



Mikrodenetleyici Tabanlı TENS Cihazı Tasarımı

Design of A Microcontroller Based TENS Device

Ebru Sezgi, Çağla Tunç, Duygu Aklan, İrem Bade Uğurlu, Hakan Solmaz
Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
Bahçeşehir Üniversitesi
34353, İstanbul TÜRKİYE

ebru.sezgi@stu.bahcesehir.edu.tr, cagla.tunc@stu.bahcesehir.edu.tr, duygu.aklan@stu.bahcesehir.edu.tr,
irem.bade.ugurlu@stu.bahcesehir.edu.tr, hakan.solmaz@eng.bau.edu.tr

Özetçe

Günümüzde ağrı birdenbire ortaya çıkan kısa süreli akut ağrı ve genellikle üç aydan uzun süren devamlı veya tekrarlayan ağrı olarak tanımlanan kronik ağrı olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Bu çalışmada taşınabilir, kullanımı kolay ve düşük maliyetli bir TENS cihazı tasarlanmıştır. TENS uygulaması ile deriye yapıştırılmış elektrotlar vasıtasıyla cilt yüzeyine yakın sinir dokusuna çok düşük şiddetli elektrik akımları uygulanarak deri üstünden sinirsel uyarı sağlanmaktadır. TENS cihazı tedavi amaçlı ağrı giderme kullanımının yanısıra fizik tedavi uygulamalarında, sporcular arasında kas gelişimine destek amacıyla ve güzellik salonlarında bölgesel zayıflamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu projenin temel amacı ağrı gidermek amaçlı kullanılabilen bir TENS cihazının tasarlanmasıdır. Tasarlanan cihaz mikrodenetleyici ile kontrol edilen ayarlanabilir frekans ve akım uygulayan iki farklı modda çalışmaktadır. Bu sayede kullanıcıya ağrı tipine göre farklı uygulama seçenekleri sunulabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: TENS, mikrodenetleyici, fizik tedavi, ağrı, kas ve sinir uyarımı, akupunktur.

Abstract

In this study, a portable, user friendly and low cost TENS device was designed. The principles of TENS application is based on stimulating superficial nerve endings near the skin surface via applying very weak electrical currents by means of surface electrodes. TENS is not only useful for pain relief applications, but it also is used in physiotherapy to support muscle development among athletes and for regional slimming in beauty centers. The aim of this study was to design a TENS device that is targeted to be used for pain relief. The designed device works in two modes of adjustable frequency and current amplitude, which are controlled by a microcontroller. Thus, varying applications for different pain types could be provided to the user.

Keywords: TENS, microcontroller, physiotherapy, pain, muscle and nerve stimulation, acupuncture.

I. GİRİŞ

Akut ağrılar genellikle kemik, kas veya organlar gibi dokuların hasar görmesiyle oluşur. Bu çeşit ağrıların tedavisine yönelik TENS uygulamalarına ilk kez 1965 yılında Melzack ve Wall'un araştırmalarında rastlanmıştır [1]. Yapılan araştırmalarda yüksek frekanslı akım ile kalın liflerin uyarılması sonucunda nöropatik ağrının azalması TENS'in günümüzde ağrı tedavisinde en sık kullanılan biyomedikal cihaz olmasına yol açmıştır [2-4]. TENS ağrı tedavisinde kolay uygulanabilen, güvenilir ve etkili bir yöntem olduğu için birçok cerrahi girişimden sonra, doğumda ve çeşitli hastalıkların yol açtığı akut ve kronik ağrının tedavisinde FDA tarafından kullanım onayı almıştır. Akut ağrı, cerrahi, fiziksel travma (örneğin kırık kemikler, yanıklar ve kesikler) ve tıbbi prosedürler (örn.venepunktur ve sigmoidoskopi) ile ilişkilidir. Akut ağrı vücuttaki herhangi bir rahatsızlığı beyine iletirken, kronik ağrı ise beyin kontrolü dışında kendiliğinden oluşur. En yaygın kronik ağrılar; bel ağrısı, baş ağrısı ve eklem ağrılarıdır [5,6]. Ağrı tedavisinde farmakolojik ajanlarla birlikte farmakolojik olmayan uygulamaların da kullanılabileceği bildirmektedir [7,8]. Bu şekilde farmakolojik ajanların yan etkilerinden ve birbirleriyle olan etkileşimlerinden kaynaklanacak zararlardan kaçınılmasına da imkan sağlanmaktadır. Bu nedenle TENS uygulamasının, akut ve kronik ağrı durumlarının tedavisinde kullanılan ucuz, güvenli, kolay uygulanabilen bir farmakolojik olmayan müdahalelerden olduğu söylenebilir.

TENS uygulamasında üretilen düşük şiddetli (<60 mA) akımlar cilde yapıştırılan elektrotlar aracılığıyla deri altında bulunan sinirleri uyararak beyine iletilmektedir. Beyini uyaran sinyaller ağrının azalmasına neden olan endorfin hormonu salgılanmasını sağlar ve hasta ağrıyı algılamaz [2]. Ağrı tipine göre dalga şekli, akım genliği, frekansı ve atım süresinin doğru seçilmiş olması uygulanacak tedavinin etkinliği bakımından önemlidir.

TENS uygulamalarındaki farklılıklar Tablo 1 de gösterilmiştir. Bu çalışmada tasarlanan cihaz ile en yaygın iki yöntem olan konvansiyonel ve akupunktur uygulamaları sağlanmaktadır.

Tablo 1: TENS uygulama tipleri

	Konvansiyonel	Akupunktur	Brief-Intense	Burst
Atım Süresi	Kısa (<150µs)	Uzun (>150µs)	Uzun (>150µs)	-
Frekans	Yüksek (>80Hz)	Düşük (<10Hz)	Yüksek (>80Hz)	Düşük (<10Hz)
Depolarize olan sinir lifleri	Duyusal	Duyu ve motor	Duyu, motor, nosiseptif	Duyu ve motor
Analjezinin başlangıcı	Hızlı Dakikalar içinde	Yavaş Saatler içinde	Hızlı Dakikalar içinde	Yavaş Saatler içinde
Analjezinin süresi	Kısa (<Birkaç saat)	Uzun (Saatlerce)	Uzun (Birkaç saat)	Uzun (Birkaç saat)

II. MATARYEL & METOD

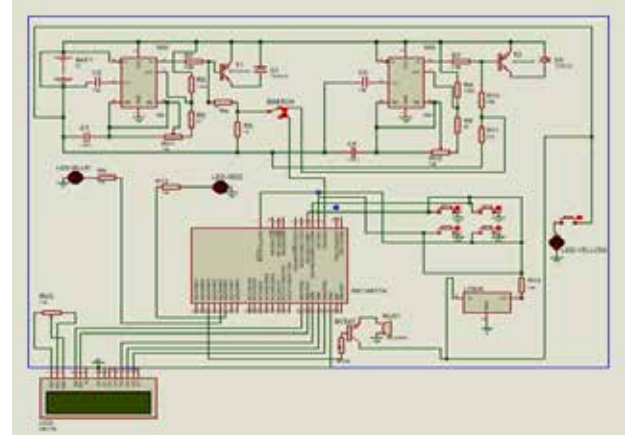
Tasarladığımız cihaz; tek dalga şekli ve iki farklı mod seçeneği ile çalışmaktadır. Bir potansiyometre ile görev döngüsünün istenen seviyede ayarlanması sağlanır. Görev döngüsü dalganın periyodunu belirliyor. Bu döngü düşük seviyelerde ise aktarılan güç düşük olurken, döngünün yüksek seviyelerinde yüksek güç aktarılıyor. Sistemdeki akım tipini seçmek için PIC16F877A mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Akupunktur ve Konvansiyonel modların seçimi ağrı tedavisi ve kas güçlendirme kullanımını hedeflemektedir. Devrede iki farklı sinyal çıkışı için iki ayrı 555 Entegre kullanılmıştır. *Akupunktur Modu* için 2-2.5 V, *Konvansiyonel Mod* için ise 3-3.5 V çıkış genliğinde sinyaller üretilmiştir. Uygulama sürelerinin kontrolü de mikrodenetleyici tarafından yapılmaktadır. Ayarlanılan süre bittiğinde hastayı uyarmak için buzzer kullanılmıştır.



Şekil 1. Sistemin blok şeması



Şekil 2. Prototip cihaz



Şekil 3. Devre şeması

III. SONUÇ

Bu çalışmada PIC16F877A mikrodenetleyici tabanlı, taşınabilir bir TENS cihazı tasarlanmıştır. Cihazın ağrı tedavisinde uygulanmasını mümkün kılacak şekilde genlik ve frekans kontrollü olarak çalışması sağlanmıştır. TENS için elde edilmesi gereken sinyal kare dalgadır. Kare dalgayı daha kolay şekilde elde etmek için 555 entegresi kullanılmıştır. Amaç, iki farklı sinyal üreten hastanın kullanabileceği iki farklı mod oluşturmaktır. Bu yüzden, farklı değerlerde devre elemanlarıyla iki tane 555 entegre kullanılarak farklı akım ve farklı voltajlardaki dalga şekilleriyle iki farklı sinyal üretilmiştir. Elde edilen sinyaller iki farklı modda tanımlanmıştır. 555'in kendi devre şemasını kullanarak, devrenin diğer kısımları amaçlar doğrultusunda tasarlanmıştır. Entegrelerden alınan sinyali LCD'de tanımlayabilmek ve sinyalleri tek bir noktadan alabilmek için 16F877A mikrodenetleyici kullanılmıştır. Kullanılan PIC en fazla 5V ile çalıştığı için 9V'luk güç kaynağını regülatör yardımıyla PIC'in yanmaması için 5V'a indirgenmiştir. PIC16F877A 40 pinli bir mikrodenetleyici olduğu için zamanı ayarlayabilmek ve kullanılan tuşları rahatlıkla devreye kurabilmek için tercih edilmiştir. Bu tuşları ve tuşlarla ayarlanılan zaman bittiğinde hastayı cihazı kapatması adına uyarması için kullanılan buzzer PIC'e kodlanmıştır. Kod C dili ile MicroC programını kullanarak yazılmıştır. Literatürde yer alan pek çok çalışmada da gösterildiği gibi, uyarım yapabilecek tetikleme sistemiyle TENS cihazının ağrı tedavisinde uygulanması mümkün olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Prof. Mark J. Transcutaneous electrical nerve stimulation: mechanisms, clinical application and evidence, Faculty of Health, Leeds Metropolitan University and Leeds Pallium Research Group 2007 Aug; 1(1): 7-11.
- [2] Sevilay E. Sevilay Ş. Ç, An Electroanalgesia Method: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Nurses' Role, Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi (2015) 50-60.
- [3] DeSantana J. M, Walsh D. M, Vance C, Rakel B. A, Sluka K A. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation. Curr Rheumatol Rep 2008;10(6): 492-499.



- [4] Köke A. J, Schouten J. S, Lamerichs-Geelen M. J, Lipsch J. S, Waltje E. M, van Kleef M, Patijn J. Pain reducing effect of three types of transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with chronic pain: A randomized crossover trial. *Pain* 2004; 108(1-2): 36-42.
- [5] Doç. Dr. Lütfiye P. Ç, Arş. Gör. Dr. Neslihan A. Doç. Dr. Süleyman G. Uzm. Dr. Ali G. Hem. Serpil O. Prof. Dr. Ünsal Ö. Ağrı Kliniğimize Başvuran Hastalarımızın 2001-2007. Tarihleri Arasındaki Retrospektif Değerlendirmesi, *Gaziantep Tıp Dergisi* 2009; 15(2):66-72.
- [6] Ely T. Conotoxins reveal significant psychopharmacological effectiveness: the future of pain management. *J Psyc Beha Sci.* 2003;17:18-33.
- [7] Özveren H, Uçar H. Öğrenci Hemşirelerin Ağrı Kontrolünde Kullanılan Farmakolojik Olmayan Bazı Yöntemlere İlişkin Bilgileri, *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi* 2009, 59-72.
- [8] Kubsch S. M, Neveau T, Vandertie K. Effect of cutaneous stimulation on pain reduction in emergency department patients. *accident and emergency. Nursing* 2001; 9: 143-151