

TERMOELEKTRİK MODÜLLÜ KAN NAKİL KABI TASARIMI

Osman ÇİÇEK*, **Hüseyin DEMİREL****, **Serhat Orkun TAN*****

*Kastamonu Üniversitesi Araç Meslek Yüksekokulu, Kastamonu, Türkiye

**Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Karabük, Türkiye

***Karabük Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Karabük, Türkiye

Özet

Tarafımızdan gerçekleştirilen bu çalışmada, kan gibi tıbbi numunelerin saklanması ve taşınması için 3,5 litre hacme sahip bir kap tasarlanmıştır. İstenilen sıcaklık koşulları; TEC1-12703 termoelektrik malzeme kullanılarak elde edilmiştir. Termoelektrik malzemenin yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkının korunması prensibi ile sıcak yüzey ortam koşullarına yakın tutularak hazne içerisinde istenilen ortam koşulları sağlanmıştır. Her iki yüzeye bağlanan iki adet DC fan yardımıyla yüzey sıcaklıkları ortamlarına dağıtılarak istenilen sıcaklık olan 4°C'ye ulaşılmıştır. Çalışmada iki farklı termal macun kullanılmış olup, aynı koşullarda farklı termal macunların deney üzerinde etkileri gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Termoelektrik Modül, Kan Nakil Kabı, Soğutma Sistemi

Abstract

This study was carried out by us for storage and transport of a blood vessel with a volume of 3.5 liters. TEC1-12703 thermoelectric material was used in order to obtain suitable temperature conditions. Based on the principle of protection of surface temperature difference between the thermoelectric material, keeping close to the surface to be provided a warm working environment conditions, so the desired cooling of the interior environment can be created. By the help of two DC fans which were connected to both surfaces, the surface temperatures are distributed to the environments and the desired temperature is reached 4°C. In this study two different thermal pastes were used and the effects of different thermal pastes in the same conditions were observed on the experiment.

Key Words: Thermoelectric module, blood transport vessel, cooling systems

1. Giriş

Günümüz teknolojisinde kan gibi tıbbi numunelerin saklama ve taşınması önemli bir yer tutmaktadır. Kan, her biri ayrı fonksiyona sahip olan özel bileşenlerden meydana gelir. [1]

Eksik olan bileşenlerin yerine konulmasına; kan transfüzyonu veya kan bileşenleri tedavisi denir. Kan bileşenleri tedavisi, tam kan kullanımına göre etkin ve güvenli hemoterapi yapılmasını sağlar. Bu nedenle, toplanan tam kan, bileşenlerine ayrılarak, her bileşen optimal koşullarda saklanmalı ve nakledilmelidir. Kan bileşenlerinin uygun koşullarda saklanması ve nakledilmesi için bileşenlerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Kan bileşenleri eritrosit, trombosit ve lökosit süspansiyonları ile taze plazma ve kriyopresipitatu kapsar.[1-2] Tam kan yaklaşık olarak 450mL (±%10) kan ve 63 mL antikoagülan+koruyucu içerir. Tam kanın yaklaşık olarak 200 ml'si eritrosit, 250 ml'si plazmadır. Hematokriti (Hct) ortalama %36 - %44 arasında değişir. Tam kan toplandıktan sonra, eritrositlerin ATP kullanımını azaltmak ve canlılığını korumak için sıcaklığı optimize edilmiş bir dolap içerisinde 1-6°C'de saklanmalıdır.[2]

Kan gibi tıbbi numunelerin sıcaklıktan etkilenmemesi ve yapısının bozulmaması için uygun saklama

koşullarının sağlanması ve bu şartlarda nakledilmesi gerekir. Aksi halde sağlık açısından telafisi mümkün olmayan sonuçlarla karşılaşılabilir. [3]

Günümüz teknolojisinde en çok karşılaştığımız soğutma sistemi, buhar sıkıştırılmalı sistemlerdir. Termoelektrik modüllü soğutucular ise; hareketli parçalarının olmaması, sessiz çalışmaları ve küçük hacimli olmalarından dolayı buhar sıkıştırılmalı soğutma sistemlerinin uygulanamadığı yerlerde de kullanılmaya başlanmıştır. [4-5]

Kanın saklanması ve nakledilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Çeşitli ebatlarda üretimi gerçekleştirilen saklama ve nakil kapları dış ortamdan yalıtılarak, iç ortam sıcaklığı ise buhar sıkıştırılmalı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Gerekli olan enerji ihtiyacı şebeke geriliminden sağlanmaktadır. Kanın nakledilmesinde, dış ortamdan yalıtılmış kap içerisindeki buz aküler yardımıyla iç ortam ısısının soğuk kalması sağlanmaktadır. [6-7-8]

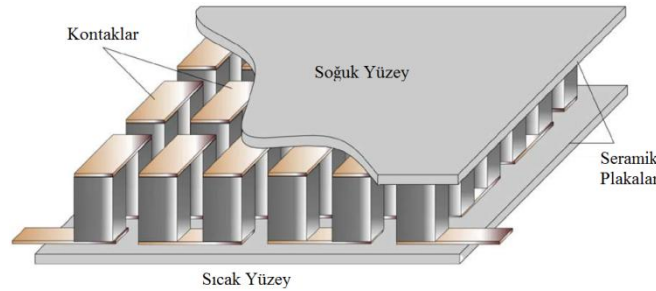
2. Materyal ve Metot

2.1. Termoelektrik Modül

Termoelektrik modüllerin, iki ucuna bir doğru akım elektrik enerjisi uygulandığında yüzeyler arasında ısı farkına, yüzeyler arasında ısı farkı meydana getirildiğinde uçlarından doğru akım elektrik enerjisi elde edilmektedir. [9]

N ve P tipi yarıiletken çiftlerinde meydana gelen termo elemanlar elektriksel olarak seri, ısıl olarak paralel şekilde seramikler arasına yerleştirilmişlerdir. [10]

Şekil 1’de bir N ve P yarı iletken çiftinden meydana gelmiş bir termoelektrik soğutma modülü gösterilmiştir.



Şekil 1. Termoelektrik Modülün İç Yapısı[11]

Şekildeki yapıda doğru akımın her N ve P tipi yarıiletken çiftlerinden alt ve üst kontaktları boyunca dolaşması sıcaklığın hareket ettirilmesine sebep olur. [12]

Akım, düşük enerji seviyesine sahip P tipi yarı iletkenden, yüksek enerji seviyesine sahip N tipi iletkene akarken, elektronlar soğuk yüzeyden aldıkları enerjiyi sıcak yüzeyden terk etmektedir. Dışarıdan verilen elektriksel güç, elektronların sistem içinde hareket etmeleri için gerekli olan enerjiyi sağlayacak ve değişen enerji düzeyleri arasında ilerlerken ısının transfer edilmesine sağlayacaktır. [13]

Isıtma, soğutma ve elektrik enerjisi üretimi için kullanılan termoelektrik modüllerin birçok avantajı vardır. Bunların arasında; hafif ve küçük boyutlu olmaları, hareketli parçalarının olmaması, titreşim ve ses yapmamaları, sıcaklık kontrollerinin kolaylıkla yapılabilmesi, çevreye zararsız olmaları, farklı yer çekimi koşullarında sorunsuz çalışabilmeleri, vb. gibidir. En önemli dezavantajları ise verimlerinin düşük olması ve pahalı olmalarıdır. [14]

2.2 Termoelektrik Olaylar

Elektriksel ve ısıl etkisinin bir arada bulunduğu, yarı iletkenlerden oluşan devreye termoelektrik devre denir. Isı enerjisinin elektrik enerjisine, elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşümlerinin temelini oluşturan termoelektrik etkiler, 150 yıldan daha fazla zamandır bilinmektedir. [15]

Termoelektrik modüllerde, Seebeck, Peltier ve Thomson adı verilen üç farklı termoelektrik olay meydana gelmektedir.

Seebeck etkisinde; farklı maddelerden oluşan a ve b materyallerinin birleşme noktalarında birbirinden farklı (T_1 ve T_2) sıcaklıklar, uygulanmasıyla, devre uçları arasında bir potansiyel fark (ΔE) meydana gelmektedir.[16]

Bu potansiyel fark aşağıdaki formül ile ifade edilir.

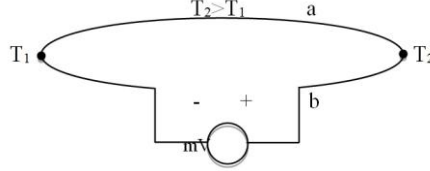
$$\Delta E = \alpha \cdot \Delta T \quad (2.1)$$

ΔE : Potansiyel Fark(Volt),

α : Seebeck katsayısı(V/ °C),

ΔT : Sıcaklık Farkı(°C).

Seebeck etkisini açıklayan devre Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Seebeck Olayını Açıklayan Devre [17]

Peltier etkisinde, iki farklı maddeden oluşan a ve b materyallerinin seri olarak birleştirilmesiyle elde edilen devrede bir doğru akım geçtiğinde Joule ısısı ile birlikte temas noktalarının birinden ısı emilirken diğerinden ısı açığa çıkmaktadır. Bu durum aşağıdaki gibi ifade edilir.[13]

Devredeki Joule Isısı,

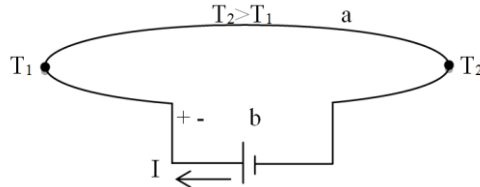
$$Q_J = I^2 \cdot R_t \quad (2.2)$$

Peltier ısısı ise,

$$Q_P = \frac{\pi}{t} \quad (2.3)$$

π : Peltier katsayısı

Peltier etkisini açıklayan devre Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3. Peltier Olayını Açıklayan Devre[17]

Thomson etkisinde; Akım taşıyan bir iletkenin uçları arasında bir sıcaklık farkı varsa akım yönüne göre iletkende Joule ısısına ek olarak Thomson Isısı (Q_T) açığa çıkmaktadır.[12]

Birim zamanda ortaya çıkan Thomson ısısı, akım şiddeti (I) ve sıcaklık farkı (Δ) ile doğru orantılıdır.

$$Q_T = \tau \cdot \Delta T \cdot I = \tau \cdot (T_2 - T_1) \cdot I \quad (2.4)$$

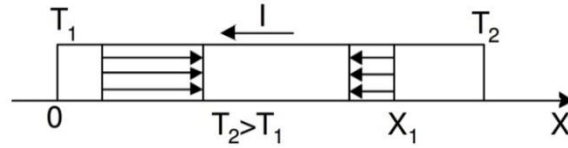
Q_T : Thomson Isısı (W),

ΔT : İletkenlerin uçları arasındaki sıcaklık farkı (°C),

I : İletken üzerinden geçen şiddeti (A),

τ : Thomson katsayısı (V/°C).

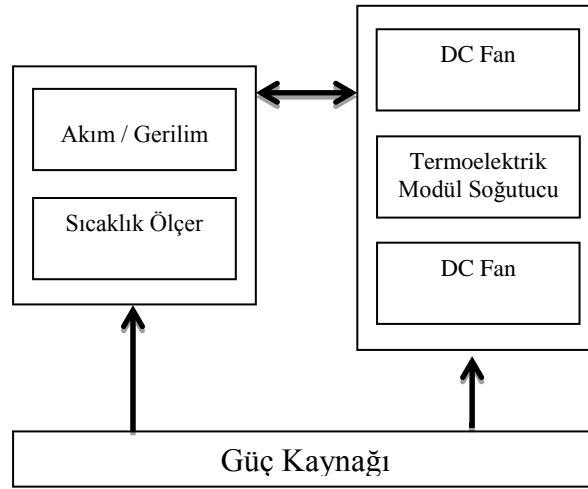
Thomson etkisini açıklayan devre Şekil 4’de görülmektedir.



Şekil 4. Thomson Olayını Açıklayan Devre[17]

Sistem genel olarak üç temel üniteden oluşmaktadır.

Bunlar; Güç kaynağı ünitesi, termoelektrik soğutma/ısıtma ünitesi, ölçüm ünitesidir. Çalışmaya ait blok diyagram Şekil 5 'de gösterilmiştir. Yine bu çalışmaya ait bitmiş uygulama görüntüsü Şekil 6'de görülmektedir.



Şekil 5. Sisteme Ait Blok Diyagramı

Güç kaynağı ünitesi sistemin enerji ihtiyacını karşılayacak şekilde seçilmiştir. Çalışmada 300W gücünde güç kaynağı kullanılmıştır. Güç kaynağı sistem için gerekli olan enerji ihtiyacını karşılayacak şekilde seçilmiştir.

Gerçekleştirilen uygulamanın taşınabilir olması ve optimum verimin alınabilmesi amacıyla düşük güçlü termoelektrik modül olan TEC1-12703 seçilmiştir. Nakil sırasında gerekli olan güç ihtiyacı oto çakmaklığından sağlayacak şekilde düşünülmüştür. Bu modüle ait teknik özellikler Tablo 1'de görülmektedir.

| Model | Çift Sayısı | U_{max} | I_{max} | Δt_{max} | Q_{max} | $R (\Omega)$ |
|------------|-------------|-----------|-----------|------------------|-----------|--------------|
| | | V | A | $^{\circ}C$ | W | |
| TEC1-12703 | 127 | 15,5 | 3,3 | 68 | 32 | 3,9 |

Tablo 1. Termoelektrik Modülün Teknik Özellikleri

Kan nakil kabı olarak, 3,5 L hacminde, strafor malzemeden yapılmış, 21x13x12 cm ölçülerinde, kapaklı bir kutu kullanılmıştır. İç ve dış ortamlar arası ısı yalıtımını arttırmak amacıyla, kap yalıtım bantları ile kaplanmıştır. Kabın iç yüzeyi, ısı transferini arttırmak amacıyla alüminyum bant ile kaplanmıştır. Isınan havanın yükselmesi ve soğuyan havanın dibine çökmesi prensibinden yola çıkarak üst kapağın ortasında, termoelektrik malzeme ölçülerine uygun kare bir delik açılarak, termoelektrik modülün soğuk yüzeyi hazne içine, sıcak yüzeyi de haznenin dış tarafına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Bu şekilde, iki farklı yüzey, farklı sıcaklıklarda olacak iki ortamla buluşturulmuştur.

Termoelektrik malzemenin yüzeylerinde oluşan ısıları, buldukları ortam yüzeyleriyle dengelenmesi amacıyla her iki yüzeye de DC Fan bağlanmıştır. Bilindiği üzere termoelektrik malzemenin yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı, uygulanan gerilim ve akım değerleriyle sabit tutulmaktadır. Bu noktadan yola çıkarak, haznenin dışında kalan yüzey ne kadar soğutulabilirse, hazne içinde kalan yüzey de o derece

soğuyacak ve dış ortama göre ısı farkı elde edilerek hazne içi soğutulmuş olacaktır.

Termoelektrik malzemenin sıcak yüzeyinin dış ortam ısısına yakın tutula bilmesi amacıyla bir fan, soğuk yüzeydeki ısının iç ortama yayılması amacıyla da bir fan kullanılmıştır.



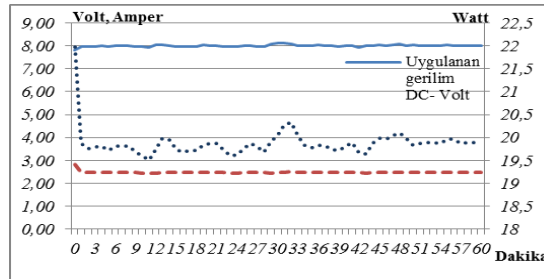
Şekil 6. Çalışmaya Ait Bitmiş Uygulama Görüntüsü

3. Ölçüm Sonuçları ve Grafikler

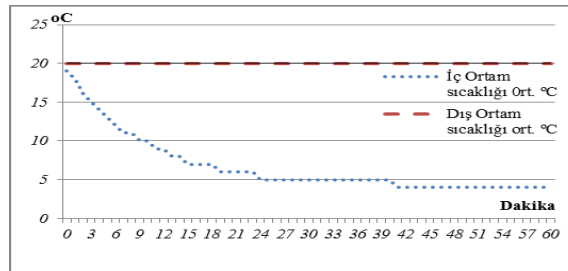
Kan gibi tıbbi numunelerin yapısının deformasyona uğramadan taşınması veya saklanması için gerekli sıcaklık 1 – 6 °C arasındadır. Bu çalışmada hedeflenen sıcaklık değeri 4 °C olarak belirlenmiştir.

Deney sonuçları farklı zamanlarda, aynı koşullarda denenerak elde edilmiştir. Bu çalışmada iki farklı termal macun denenmiş olup elde edilen deney sonuçları aşağıdaki grafiklerde görülmektedir.

Yüksek ısı iletim performansına sahip A tipi termal macun kullanıldığında, 20° C oda sıcaklığında 4° C'lik iç ortam sıcaklığı elde edilmiştir. Elde edilen bu sıcaklık değeri hedeflenen sıcaklık değeri ile aynıdır. Bu termal macun kullanılarak gerçekleştirilen deneye ait sıcaklık ve termoelektrik modül tarafından çekilen akım, gerilim ve güç değerleri Grafik 1 ve Grafik 2'de görülmektedir.

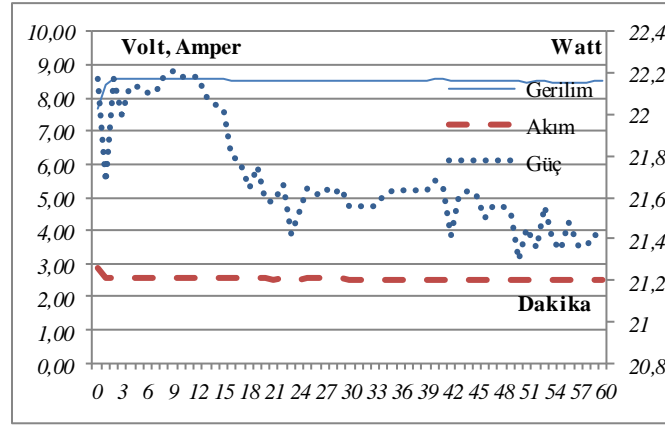


Grafik 1 - A tipi termal macun ile Akım/Gerilim/Güç - Zaman Değişim Grafiği

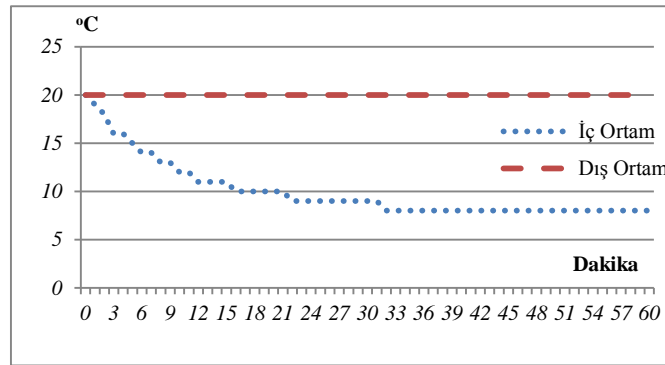


Grafik 2 - A tipi termal macun ile Sıcaklık-Zaman Değişim Grafiği

Düşük ısı iletim performansına sahip B tipi termal macun kullanıldığında, 20° C oda sıcaklığında 8° C'lik iç ortam sıcaklığı elde edilmiştir. Elde edilen bu sıcaklık değeri hedeflenen sıcaklık değerinin üstündedir. Bu termal macun kullanılarak gerçekleştirilen deneye ait sıcaklık ve termoelektrik modül tarafından çekilen akım, gerilim ve güç değerleri Grafik 3 ve Grafik 4 de görülmektedir.



Grafik 3 - B tipi termal macun ile Akım/Gerilim/Güç-Zaman Değişim Grafiği



Grafik 4 - B tipi termal macun ile Sıcaklık-Zaman Değişim Grafiği

| Termal Macun Modeli | A Tipi Termal Macun | B Tipi Termal Macun |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Termal İletkenlik | 4.5 (W/mK) | 1,172(W/mK) |

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Termal Macunun Özellikleri

4. Sonuç ve Tartışma

Deney sonuçları incelendiğinde, tıbbi numunelerin taşınması için optimum sıcaklık değeri olan 4°C elde edilmiştir. Böylece tıbbi numunelerin herhangi bir bozulma veya deformasyona uğramadan taşınabilmesi mümkün olacaktır. Güneş pillerinin de sisteme adapte edilebilmesi ile portatif uygulamaların gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

Daha iyi yalıtım ortamı oluşturabilmek adına, kullanılacak marka ve modele bağlı olarak yüksek sıcaklıklara dayanabilen seramik yün malzemesi kullanılabilir.

Grafiklerde görüldüğü gibi, deney aşamasında iki farklı termal macun kullanılarak, farklı zamanda ve aynı koşullarda gerçekleştirilen deney sonuçlarına göre farklı parametrik değerler üretilmiş olup, kullanılacak termal macun, alınacak sonuçlarla ilgili olarak büyük bir önem arz etmektedir. Tercih edilecek termoelektrik malzemenin karakteristik özellikleri (Akım, Gerilimi, vb.) bilinerek, mikrodenetleyicili sistemler yardımıyla kontrol işlemi gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

1. Celkan, T., "Kan ve Kan Ürünlerinin Kullanımı ve Sorunlar" *XIII. TPOG Ulusal Pediatrik Kanser Kongresi, Hemşire Programı*
2. Altıntaş, F., "Kan ve Kan Bileşenlerinin Genel Özellikleri" *Yoğun Bakım Derneği Dergisi, Cilt:3, Sayı:2 / 2005*
3. Aktacir, M. A., YEŞİLATA, B., "Harran Üniversitesi Kampüsü İçerisinde Fotovoltaik Sistem Uygulamaları" *Tesisat Mühendisliği, sayı 111, sayfa 41-46, 2009. C.5.*

4. Yılmaz, S., “Termoelektrik Modüllü Soğutucuda Farklı Soğutma Uygulamalarının Sistem Performansına Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi” *TEKNOLOJİ DERGİSİ, Cilt 11(1) 39-44, (2008)*
5. Atik, K., “Termoelektrik Soğutucu Tasarımında Termoekonomik Optimizasyon” *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye*
6. DT DUYGU TİCARET web sitesi <http://www.duygucicaret.net/Kan-saklama-dolaplari.htm> (20.02.2012)
7. SÜMER ULUSLARARASI SANAYİ VE TİCARET A.Ş. web sitesi <http://www.sumerinternational.com/tr/products.asp?id=115> (20.02.2012)
8. Nüve Temel Laboratuvar Cihazları web sitesi http://www.nuve.com.tr/tr_urun.aspx?menu_id=26&menu_alt_id=0&id=47 (20.02.2012)
9. Sungur C., “Güneş Pilleri İle Beslenen Termoelektrik Mobil Soğutucunun Tasarımı ve Analizi” *Teknik-Online Dergi Cilt 7, Sayı:1-2008*
10. Bulut, H., “Termoelektrik Soğutma Sistemleri” *Soğutma Dünyası, Sayı 31, Sayfa 9-16(2005)*
11. Lineykin, S., Ben - Yaakov, S., “Modeling and Analysis of Thermoelectric Modules” *IEEE Transactions on Industry Applications, Vol 43, No. 2, March/April, 2007*
12. Usta, H., Kırmacı, V., “Termoelektrik Etkiler ve Soğutma Etkinliğin Uygulanması” *Teknoloji, Yıl 5, (2002), Sayı 3-4, 65-71*
13. Çakır, H., “Güneş Piliyle Elde Edilen Elektrik Enerjisinin Termoelektrik Soğutmada Kullanılması” *Bilim Uzmanlığı Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2006*
14. Harun, S., “Termoelektrikli Taşınabilir Bir Soğutucu Tasarımı” *GÜFBED/GUSTIJ (2011) 1 (1):57-67*
15. Tüfekçi, İ., “Termoelektrik Modüllü Lokal Uygulamalı Soğuk Tedavi Cihaz Tasarımı, İmalatı ve Deneysel İncelenmesi” *Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2008*
16. Yalçınkaya, G., “Termoelektrik Modül İle Soğutma ve Deneysel Elektrik Üretimi” *Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kasım 2008*
17. Ökten, E., “Mikrodenetleyicili Sıcaklık ve Hız kontrollü Termoelektrik Yarıiletken Üretim Sistemi” *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak 2007*