switch to conductance mode and verify that the open circuit reading is less than 0.10 nS.
5. For film capacitor or better, using Relative mode (**REL** Δ) to zero 0residual on 1.000 nF and 10.00 nF ranges.
6. Least significant digit not active above 10 mF.
7. Reading will be 0.00 for signals below 0.5 Hz.
8. Accuracy specification is relative to the user-adjustable temperature offset, and assumes ambient temperature stable to ± 1 °C.
9. For ambient temperature changes of ± 5 °C, rated accuracy applies after 1 hour.
10. For repetitive peaks; 2.5 ms for single events. Use DC function settings below 20 Hz. 50 mV range not specified.
11. Frequency greater than 5 Hz, except for VDC, 500 mVDC and 3000 mVDC functions; 0.5 Hz to 1 kHz. Signals centered around trigger levels.
12. Range/input ratios also apply to current functions. 500 counts or 5 % for 10 A ranges.

FLUKE ®

Input Characteristics

Function	Input Impedance (Nominal)					
Volts, mV	10 MΩ, < 100 pF					
	Common Mode Rejection Ratio			Normal Mode Rejection		
DC Volts, mV	>100 dB at dc, 50 Hz or 60 Hz ±0.1%			>90 dB at 50 Hz or 60 Hz ± 0.1%		
AC Volts, mV	> 90 dB dc to 60 Hz					
	Open Circuit Test Voltage			Full-Scale Voltage		
				To 5 MΩ	30 MΩ + nS	
Ohms	< 5 V			500 mV	3.1 V	
Diode Test	< 5 V			3.1000 V		
	Typical Short-Circuit Current					
	500 Ω	5 kΩ	50 kΩ	500 kΩ	5 MΩ	30 MΩ
Ohms	1 mA	100 µA	10 µA	1 µA	0.1 µA	0.1 µA
Diode Test	1 mA typical					

Frequency Counter Sensitivity

Input Range	Approximate VAC Sensitivity (RMS Sine Wave)[3]		VAC Bandwidth[3]	Approximate VDC Trigger Levels [1]	VDC Bandwidth[3]
	15 Hz to 100 kHz[2]	500 kHz[2]			
50 mV	5 mV	10 mV	1 MHz	-5 mV & 5 mV	1 MHz
500 mV	20 mV	20 mV	1 MHz	5 mV & 65 mV	1 MHz
3000 mV	500 mV	2000 mV	800 kHz	140 mV & 200 mV	90 kHz
5 V	0.5 V	2.0 V	950 kHz	1.4 V & 2.0 V	14 kHz
50 V	5 V	5.0 V	1 MHz	0.5 V & 6.5 V	> 400 kHz
500 V	20 V	20 V	1 MHz	5 V & 65 V	> 400 kHz
1000 V	100 V	100 V	> 400 kHz	5 V & 65 V	> 400 kHz

1. Maximum input = 10 x Range (1000 V max). Noise at low frequencies and amplitudes may affect accuracy.
2. Useable at reduced sensitivity to 0.5 Hz and 1000 kHz.
3. Typical frequency bandwidth with full scale (or maximum 2 X 10^7 V-Hz product) RMS sine wave.

Burden Voltage (A, mA, µA)

Function	Range	Burden Voltage (typical)
mA - µA	500.00 µA	102 µV / µA
	5,000 µA	102 µV / µA
	50.000 mA	1.8 mV / mA
	400.00 mA	1.8 mV / mA
A	5.0000 A	0.04 V / A
	10.000 A	0.04 V / A

Safety Information

Maximum voltage between any terminal and earth ground.	1000 V dc or rms ac
Compliances	Complies with ANSI/ISA-S82.01-94, CSA C22.2 No 1010.1-92 to 1000 V Overvoltage Category III, 600 V Overvoltage Category IV, Polution Degree 2 *
Certifications (listed and pending)	CSA per standard CSA/CAN C22.2 No. 1010.1-92 UL per standard UL 3111 TÜV per standard EN 61010 Part 1-1993
Surge Protection	8 kV peak per IEC 1010.1-92
⚠ **Fuse Protection for mA or µmA inputs**	0.44 A (44/100 A, 440 mA), 1000 V FAST Fuse
⚠ **Fuse Protection for A input**	11 A, 1000 V FAST Fuse
Markings	CE, UL, and TÜV

* CAT III/CAT IV: OVERVOLTAGE (Installation) Category III/IV, Pollution Degree 2 per IEC1010-1 refers to the level of Impulse Withstand Voltage protection provided. Equipment of OVERVOLTAGE CATEGORY III is equipment in fixed installations. Examples include electricity meter and primary over-current protection equipment. Equipment of OVERVOLTAGE CATEGORY IV is equipment in the overhead or underground utily service to a fixed installation.

General Specifications

Display (LCD)	Digital: 50000/5000 counts primary display, 5000 counts secondary display; updates 4/second. Analog: 51 segments, updates 40/second.
Operating Temperature	- 20 ºC to + 55 ºC
Storage Temperature	- 40 ºC to + 60 ºC
Temperature Coefficient	0.05 x (specified accuracy) / ºC (<18 ºC or >28 ºC)
Relative Humidity	0 % to 90 % (0 ºC to 35 ºC) 0 % to 70 % (35 ºC to 55 ºC)
Altitude	Operating: 0-2000 meters per EN61010 CAT III, 1000 V; CAT IV, 600 V 0-3000 meters per EN61010 CAT II, 1000 V; EN61010 CAT III, 600 V; CAT IV, 300 V Storage: 0000 meters
Battery Type	4 AA Alkaline, NEDA 15A or LR6
Battery Life	72 Hours typical (with backlight off)
Shock Vibration	Per MIL-T-PRF 28800 for Class II instruments
Electromagnetic Compatibility (EMC)	Susceptibility and Emissions: Commercial Limits per EN61326-1
Size	10.0 cm x 20.3 cm x 5.0 cm (3.94 in x 8.00 in x 1.97 in) (Not Including Accessory Mount)
Weight	545 grams (1.2 lbs.)
Case Sealing	IP-42 per IEC 529, Section 3
Warranty	Lifetime
Calibration Interval	1 year

Fluke 187/189 Digital/Analog Multimeter

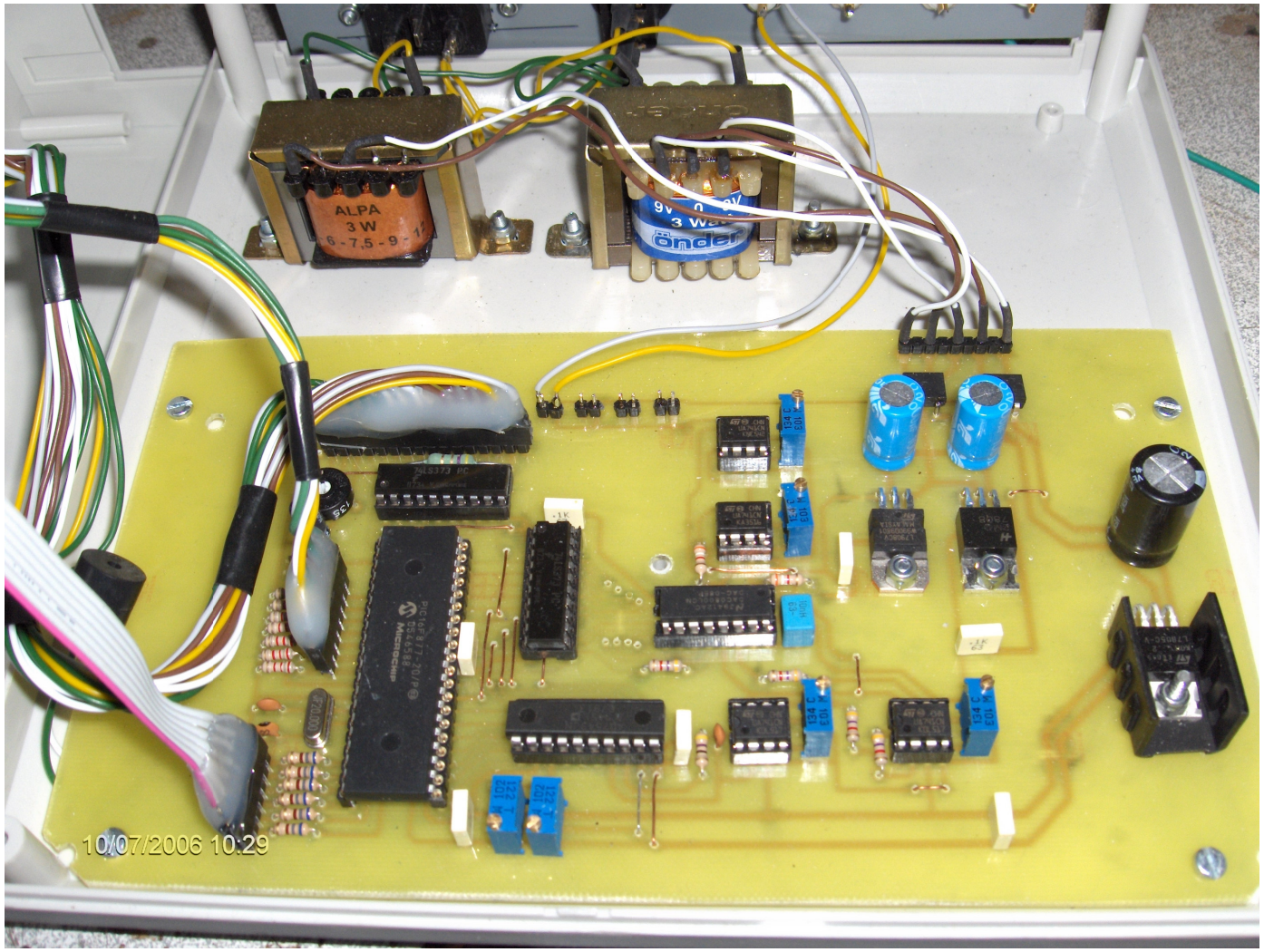
Specifications	
Voltage DC	**Accuracy*** ± (0.025%+5) **Max. Resolution** 1 µV **Maximum** 1000 V
Voltage AC	**Accuracy*** ± (0.4%+40) **Max. Resolution** 1 µV **Maximum** 1000 V
Current DC	**Accuracy*** ± (0.15%+2) **Max. Resolution** 0.01 µA **Maximum** 10 A
Current AC	**Accuracy*** ± (0.75%+5) **Max. Resolution** 0.01 µA **Maximum** 10 A
Resistance	**Accuracy*** ± (0.05%+2) **Max. Resolution** 0.01 Ω **Maximum** 500 MΩ
Capacitance	**Accuracy*** ± (1.0%+5) **Max. Resolution** 1 pF **Maximum** 50,000 µF
Frequency	**Accuracy*** ± (0.005%+1) **Max. Resolution** 0.01 Hz **Maximum** 1 MHz
Temperature	**Accuracy*** ± (1.0%+1 ℃) **Max. Resolution** 0.1 ℃ **Range** -200 ℃ to 1350 ℃
Conductance	**Accuracy*** ± (1%+10) **Max. Resolution** 0.01 nS **Maximum** 500 nS
dBm and dBV	**Accuracy*** ± 0.1 dB **Max. Resolution** 0.01 dB **Range** -52 to 60 dB
Note	* Accuracies are best accuracies for each function

Environmental Specifications	
Operating Temperature	-20 ℃ to +55 ℃
Storage Temperature	-40 ℃ to +60 ℃
Humidity (Without Condensation)	0% to 90% (0 ℃ - 35 ℃) 0% to 70% (35 ℃ - 55 ℃)

Safety Specifications	
Overvoltage category	EN 61010-1 to 1000 V CAT III. EN 61010-1 to 600 V CAT IV.
Agency Approvals	CSA, UL, TÜV, VDE Pending

Mechanical & General Specifications	
Size	203 x 100 x 50 mm
Weight	545 g
Warranty	Lifetime
Battery Life	**Alkaline:** ~72 hours typical, without backlight


ELEKTROAKUPUNKTUR STİMÜLATÖR
MENÜ
Stop
Start


ALPA
3 W
6 - 7,5 - 9 - 1
10/07/2006 10:29