



Bilgisayar Kontrollü Termoelektrik Modüllü Soğuk ve Sıcak Terapi Cihazında Örnek Bir Deneye Ait Sonuçların NeuNet Programı ile Analizi

Analysis Of The Results From A Sample Experiment On Computer Controlled Thermoelectric Module Cold And Hot Therapy Device Through Neunet Program

Resul TUNA¹, Volkan ÇAVUŞ¹, Celil YAVUZ², Sezayi YILMAZ³,

¹Bilgisayar Teknolojileri Bölümü
Sinop Üniversitesi
rtuna@sinop.edu.tr, vcavus@sinop.edu.tr

²Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
Sinop Üniversitesi
celilyavuz@sinop.edu.tr

³Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
Karabük Üniversitesi
syilmaz@karabuk.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, bilgisayar teknolojisinin her alanda uygulamaya girmesi, uygulandığı alanlarda birçok çözüm sunması ve hassas kontrollere olanak sağlaması gibi avantajları önemsenererek imal edilen, bilgisayar kontrollü termoelektrik modüllü soğuk ve sıcak terapi cihazına ait deneysel sonuçlar irdelenmiştir. Çalışmada, soğuk ve sıcak terapi cihazına ait ölçüm cihazlarından elde edilen 1 saatlik örnek bir deneye ait sonuçlar NeuNet Programı yardımı ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, deneysel sonuçların NeuNet programına aktarılması ile sisteme ait ölçüm cihazlarından elde edilen deneysel sonuçlarla NeuNet programından elde edilen sonuçların çok yakın olduğu 14.41 hata oranı ile gerçek deney sonuçlarına yaklaşıldığı tespit edilmiştir.

Abstract

In this study experimental results of computer controlled thermoelectric module cold and hot therapy device, designed considering that computer technology has practical applications in every realm, and introduces numerous solutions in these areas, and allows sensitive controls, have been examined. Results from a one-hour sample experiment obtained from measurement devices belonging to cold and hot therapy device have been analysed by means of NeuNet Program. As a result of the analyses conducted, it has been found out with the transfer of the experimental results into the NeuNet program that the results obtained from the measurement devices belonging to the system and those from the NeuNet Program have been close, they have approached the real experimental results with 14.41 error rate.

1. Giriş

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin her alanda kullanımı, bilgisayar kontrollü tezgahlar, bilgisayar ve internet sistemleri aracılığıyla endüstriyel sistemlerinin kontrolü, uzaktan erişim sayesinde ev ve iş yerlerinde tüm cihaz ve makinelerin denetimi vb. avantajlar sayesinde bilgisayar destekli sistemler teknolojinin giderek ilerleyişine önderlik etmektedir. Bilgisayar teknolojisinde verilerin algılanması, derlenmesi, yorumlanması ve bunlara bağlı olarak bilgisayar destekli kontrol işlemleri, cihaz ve makinelerin kontrollerinin kolaylaştırmanın yanında, bu tip sistemler ile elde edilen ürünlerinin kalitelerini artırmakta, ürün elde etmek amaçlı güç tüketimlerini düşürmekte ve seri imalata öncülük etmektedir. Bilgisayar destekli cihazlar sağlıkla ilgili kurum ve kuruluşlarda uzun sürelerden beri kullanılmaktadır. Bu tip sistemler aracılığıyla hastalık teşhis ve tanıların daha doğru yapıldığı, elde edilen kontrol sonuçlarının anında sorumlu sağlık personeline aktarıldığı ve bu sayede teşhis, tanı ve tedavi süreçlerinin hızlı bir şekilde gerçekleşmesine de aracılık ettiği bilinmektedir.

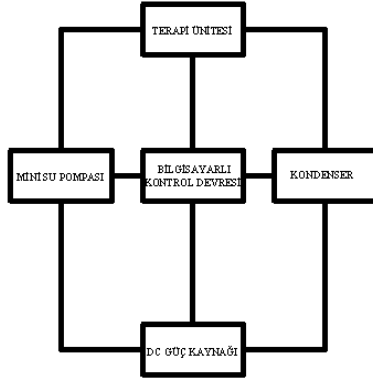
Termoelektrik modüller sessiz çalışan, içerisinde hareket eden bir parçasının olmaması sebebiyle titreşim ve gürültünün istenmediği küçük kapasiteli soğutma uygulamalarında gün geçtikçe tercih edilen soğutma elemanlarıdır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak, termoelektrik modül destekli soğutucular lazer diyotlarda, mikroişlemcilerin soğutulmasında, kan analiz cihazlarının soğutulmasında ve taşınabilir piknik amaçlı soğutuculara kadar birçok cihazda karşımıza çıkmaktadır [1]. Ayrıca askeri cihaz ve sistemlerde, elektronik devrelerin soğutulması vb. gibi alanlardan küçük kapasiteli bireysel soğutma ihtiyaçlarının giderildiği birçok

uygulamada termoelektrik modüllü soğutucu cihazlar kullanılmaktadır [2,3].

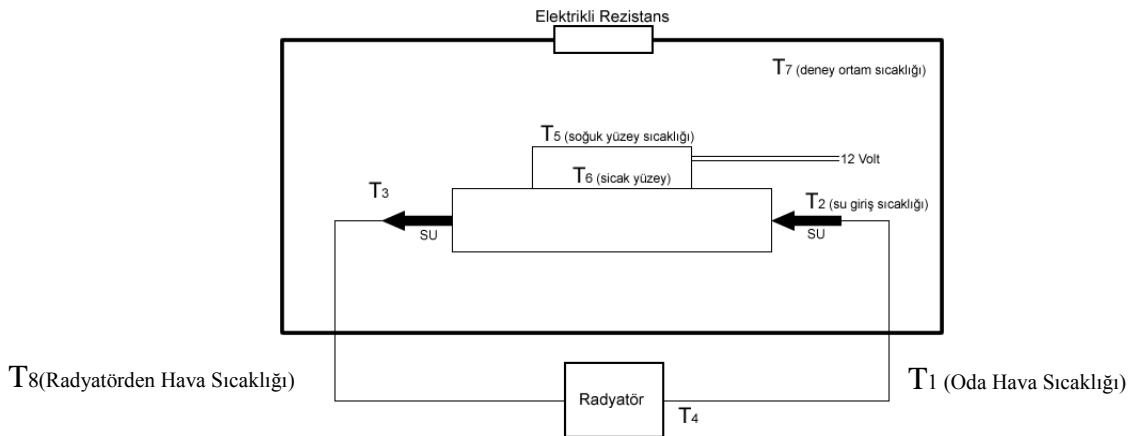
Bu çalışmada, imal edilen ve deneysel çalışmaları gerçekleştirilen bilgisayar kontrollü termoelektrik modüllü soğuk ve sıcak terapi cihazına ait deneysel sonuçlar NeuNet programı ile irdelenmiş ve bu cihaz ile elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır [4]. Çalışmadaki amaç, NeuNet bilgisayar programı ile terapi cihazına ait deneysel sonuçlarının daha da kapsamlı hale getirebileceği düşüncesidir. Bu amaçla hazırlanan program ile 1 saatlik 12 V, 10.8 A ve 1000 g/d soğutma suyu debilerinde, sistem üzerindeki ölçüm cihazlarından elde edilen deneysel sonuçlar ile NeuNet programı ile elde edilen sonuçlar kıyaslanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

2. Sistemin Çalışma Prensipleri

Bilgisayar kontrollü soğuk ve sıcak terapi cihazında, tüm elemanların kontrolü ve sıcaklık ölçümleri bilgisayar aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir. Oluşturulan kontrol programı ve arayüzü sayesinde istenen terapi şartlarında sistem elemanları kontrol edilebilmekte ve sisteme ait ölçüm verileri çeşitli zaman dilimlerine bağlı olarak kaydedilebilmektedir. Sistemin çalışmasına ait prensip şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Terapi cihazı prensip şeması



Şekil 2: Termoelektrik modüllü yüzey soğutma sistemi

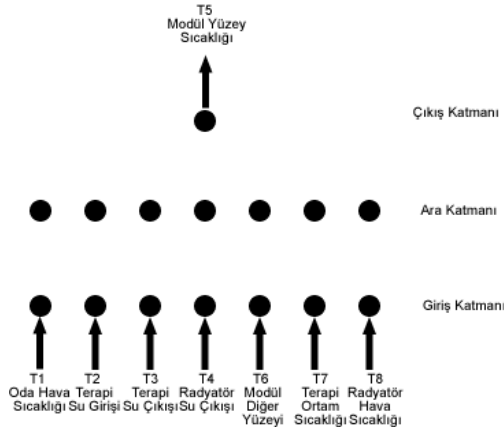
3. Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışmalar için yaklaşık 39°C sıcaklığın oluşturulduğu bir ortamda soğuk yüzey elde edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için imalatı yapılan termoelektrik modüllü soğutucu sistem, elektrikli ısıtıcı ile desteklenmiş bir kap içerisine montajı yapılmıştır. Ortalama 39°C ortam havası sıcaklığında gerçekleştirilen deneyler sonucunda -4.75°C sıcaklık değerlerine kadar soğuk yüzey elde edilmiştir. Tıbbi amaçlı soğuk terapi uygulamalarında genellikle 0°C sıcaklığında buz uygulamaları ile tedavi yapılmaktadır. Bu deneyler sonucunda insan vücut sıcaklığından daha yüksek bir ortamda çalışan bu sistem ile 0°C sıcaklık değerini altına bile inilebileceği anlaşılmıştır. Deneysel çalışmalar 1000gr/dk su debisi, 12 volt 10.8 amper akım değerlerinde gerçekleştirilerek aşağıda tablo halinde verilen deneysel sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlardan da görüleceği gibi istenilen deneysel şartlara ulaşılmıştır.

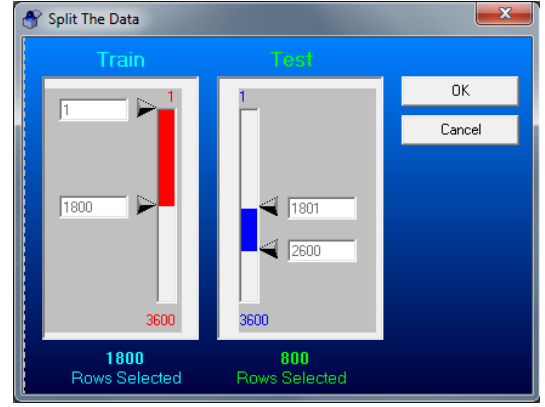
Şekil 2'deki deney setinden elde edilen 1000gr/dk soğutma suyu debisinde 12 volt, 10.8 amper'lik değerlerle elde 3600 adet sıcaklık verileri NeuNet programı yardımıyla analiz edilmiştir. Programda Şekil 3'te görüldüğü gibi yapay sinir ağı semasıyla uygulanmıştır. Bu analizde 3600 verinin ilk 1800 verisi öğrenme, daha sonraki 800 veri test amaçlı kullanarak sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4).

Programdan elde edilen sonuçlar, deneylerle elde edilen yüzey sıcaklık değerlerine çok yakın çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de görülmekte olup bu sonuçlardan elde edilen grafik Şekil 5'te gösterilmiştir.

Hata payının en yüksek olduğu bölüm, Şekil 6'da gösterildiği gibi 2524 ile 2547 arasındaki bölümdedir. Hata oranının yüksek olması ve grafikteki dalgalanma deneysel verileri elde ettiğimiz sistemdeki T7 ile sembolize edilmiş deney ortam sıcaklığından kaynaklanmaktadır. Yani bu değişimler, ortalama 39°C ortam sıcaklığını sağlamak üzere kullanılan elektrikli rezistansın devreye girip çıkması neticesinde oluşan dalgalanmadan kaynaklanmaktadır.



Şekil 3: Sistemin yapay sinir ağı şeması

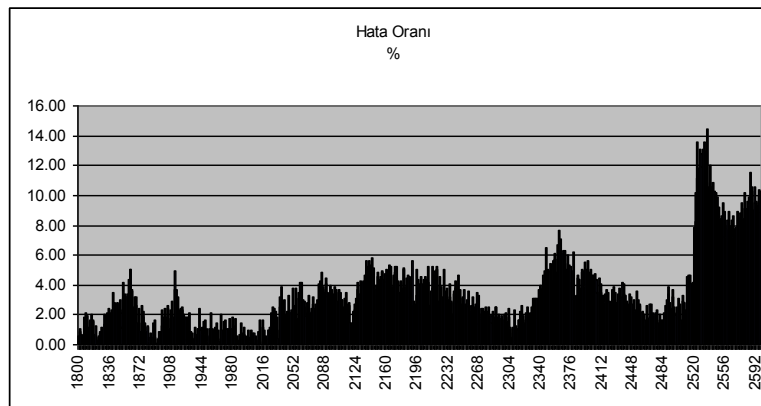


Şekil 4: NeuNet programında test ve öğrenme ayarı

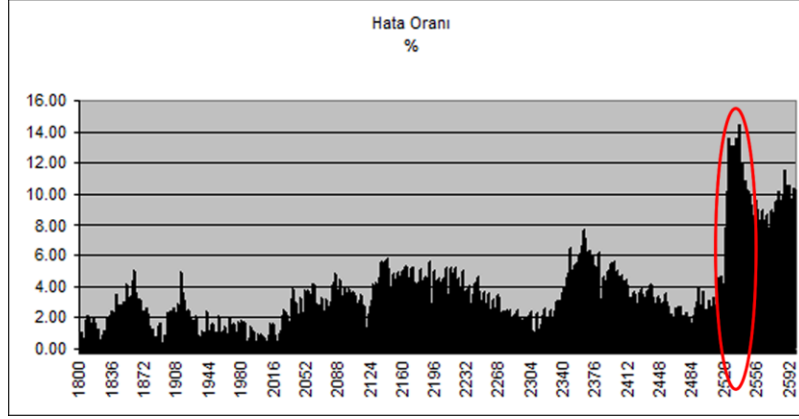
NeuNet programıyla elde edilen Şekil 7'deki zaman serisi grafiğinde deneysel veriler (gerçek değerler) ile veri analizi sonucu tahmin edilen değerler arasında fark gösterilmiştir.

MainPri maryK ey	Predicted	Differenc e	Mar k	IndexC ounter 1	Time	Oda_Hava _Sicakligi_ T1	Terapi_Un ite_Su_Gir isi_T2	Terapi_Uni te_Su_Ciki si_T3	Kondens er_Su_Ci kisi_T4	TE_Modul _Yuzeyi_T 5	TE_Modul _Diger_Yu zeyi_T6	Terapi_Ort am_Sicak ligi_T7	Kondense r_Cikis_H avasi_T8	Hata Oranı %
1801	-3.12	0.02	-1	1801	1800	28.89	34.74	36.50	34.49	-3.10	41.44	39.67	32.39	0.60
1802	-3.14	0.03	-1	1802	1801	28.85	34.72	36.51	34.48	-3.11	41.44	39.62	32.37	0.91
1803	-3.16	0.03	-1	1803	1802	28.65	34.72	36.51	34.48	-3.13	41.43	39.57	32.36	1.03
1804	-3.15	0.02	-1	1804	1803	28.49	34.73	36.51	34.45	-3.13	41.44	39.55	32.36	0.67
1805	-3.15	0.02	-1	1805	1804	28.57	34.73	36.51	34.46	-3.13	41.44	39.52	32.38	0.63
1806	-3.14	0.00	-1	1806	1805	28.68	34.74	36.49	34.50	-3.14	41.43	39.49	32.39	0.12
1807	-3.19	0.04	-1	1807	1806	28.83	34.73	36.50	34.46	-3.15	41.42	39.46	32.37	1.28
1808	-3.22	0.06	-1	1808	1807	28.84	34.73	36.52	34.49	-3.16	41.42	39.43	32.37	1.83
1809	-3.17	0.01	-1	1809	1808	28.81	34.72	36.50	34.48	-3.16	41.43	39.40	32.35	0.33
1810	-3.23	0.07	-1	1810	1809	28.75	34.73	36.51	34.49	-3.16	41.41	39.37	32.36	2.17
1811	-3.24	0.06	-1	1811	1810	28.74	34.73	36.51	34.45	-3.18	41.41	39.32	32.37	1.94
1812	-3.24	0.04	-1	1812	1811	28.73	34.74	36.49	34.46	-3.20	41.40	39.27	32.37	1.18
1813	-3.23	0.03	-1	1813	1812	28.61	34.72	36.49	34.47	-3.20	41.40	39.24	32.36	0.93
1814	-3.26	0.05	-1	1814	1813	28.69	34.73	36.49	34.47	-3.21	41.39	39.21	32.35	1.57
1815	-3.26	0.05	-1	1815	1814	28.83	34.72	36.49	34.47	-3.21	41.39	39.18	32.36	1.60
1816	-3.27	0.06	-1	1816	1815	28.83	34.73	36.50	34.49	-3.21	41.39	39.15	32.38	2.02
1817	-3.28	0.05	-1	1817	1816	28.81	34.73	36.50	34.46	-3.23	41.39	39.12	32.39	1.64
1818	-3.28	0.05	-1	1818	1817	28.76	34.73	36.51	34.46	-3.23	41.40	39.10	32.39	1.52
1819	-3.24	0.00	-1	1819	1818	28.65	34.72	36.49	34.51	-3.24	41.40	39.07	32.38	0.15
1820	-3.25	0.02	-1	1820	1819	28.54	34.73	36.50	34.49	-3.23	41.40	39.05	32.41	0.71

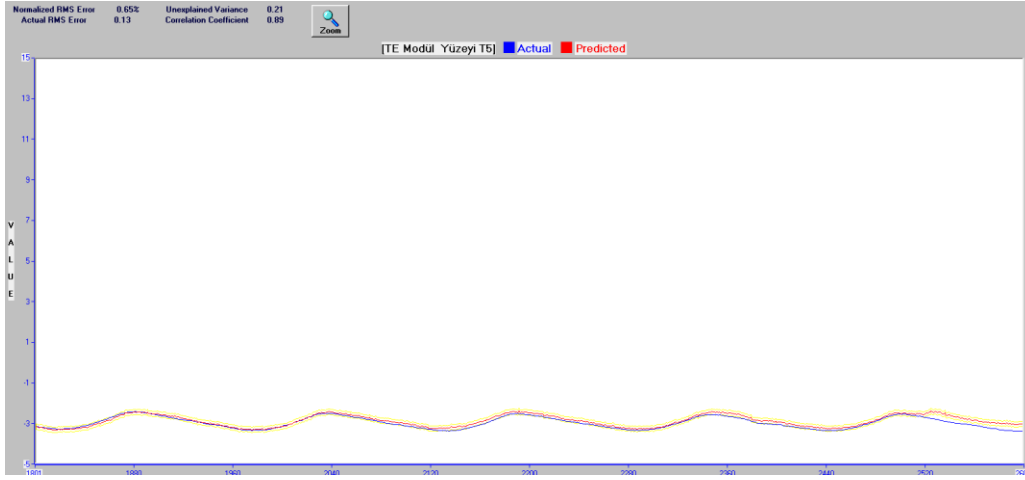
Tablo 1: NeuNet programından elde edilen test sonuçları



Şekil 5: Test verilerinde elde edilen sonuçların hata yüzdesi



Şekil 6: Test verilerinde elde edilen sonuçların hata yüzdesi



Şekil 7: NeuNet programından elde edilen zaman serisi grafiği

4. Sonuç ve Öneriler

Soğuk ve sıcak terapi amacıyla üretilen bu cihazdan istenilen yüzey sıcaklıkları elde edilmiştir. Cihaz ile yapılan deney sonuçlarını etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Bunlar modül besleme gerilimi, akımı, soğutma suyu debisi ve ortam sıcaklıklarıdır. 39°C ortalama bir sıcak ortam içerisinde deneysel olarak incelenen terapi ünitesi yüzey sıcaklıkları istenilen değerlerde olup, sonuçlar tablolarda görülmektedir. 0°C ve altındaki sıcaklık basamaklarına inildiğinden dolayı sistemin istenilen şartları sağladığı deneysel olarak görülmüştür. Bu deneysel sonuçlara NeuNet programı ile veri analizi yapılmıştır. Veri analizinden elde edilen sonuçlara göre, deneysel işlemlerde en önemli elde edilmesi gereken değişken değer T5 ile sembolize edilen modül yüzey sıcaklığıdır. Bu yüzey sıcaklığının, modülün tükettiği güç, su debisi, ortam sıcaklığı vb. parametrelere bağlı olduğu bilinmektedir. Deney esnasında, deneysel olarak elde edilen T1, T2, T3, T4, T6, T7 ve T8 sıcaklıkları datalogger sıcaklık veri toplama cihazı ve debimetre ile ölçülerek 1 saat boyunca her saniyede bir olmak üzere her bir değişken için 3600 veri elde edilmiştir. Deneylerden elde edilen veriler göre, modül yüzey sıcaklığı değişim göstermekte olup, NeuNet programına aktarılan deneysel veriler T5 modül yüzey

sıcaklığının tahmininde kullanılmıştır. Tahminde 1800 veri eğitimde kullanılmış, 800 veri ise test için kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar ile T5 modül yüzey sıcaklıklarının max. %14.41 değerinde hata payı ile sonuçlara ulaşılmıştır. Max. hata oranına ulaşılan değer elde edilen sıcaklık farkı 0.41°C'dir ve hata payı bu sistem için göz ardı edilebilecek düzeydedir. Hata oranının yükselmesinin ve dalgalanmasının nedeni ise, elektrikli rezistansın ortam sıcaklığının sabit tutmak için devreye giriş ve çıkışının sıklaşması ve sıcaklığın değişmesidir.

Cihazların üretim öncesi süreçte deneyler ile incelenmesi, ardından kullanım alanlarındaki istenen şartları sağlayan cihazların üretime alınması sanayi kuruluşlarının ARGE ve Test birimlerinin önemli görevleri arasındadır. Testlerin yapılmasında deneysel yöntemlerin yanında veri analiz programı ile sistemlerin test edilmesi ve karşılaştırılması önemli bir faktördür. Bu sistemde incelendiği gibi deneysel sonuçlarla NeuNet programıyla elde edilen sonuçların bir birine yakın olduğu bu sistem için uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

5. Kaynaklar

- [1] Bulut, H., “Termoelektrik Soğutma Sistemleri”, *Soğutma Dünyası*, Sayı 31, 9-16, 2005.
- [2] Riffat, S.B., Ma, X. “Thermoelectrics: a Review of Present and Potential Applications”, *Applied Thermal Engineering*, Cilt 23, 913-935, 2003
- [3] Chung, M., Miskovsky, N.M., Culter, P.H., Kumar, N., Patel, V. "Theoretical Analysis of a Field Emission Enhanced Semiconductor Thermoelectric Cooler", *Solid-State Electronics*, Cilt 47., 745-1751, 2003.
- [4] Yavuz, C., , “Bilgisayar Kontrollü Termoelektrik Modüllü Terapi Cihazı Tasarımı (Soğuk-Sıcak) İmalatı ve Test Edilmesi”, *Karabük Üniversitesi Fen Bil. Ens. Doktora Tezi*, 2013.