



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGAN TAŞIMA AMAÇLI
TERMOELEKTRİK SOĞUTMA SİSTEM
TASARIM VE UYGULAMASI

Yavuz Selim TAŞPINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi
Anabilim Dalı

Ekim-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Yavuz Selim TAŞPINAR

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORGAN TAŞIMA AMAÇLI TERMOELEKTRİK SOĞUTMA SİSTEM TASARIM VE UYGULAMASI

Yavuz Selim TAŞPINAR

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı**

Danışman: Prof.Dr. Hakan IŞIK

2012, 37 Sayfa

Jüri

**Prof.Dr. Hakan IŞIK
Doç.Dr. Ali KAHRAMAN
Doç.Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ**

Termoelektrik modüller tıbbi cihazlarda, klimalarda, soğutma dolaplarında, ölçüm cihazlarında vb. alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Termoelektrik modüllerin uygulama alanları ve verim yükseltilmesi çalışmaları sürekli bir gelişim içerisinde. Bu çalışmada tıbbi alanda kullanılacak, termoelektrik soğutma özelliğine sahip bir organ taşıma cihazı tasarlanarak gerçekleştirilmiş ve performans analizleri yapılmıştır.

Tasarlanıp gerçekleştirilen sisteme, 5x6x10 cm ölçülerinde bir hayvan böbreği yerleştirilerek, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C ortam sıcaklıklarında sistemin performans analizleri yapılmıştır, her deney beşer defa tekrarlanıp ortalaması alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Termoelektrik modül, Peltier, Organ Taşıma, Organ Soğutma

ABSTRACT

MS THESIS

**THERMOELECTRIC COOLING SYSTEM DESIGN AND
IMPLEMENTATION OF TRANSPORTATION FOR ORGAN**

Yavuz Selim TAŞPINAR

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ELECTRONIC AND COMPUTER SYSTEMS TRAINING**

Advisor: Prof.Dr. Hakan IŞIK

2012, 37 Pages

Jury

Prof.Dr. Hakan IŞIK

Doç.Dr. Ali KAHRAMAN

Doç.Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ

Thermoelectric modules used in medical devices, air conditioners, refrigeration cabinets, measuring devices. Thermoelectric modules are widely used in areas of application areas and increase the work efficiency is in continuous development. This study was also used in medicine, thermoelectric modules and performance analysis of an organ transport device was designed and implemented.

System designed and carried out, 5x6 x10 cm and placed in the kidney of an animal, 25 ° C, 30 ° C, 35 ° C, 40 ° C the system performance analyzes were carried out at ambient temperatures, the average of each test were performed five times.

Keywords: Thermoelectric module, Peltier, Organ Transport, Organ Cooling

ÖNSÖZ

Öncelikle, tez konumun seçiminde ve araştırmalarımnda her türlü fedakarlıktan kaçınmayan, ilgi gösteren ve bana yardımcı olan tez danışmanım Sayın Prof.Dr.Hakan IŞIK' a teőekkürü bir borç bilirim.Çalıőmalarımnda bana destek olan Abdi PINAR'a, araştırma görevlisi Okan UYAR'a teőekkür ederim.Ayrıca Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne desteklerinden dolayı teőekkür ederim.

Ayrıca çalıőmalarımnda bana destek olan ve sabır gösteren aileme teőekkürler.

Yavuz Selim TAŞPINAR
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1.Çalışmanın Önemi	2
1.2.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	3
1.3. Termoelektrik Soğutma Sistemi	4
1.4. Termoelektrik Etkiler	5
1.4.1.Peltier etkisi.....	6
1.4.2. Thomson Etkisi	7
1.4.3. Joule Etkisi	7
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1.Materyal.....	17
3.1.1.Termoelektrik Modül	17
3.2.Sistemi Oluşturan Elemanlar	19
3.2.1.Termoelektrik Modül Soğutma Parçası	19
3.2.2.Termoelektrik modüllerden oluşan soğutma kısmı.....	19
3.2.3.Termoelektrik Modül	20
3.2.4. Güç kaynağı	21
3.2.5. Soğutma kontrol cihazı	22
3.2.6. Su Dolaşım Pompası	23
3.2.7. Dolaşım Suyu Soğutucusu (ısı eşanjörü, kondanser).....	23
3.2.8. Su Deposu	24
3.2.9. Acil Durum Düğmesi	24
3.2.10. Ana Gövde	24
3.2.11. Lazer Termometre	24
3.2.Yöntem	25
3.2.1.Organ Taşıma Sisteminin Çalıştırılması	25
3.2.2.Soğutma Bölümü.....	25
3.2.3. Su soğutma Bölümü	26
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLAR.....	28
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	33

5.1.Sonuçlar.....	33
5.2.Öneriler.....	33
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

- α_{AB} :Seebeck katsayısı (A ve B yarıiletkenleri için)(V/ °C)
- Q_p :Peltier ısısı, (W)
- Π_{AB} :Peltier sabiti,(A ve B materyalleri için) (V)
- I :Doğru akım, (A)
- Q_p :Peltier ısısı (W)
- Q_T :Thomson ısısı (W)
- Q_j :Joule ısısı (W)
- T_h :Modülün ısınan yüzey sıcaklığı (°C)
- DeltaT :Modül yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı (°C)
- Q_c :Modülün soğutma gücü(W)
- $V_{(v)}$:Modülün gerilim değeri (volt)
- T_1 :Modül yüzey sıcaklığı (°C)
- T_2 :Depodaki su sıcaklığı (°C)
- T_3 :Modülden su çıkış sıcaklığı (°C)
- T_4 :Kondenser (Isı Eşanjörü)' den su çıkış sıcaklığı (°C)

KISALTMALAR

- CFC :Kloroflor karbon
- HCFC :Hidroklorofloro karbon
- COP :Soğutma tesir katsayısı
- WHO :Dünya sağlık örgütü

1. GİRİŞ

Geçmişten bu yana, ısıtma ve soğutma sistemlerine ihtiyaç giderek artmaktadır. Bunlara paralel olarak soğutma ihtiyacı sağlık alanına da hızlıca girmiştir. 1950' li yıllarda organ naklinin hız kazanmasından beri, organların vericiden alıcıya ulaştırılabilmesinin önemi gittikçe artmıştır. Bu anlamda organların deforme olmadan taşınabilmeleri bulunduğu ortam sıcaklığına bağlıdır. İlk zamanlarda ilkel soğutucu kaplar kullanılmaktaydı. Bu kaplar kısa süreli sıcaklığını koruyabilmesi ve sıcaklık kontrolünün kararlı olmamasından dolayı çok tercih edilmemiştir.

Soğutma sistemlerinden çok buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri kullanılmaktadır. Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemi kompresör, yoğunlaştırıcı, buharlaştırıcı ve genleşme vanasından oluşmaktadır. Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinde soğutucu akışkan gaz olarak kloroflor karbon (CFC) ve hidroklorofloro karbon (HCFC) gazları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Soğutma sistemlerinde kullanılan CFC ve HCFC kökenli soğutucu gazların ozon tabakasına büyük ölçüde zarar verdikleri bilinmektedir. Ülkemizin de içinde bulunduğu, 150 ülke Montrel protokolü ile CFC kökenli maddelerin hemen kaldırılması, HCFC kökenli maddelerin ise kullanımlarının kısıtlanarak belirli bir tarihte kullanımlarına son verilmelidir. Kaldırılan soğutucu akışkan yerine kullanılacak alternatif soğutucu akışkanlar tespit edilerek kabul edilmiştir.

Mevcut akışkanların kaldırılması, yenilerinin belirlenmesi şüphesiz önemli bir gelişmedir. Bu önemli gelişmenin yanında yeni akışkanların sistemlere uyumluluğu, sistemlerin performanslarındaki düşmeler daha farklı sorunları doğurmuştur. Bu sorunların, yanı sıra alternatif soğutma sistemleri konusunda da çalışmalar hız kazanmıştır.

Üzerinde çalışma yapılan soğutma sistemlerden biride termoelektrik soğutma sistemleridir. Hem ısıl hem de elektriksel etkilerin bir arada bulunduğu devreye “termoelektrik devre”, bu devre ile çalışan sistemlere de “termoelektrik sistem” adı verilir. (Kırmacı, 2002).

1.1. Çalışmanın Önemi

Organ nakli canlı vericiden ve kadavradan olmak üzere 2 şekilde gerçekleştirilmektedir. Canlı verici bulunduğu taktirde organ nakli alıcı ve verici'nin bulunduğu aynı merkezde yapılır. Taşıma sorunu olmadığı için ve aynı merkezde yapıldığı için başarı oranı %100'lere kadar ulaşmıştır. Ancak kadavradan alınan organ başka bir merkeze götürülüp nakli gerektiğinde ortaya taşıma sorunu çıkmaktadır. Organ taşımada en önemli faktörler zaman ve soğutmadır. Kan dolaşımı durmuş bir organın yaşama süresi çok kısadır. Ancak soğutulmuş yaşam faaliyetleri indirgenerek hem zaman kazanılmakta hem de organın bozulma olasılığı düşürülmektedir. Organ taşıma işlemi günümüzde kuru buz (karbondioksit buzu) kullanılan kaplarla yapılmaktadır.

Bu çalışmada diğer soğuk taşıma uygulamalarına bir alternatif olarak boyutu ve maliyeti daha az olan termoelektrik organ taşıma cihazı tasarlanmıştır. Bu cihaz tasarımında termoelektrik modül kullanılmıştır.

Unutulmamalıdır ki 1974 yılında yaşanan enerji krizi nedeniyle birçok ülke enerji politikalarında değişiklikler yapmışlardır. Bu değişiklikler enerji tasarrufunu artırma, yeni enerji kaynakları bulma (alternatif enerji kaynakları), mevcut sistemlerin performansını artırma vs değişikliklere gidilmiştir. Bu sistemde alternatif bir soğutma sistemidir. Soğutma sistemlerinde de aynı şekilde çalışmalar başlatıldı. Bilindiği gibi dünyada en çok kullanılan soğutma sistemi hala buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleridir. Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerine alternatif olarak geliştirilen sistemlerden biri de termoelektrik soğutma sistemidir. Termoelektrik soğutma sistemleri belirli bir kapasite üzerinden çalışmaktadırlar.

Termoelektrik soğutma sistemlerinde de verim sorunları bulunmaktadır. Termoelektrik sistemlerin verimlerini artırma çalışmaları hala gündemde ve devam etmektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada geleneksel soğutma sistemlerine göre boyutu, ağırlığı ve maliyeti daha az olan bir termoelektrik modüllü organ taşıma cihazının tasarımı, imalatı gerçekleştirilmiş ve gerçekleştirilen sistemin performans analizi yapılmıştır. Termoelektrik soğutma sistemlerinin ana parçalarından bir tanesi termoelektrik modüldür. Termoelektrik modüller ısının bir yüzeyden alınması ve diğer yüzeyinden atılması prensibine göre çalışmakta olan alternatif bir ısı pompasıdır. Termoelektrik modüller bu ısı transferini yaparken sadece elektrik akımına ve gerilime ihtiyaç duyarlar. Hareketli parçalarının olmaması sebebiyle çok sessiz çalışırlar.

Termoelektrik modüllerin sıcak ve soğuk yüzeyleri arasında belirli bir sıcaklık farkının korunması gereklidir. Bu sıcaklık farkına bağlı olarak modüllerin çektiği güçler değişim göstermektedir. Sıcaklık farkının büyümesi ve sabit tutulması modülün performansını da arttırmaktadır. Soğutma amaçlı tasarlanan bir termoelektrikli sistemde,soğuk yüzeyin sıcaklık basamağının düşürülmesi ve sabit tutulması büyük oranda modüle uygulanan gerilime ve sıcak yüzeyin sıcaklığına dolayısı ile bu yüzeydeki ısı transferine bağlıdır. Termoelektrik modüllerin sıcak yüzey soğutmasında genellikle hava akımlı cebri soğutma uygulanmaktadır.

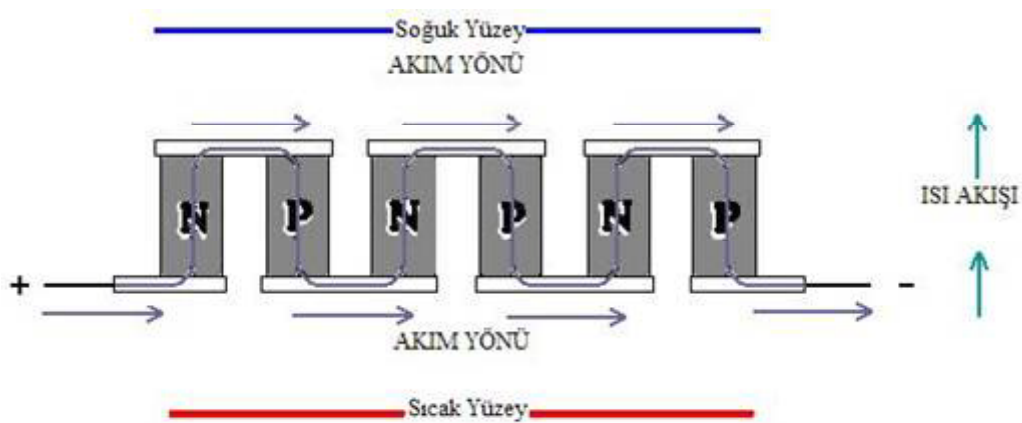
Büyük kapasiteli termoelektrik soğutma sistemlerinde etkin ve kararlı bir soğutma sağlamalarından dolayı son zamanlarda su ceketli uygulamalarda yaygınlaşmıştır. Su ceketli soğutma uygulamalarının en büyük dezavantajı ek bir su depo, su pompası ve ısı eşanjörüne gereksinim duymalarıdır.

Tasarlanan organ taşıma cihazı karışık bir cihaz olup, ana elemanlar olarak kontrol ve soğutma sisteminden oluşmaktadır. Cihazda temel tasarım kriteri olarak soğuk yüzeyin istenilen sıcaklıkta olması hedeflenmiştir. Ayrı ayrı kontrol edilen termoelektrik elemanlarda tasarlanan elektronik kontrol sistemi ile her bir elemanda farklı sıcaklıklar elde edilecektir. Soğuk organa tatbikini kolaylaştırmak için su boruları ve enerji kabloları bir bütün haline getirilmiş ve modüller bakır bir kafes üzerine yerleştirilerek 2 adet soğuk hazne oluşturulmuştur.

1.3. Termoelektrik Soğutma Sistemi

Termoelektrik soğutma; iki farklı metalin uçlarının birleşmesinden oluşan sisteme elektriksel akım verildiğinde telin uçlarında sıcaklık farkı oluşması olayıdır. Bu sistemlerde yarı iletken (semikondüktör) malzemeler kullanılır. Termoelektrik soğutma sistemi hareketli parçası olmadığı için herhangi bir yağlama problemi de olmamaktadır. Ayrıca hareketli bir parçası olmaması sebebiyle sessiz çalışmaktadır. Termoelektrik soğutma sisteminde termoelektrik modül kullanılmaktadır. Termoelektrik soğutucular elektriksel olarak seri, ısıl olarak paralel düzenlenmiş çok sayıda termokupl'dan oluşmaktadırlar. Termoelektrik soğutucu modüllerin genellikle N ve P tip yarıiletken malzeme çiftlerinden eşit sayıda konulmasıyla üretilmektedir.

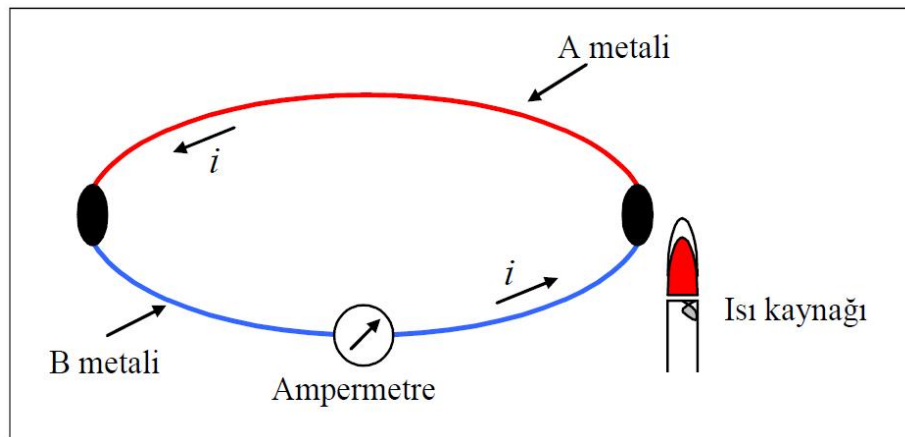
Termoelektrik yapısında elektrik akımı her N ve P tip malzemelerin alt ve üst tabakaları boyunca hareket eder. Uygulanan elektrik akımı sonucunda hareket eden elektronlar bir yüzeyde ısınma diğer yüzeyde soğuma oluşturmaktadır (Kırmacı ve Usta 2003). Şekil 1.1.'de termoelektrik modül yapısı görülmektedir.



Şekil 1.1. Termoelektrik modülün yapısı (Uçar ve Bardakçı, 2005).

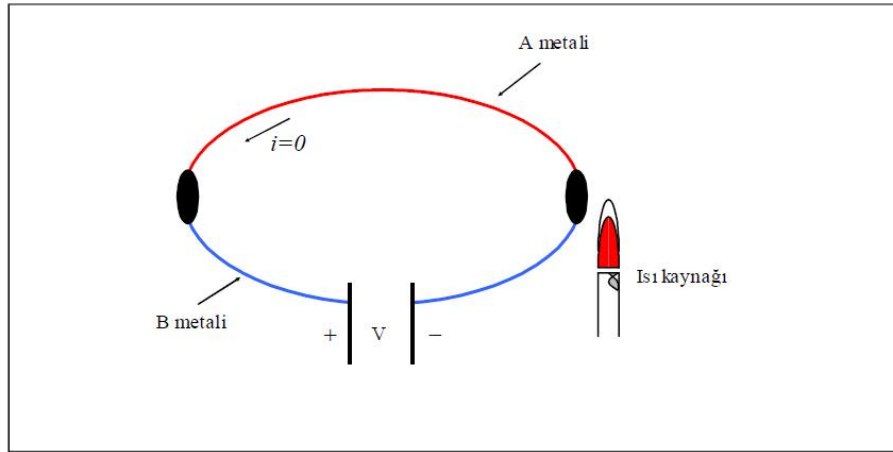
1.4. Termoelektrik Etkiler

Elektriksel ve ısıl etkilerin bir arada bulunduğu, yarıiletkenlerden oluşan devreye termoelektrik devre adı verilir. Bu devre ile çalışan sisteme de termoelektrik sistem adı verilir. Isı enerjisinin elektrik enerjisine, elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşümlerinin temelini oluşturan termoelektrik etkiler, 150 yıldan daha fazla zamandır bilinmektedir. Farklı metallere yapılmış iki tel, uçlarından birleştirilmesiyle kapalı bir devre sistemi oluşur. Bu devreden elektrik akımı geçmez, fakat uçlardan biri ısıtıldığı zaman, devreden Şekil 1.2.'de gösterildiği gibi bir elektrik akımı geçtiği, 1823'te Thomas Seebeck tarafından keşfedilmiştir. Yaptığı deneyler sonucunda devreye bağlı gerilim ölçen (voltmetre) cihazın ibresinin hareket ettiğini görmüştür. Bu olaya Seebeck etkisi adı verilmiştir (Dikmen, 2003).



Şekil 1.2. Farklı metallere yapılmış bir devrede akım oluşumu (Dikmen, 2003).

Bu kapalı devreden de anlaşıldığı gibi ısı kaynağı sayesinde güç üretilebilmektedir. Fakat bu etki tespit edildiğinde, hala buharlı güç üretme üniteleri kullanılmakta idi. Bu yüzden Seebeck'in yaptığı araştırmalar hızlı bir gelişme göstermemiştir. Enerji krizlerinin artması, dolayısıyla alternatif enerji kaynaklarına yönelmeler sayesinde, bu konu üzerindeki çalışmalar artmıştır. Seebeck etkisinin iki önemli uygulama alanı vardır. Bunlar sıcaklık ölçümleri ve güç üretimidir. Şekil 1.3.'de güç üretimine ait bir kapalı devre sistemi görülmektedir. Seebeck etkisinin tespit edilmesi ve enerjideki problemler sonucunda bu konu üzerinde çalışmalar yapılmış. Peltier, Thomsom ve Joule etkileri belirlenmiştir.



Şekil 1.3. Farklı metallere oluşan bir devrede gerilim oluşumu (Dikmen, 2003).

Seebeck, keşfinden bir eşitlik türetmiş ve Seebeck katsayısını (α) bulmuştur.

E : Devreden ölçülen gerilim (volt)

ΔT : $T_H - T_C$ Yarıiletken malzemelerin yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı ($^{\circ}C$) 1.1

$\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B$ Seebeck katsayısı veya termo emk (elektro manyetik kuvvet) ($V/^{\circ}C$)

1.2

$E = \alpha_{AB} \cdot \Delta T$ 1.3

Seebeck Katsayısı kullanılan yarıiletkenlere bağlı olarak değişir.

1.4.1.Peltier etkisi

Fransız fizikçi Jean Charles Athanasa Peltier, 1834 yılında Seebeck etkisinin tam tersi bir durumun farkına vardı. Birleştirilen iki farklı yarıiletken malzemeden oluşturulan devre üzerinden doğru akım geçirildiğinde, birleşme noktalarının birinden ısı emilirken diğer birleşim noktasından ısı açığa çıktığını keşfetmiştir. Açığa çıkan ısı ve devrede dolaşan akım arasındaki şu bağıntıyı kurmuştur.

Q_P : Peltier ısısı, W

Π_{AB} : A ve B materyalleri için Peltier sabiti, V

I : Doğru akım, A

$Q_P = \Pi_{AB} \cdot I$ 1.4

1.4.2. Thomson Etkisi

İskoç bilim adamı, William Thomson 1856 yılında Seebeck katsayısı (α) ile Peltier katsayısı (Π) arasındaki bağıntıyı keşfetmiştir.

$$\alpha = \pi/T. (K) \quad 1.5$$

Bu eşitliğe ek olarak, Thomson kendi adını taşıyacak yeni bir hipotez öne sürmüştür. Bu hipotez, 1867 yılında Leru tarafından ispatlanmıştır. Akım taşıyan bir iletkenin herhangi iki noktası arasında bir sıcaklık farkı varsa akım yönüne göre iletkende Joule ısısına ek olarak Thomson ısısı (Q_T) açığa çıkmaktadır. Birim zamanda ortaya çıkan Thomson ısısı, akım şiddeti ve sıcaklık farkı ile doğru orantılıdır.

$$Q_T = I \cdot \alpha_T \cdot \Delta T = \alpha_T \cdot (T_2 - T_1) \quad 1.6$$

İki metalden oluşan bir devre için Thomson emk'ları arasındaki ilişki Eşitlik 1.7 ile ifade edilmiştir.

$$\alpha_T = (\alpha_{TA} - \alpha_{TB}) \cdot ((T_2 - T_1)/T_2) \quad 1.7$$

α_T : Thomson olayında meydana gelen termoemk.

α_{TA} ve α_{TB} farklı maddelerden oluşan devreyi ifade etmektedir.

1.4.3. Joule Etkisi

James Prescott Joule' elektrik enerjisinin ısı enerjisine etki eden ve kendi adı ile isimlendirilen kanununa göre, akım taşıyan bir iletken, direnci ve taşınan akımın karesiyle orantılı olarak ısınıp arttırır. Bir elektrik devresinde birim zamanda ortaya çıkan joule ısısı miktarı (watt olarak) 1.8'de ifade edilmiştir.

$$Q_j = I^2 \cdot R \quad 1.8$$

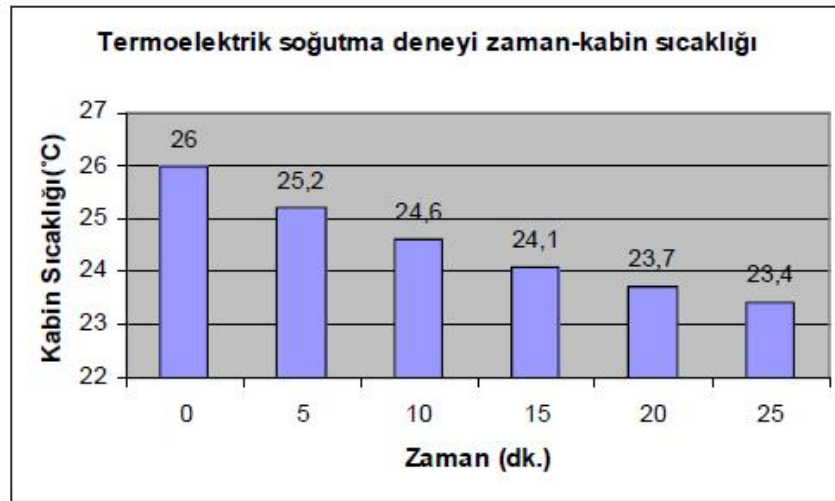
Burada Q_j , devreden geçen I akımının etkisi ile ortaya çıkan toplam Joule ısısı yükünü, I devreden geçen akım miktarını, R ise devrenin elektrik akımına gösterdiği direnç ifade etmektedir. (Ökten, 2007).

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çakır (2006) “ Güneş Piliyle Elde Edilen Elektrik Enerjisinin Termoelektrik Soğutmada Kullanılması ” isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasında, elektrik enerjisinin bulunmadığı yerlerde soğutma yapabilmek için enerji ihtiyacını güneş pilinden karşılayan termoelektrik soğutucu tasarlanmıştır. Yapılan uygulamada termoelektrik soğutma sisteminin enerjisi doğrudan güneş pilinden alınmaktadır. Deney esnasında güneş pilinin hareketli ayakları yardımıyla gerilim sabit tutulmuştur. Termoelektrik soğutucunun COP değerinin güneş pilinden gelen akım ve kabin dış sıcaklığına göre değişim gösterdiği görülmüştür. Ortam sıcaklığı 17,30 °C iken kabin içi 4,90 °C ye kadar düşürülmüştür. Yani iç-dış sıcaklık farkı $\Delta T=12,40^{\circ}\text{C}$ elde edilmiştir. Mahal sıcaklığı daha yüksek olduğunda iç sıcaklıkta artacaktır. Deney sonuçlarında en yüksek COP değeri 0,9 modül içi sıcaklık değeriyle modül dış sıcaklık değeri farkının 23 °C, gerilimin 2,23 A olduğu zamanda elde edilmiştir.

Ciylan (2005) “Termoelektrik Modüller İçin Mikrodenetleyici Kontrollü Yeni Bir Test Sisteminin Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi” isimli doktora çalışmasında termoelektrik modüllerin, basit, güvenilir ve evrensel manada, dinamik parametrelerinin yüzey sıcaklığı, modül çalışma gerilimi ve akımı ile modülün termoemk değerlerine dayalı olarak çıkartmaya yarayan yeni bir model elde edilmiştir. Bu modele dayanarak tasarlanan test sisteminin güvenilir olduğu bir dizi deneyle test edilmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Uçar ve Bardakçı (2005) “Termoelektrik Soğutma” isimli lisans tez çalışmasında termoelektrik soğutma sistemi ile soğutma sistemi kurulmuş ve çalıştırılmıştır. Çalışma sonunda deney ve hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan deneyde termoelektrik soğutma sistemi hava-hava soğutmalı olarak uygulaması yapılmıştır. Uygulama 6V sabit gerilim altında yapılmış ve TEC1–12708 modeli modül kullanılmıştır. Deney sonucunda 0.125 m³ lük hacim sıcaklığını şekil 1.4’de verildiği gibi değişiklik göstermiştir.



Şekil 2.1. Termoelektrik soğutma deneyi (zaman-kabin sıcaklığı).

Işık (2002) “Mikro Denetleyicili, Sıcaklık kontrollü AMGK Sistemi” isimli çalışmasında elektronik ve termoelektrik sistemlerin sıcaklık kontrolünü ve güvenilir çalışmasını sağlayacak bir besleme ve kontrol sistemi geliştirmiştir. Geliştirilen bu sistem ile AMGK’nın çıkış gerilimi, sıcaklığa bağlı olarak, oransal şekilde değiştirilebilmektedir.

İmadoğlu (2003) Köpükten yapılmış kutunun tabanına alüminyum levha yerleştirilerek, kutunun alt tarafından uygun büyüklükte bir parça kesmiş ve peltier bu kısma yerleştirilerek kenarları silikonla kapatmıştır. Peltier’in sıcak yüzeyine alüminyum levha ve 12 V’la çalışan bir fan monte etmiştir. Yapılan dolabın içine her türlü yiyecek ve içeceği koyup termostatı ayarlayarak istenilen miktarda soğutmuştur.

Dikmen (2002) “Termoelektrik Soğutucuların Çalışma kriterlerine Etki Eden Faktörlerin Ve Endüstrideki kullanım Alanların Tespiti” isimli Yüksek Lisans Tez Çalışmasında, Termoelektrik devrede meydana gelen olaylara ve termoelektrik sisteme etki eden kriterlere yer verilmiştir. Termoelektrik sistemi, termodinamik açıdan incelenmiş ve termoelektrik soğutucuların endüstrideki kullanım alanları belirlenmiştir. Ayrıca iki tip termoelektrik soğutucu ile soğutucuların performans değerlerini tespiti için deney yapılmıştır. Deneyde hava-hava soğutmalı sistemde 24 Volt 57 Watt gücünde modül ve sıvı hava soğutmalı sistemde ise 24 Volt 67 Wattlık modüller kullanılmıştır. Soğutucuları kullanmak üzere 50 litrelik yalıtımlı bir dolap yapılmıştır. Soğutulan hacim 20 mm kalınlığında strafor ve 3 mm kalınlığında PVC ile kaplanmıştır. Deneyler sonucunda hava- hava soğutmalı sistemin COP değeri en iyi soğutma olduğu anda hesaplanmış ve COP değeri 0.37 bulunmuştur. Sıvı-hava

soğutmalı sistemde ise 67 Wattlık modül kullanılmış ve COP değeri 0.40 olarak hesaplanmıştır.

Kırmacı (2002) “Termoelektrik Soğutma Etkisinin Soğutmada Kullanılması” isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasında, 40mm x 40mm x 4mm ölçülerinde bir termoelektrik modül, boyutları 50mm x 60mm x 50mm olan yalıtılmış bir dikdörtgen prizma kutu monte edilmiş ve içerisine konan suyun sıcaklığı düşülerek, akım ve gerilim arasındaki ilişki incelenmiştir. Deneyde kullanılan 150 cm³ lük hacim 1 mm kalınlığında galvanizli sac ile kaplanmış ve iç kısmı 5 mm kalınlığında straforla kaplanmıştır. Deney sırasında hacim içerisine 125 g su konulmuş ve sistem fanlı ve fansız olarak çalıştırılmıştır. Deneyler sonucunda fansız deneylerde COP’ en düşük ve en yüksek değerleri COP_{min} : 0.088, COP_{max} : 0.22’dir. Fanlı sistemde ise COP_{min} : 0.094, COP_{max} : 0.358 olarak bulunmuştur.

Salimi (2001) “Termoelektrik Sistemlerin Analiz Programı” isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasında, delphi 5.0 programı (tsap) yazılmıştır. Tsap programı kullanılarak termoelektrik soğutucular ve termoelektrik jeneratörler gibi sistemlerin kapsamlı bilgisayar analizi yapılmıştır.

Fidan (2000) “Mikrodenetleyici Kontrollü Taşınabilir Termoelektrik Tıp Kiti Cihazı Tasarımı Ve Uygulaması” isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasında dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından belirlenmiş olan standarda göre kanın depolanması için gerekli ısı ortamı 2 °C ile 10 °C arasında belirlenmiş ortam koşullarını sağlayan mikroişlemci kontrollü taşınabilir termoelektrik tıp kiti cihazı tasarlanmıştır.

Tay et al (2006) “Fotorejist İşlem İçin Pişirme Lambasının Termoelektrik Düzene Bağlı Olarak Tasarımı” İsimli çalışmalarında, mikrolitagrafide fotorejist (ışığa duyarlı) işlemi için, parçanın hacimsel ve yüzeysel sıcaklık düzenliliğinin ön plana çıkartıldığı bir entegre pişirme/soğutma modülünün tasarımı bu makalede sunulmaktadır. Sistem, ısıtmanın bir çok yayımlı ısıtma bölümünün, gerçek zamanlı dinamik ve hacimsel olarak parça sıcaklığının kontrol edilmesini sağlamak üzere bir dizi termoelektrik elemanla ilişkilendirilerek hazırlanmıştır. Pişirme ve soğutma bölümlerinin birleştirilmesi neticesinde, ısıtma bölümünden soğutma bölümüne olan geçişte kaybedilen ısı kontrolü engellenmiştir. Önerilen yaklaşımın olabilirliği detaylı model ve simülasyonlar aracılığıyla “first principle heat transfer analysis” kullanılarak ortaya konmuştur.

Lertsatitthanakorn (2006) “ Kombine Biyokütle Fırını Termoelektrik Jeneratörü (BİTE)’ nün Elektriksel Performans Analizi ve Ekonomik Değerlendirilmesi” İsimli

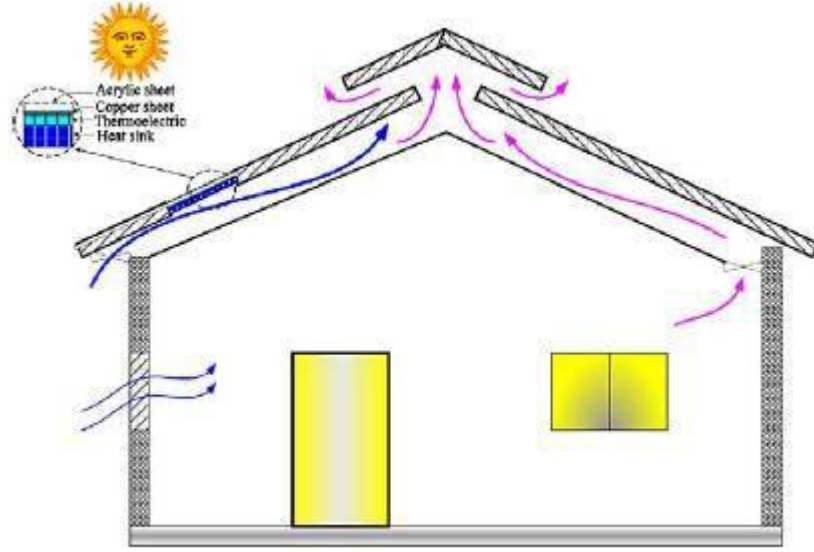
çalışmasında biyokütle pişirme fırının geliştirmekte olan ülkelerdeki kullanımı oldukça yaygın olmakla birlikte, fırınlar yeterince verimli değildir. Pişirme fırının daha kullanışlı olmasını sağlamak adına, fırın duvarlarından yayılan atık ısıyı değerlendiren bir termoelektrik jeneratör sisteminin bizmut-tellür tabanlı maddelerden yapılmış ticari termoelektrik modüllerin fırına eklenmesinin olabilirliği araştırıldı. Sistem (biyokütle pişirme fırını termoelektrik jeneratörü BİTE), ticari bir termoelektrik modül (Taihnaxing model TEP1-1264-3.4), bir metal saç duvar ve termoelektrik modülün soğuk tarafını oluşturmak üzere dörtgen kanatlı bir soğutucudan oluşmaktadır. Deneysel bir düzenek hazırlanarak çeşitli sıcaklık aralıklarında sistemin dönüşüm etkinliği değerlendirilmiştir. Deneysel düzen, elektriksel güç çıkışının ve dönüşüm verimliliğinin, termoelektrik modülün sıcak ve soğuk yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkına bağlı olduğunu göstermiştir. Yaklaşık 150 °C' lik bir sıcaklık farkında modülün elektriksel çıkışı 2,4 Watt'a ulaşmıştır. %3,2' lik bir dönüşüm verimliliği küçük bir Flamanlı ampulü yakmak veya bir radyoyu çalıştırmak için yeterli olmuştur. Teorik bir model, düşük sıcaklık aralıklarında güç çıkışını tahminde kullanılmıştır. Ekonomik bir analiz, aynı gücün piller tarafından karşılanması durumunda geri dönüş periyodunun çok kısa olacağını göstermiştir. Bu nedenle, burada formüle edilen, jeneratör tasarımı evlerde kullanılabilir. Sistem, birincil güç kaynaklarıyla rekabet etmek üzere tasarlanmamıştır. Fakat acil durumlarda veya yedek güç kaynağı olarak kullanılmaya müsaittir.

Ceylan and Yılmaz (2006) Yaptıkları çalışmada termoelektrik modülün dinamik parametrelerini hesaplamayı amaçlayan üniversal mikroişlemcili test sistemi dizayn edilmiş ve bu sistemle testler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı mevcut formül dizisinin daha basit formuna göre test sistemi dizayn edilmiştir. Minimum giriş değişkeni ile daha kesin sonuç bulunabilmektedir. Sonuç olarak termoelektrik modülün dinamik parametreleri üniversal olarak ölçülebilen ve yalnızca sıcak yüzey sıcaklığını, modül çalışma gerilimini, modülün akımını ve termoemk değerlerini kullanan bir test sistemi üretilmiştir. Aynı zamanda gerçekleştirilen yeni test sistemi, performansının değerlendirilebilmesi için standart termoelektrik modülün (melcor cp 1,4-127-102) ölçümünde kullanılmıştır.

Hansen (2003) "Termoelektrik Soğutuculu 61 Hücreli Si-kaymalı Modülün Termal Performansı" Bu çalışmada bir 61 hücreli silikon kaymalı detektör modülün statik termal davranışı incelenmiştir. 3 boyutlu simülasyonlarla modül içindeki sıcak akış üzerindeki katı maddelerin termal iletkenlik etkisi tartışılmıştır. Grafit kullanımı,

katı parçaların içinde 1 °C'nin altında homojen olmayan bir çalışmaya neden olur ve yeterli düşük sensör sıcaklık seviyesine gelir. Tek taraflı termoelektrik soğutucu ve modül üzerine monte edilmiş soğutuculu deneylerde sensörün ve elektronik devrenin sıcaklığı modülün doğrusal güç tüketimine bağımlı olarak kasa sıcaklığındadır. Sensör ve elektronik devre arasındaki termal kuplaj eşitlikler sensör ve elektronik güç tüketimi, soğutma gücü ve ısıtma iletimi altındaki atmosfer sıcaklığı üzerindeki çalışma sıcaklıklarına bağımlılığını tamamen açıklamaktadır. Simülasyon eğrileri ölçülen karakteristikleri iyi kalitede göstermektedir. Güç tüketim seviyesi 1,25W, atmosfer sıcaklığı 22 °C ve hava akımı 18cm/s olan sensör 13 °C ve 9 °C sıcaklık altında ve soğutma gücü 2,8-7 Watt arasında çalıştırılabilir. soğutma fanı ve soğutma gücü olmadan sensör sıcaklığı 35 °C' nin altındadır.

Maneewan et al. (2003) “Termoelektrik çatı tipi güneş kolektörünün üretim gücü” Bu makalenin amacı laboratuvar düzeyinde yeni bir çatı tasarım kavramının, “termoelektrik çatı tipi güneş kollektörü (Te-RSC)” ‘nin güneş enerjisinin güç üretiminde kullanılmasını araştırmaktadır. Te-RSC, şeffaf akrilik bir plakadan, hava boşluğundan, bakır bir plakadan, termoelektrik modüllerden ve bir dörtgen kanatlı soğutuculardan oluşmaktadır. Gelen güneş ışığı bakır plakayı ısıtmakta ve böylece TE modül üzerinde bir sıcaklık farkı oluşturulmakta ve bir doğru akım elde edilmektedir. Bu üretilen akım TE modülleri soğutan bir fanın işletilmesi için kullanılmaktadır. TE-RSC'nin yüzey alanı 0,0525 m²'dir. Ve 10 adet termoelektrik soğutucu modül (tianjin-lantian model TEC1-12708) kullanılmıştır. Araştırmalar, değişken güneş ışıması altında, (simülasyon için gücü 400 ile 1000 W/m² arasında değişen bir halojen ampül kullanılmıştır) yapılmıştır. Araştırma sonucunda, bu yeni çatı tasarımının, 30 °C ile 35 °C arasında değişen bir ortam sıcaklığı ve 800 W/m² gücündeki bir güneş ışıması altında 1,2 watt civarında bir güç ürettiği görülmüştür. Buna karşı gelen fan havasının hızı 1,7 m/s civarındadır. Bu nedenle önerilen TE-RSC kavramı kırsal alanda güç üretimi, çatı ısını azaltma ve dâhili ortam havalandırılması gibi çeşitli amaçlar için ilginç ve yeni bir alternatif oluşturmaktadır. Sistem şekil 2.2' de görülmektedir.



Şekil 2.2. Termoelektrik çatı tipi güneş kolektörü

Nuwayhid et al. (2004) Yaptıkları çalışmada bir termoelektrik jeneratörü, ev tipi odun sobasının yanına uygun olarak yerleştirilmiş. Jeneratör, makul maliyette önemli güç vermek için tasarlanan bir veya daha fazla termoelektrik modül kullanarak çalıştırıldı. Termoelektrik jeneratör, doğal konveksiyon ve hava soğutmalı idi. Deneye yanma oranı ve sıcaklığı kontrol edilen bir odun sobası ile başlandı. Devre gerilimleri uzun süre gözlemlendi. Yüklenen güç ile eşleşen maksimum bir modülden elde edilen güç 4,2 watttır.

Çakır (2006) Termoelektrik modüllerin mikrofilm kalorimetrede kullanımı çalışması boylerdeki oluşan çatlakları tespit eder. Bunu Peltier modülün izotermal kontrollüyle $\pm 1\%$ doğrulukta yapmaktadır. 100 μW ile 200 mW güç aralığında, dalga boyu 0,4 μm ile 1,8 μm arasında olan ışınların gücünü ölçmek için kullanılabilen Peltier kontrollü siyah gövdeli (NiPkaplama) bir cihazdır

Mathiprakasam and Fiscus (1986) Termoelektrik modülleri donma noktası termometresinde kullanmışlardır. Bu cihaz, hidrokarbon karışımlarının donma ve erime noktalarının tespiti için kullanılır. Test edilecek numune, donma noktasını belirlemek için -60°C 'ye kadar soğutulur ve erime noktasını belirlemek için numune tekrar oda sıcaklığına döndürülür. Soğutma ve ısıtma, iki adet üç basamaklı Peltier modülüyle sağlanır. En üsteki basamak 71 kupla (semikondüktörün boyu 3 mm), orta basamak 71 kupla (semikondüktörün boyu 6 mm), en alttaki basamakta ise 127 kupla

(semikondüktörün boyu 6 mm) sahip Peltier modül kullanılır. Peltier modüllerin sıcak tarafını 20 °C altında tutmak için su ve buz karışımı kullanılır.

Dikmen (2003) Termoelektrik modülleri donma noktası referans odasında kullanmıştır. Bu odanın bir tarafı kapatılmış, diğer tarafı da esnek metal bir körük takılmış bakır bir silindirden oluşan bir cihazdır. Saf suyun soğutma noktasının tespiti için cihazın odası tamamen saf su ile hava doldurulur ve Peltier modül tarafından üç noktadan soğutulmuştur. Sızdırmadan, su/buz veya su/hava/buz karışımını üç noktadan kontrol ederek 0,01 °C sapmayla otomatik kontrol edilerek suyun donma noktasını değerini gösterir.

Dikmen (2003) Termoelektrik modülleri yağ (petrol) bulanıklık test cihazında kullanmıştır. Test edilen yağ (petrol), bulanıklık noktasını belirlemek için -34 °C'ye kadar soğutulur. Soğutma iki adet iki basamaklı Peltier modülle sağlanır. Bu Peltier modülün üsteki basamak 127 kupla (eleman uzunluğu 2,54 mm), alttaki basamakta 127 kupla (eleman uzunluğu 1,14 mm) sahiptir.

Uçar ve Bardakçı (2005) Termoelektrik modülleri tıp kiti soğutucu olarak kullanmıştır. Kan, aşı ve birçok ilacın bozulmaması için belli bir sıcaklık koşullarında tutulması gerekmektedir. Bu koşullar Peltier soğutucu modüllerle sağlanmaktadır. .

Çakır (2006) Termoelektrik modülleri mikrotome safhası soğutucusu olarak kullanmıştır. Bir örnek doku Peltier soğutma safhası kullanılarak dondurulup, bir mikroskop için kolaylıkla kesilir ve ince numunelere kolaylıkla ayrılabilir. Bu safha her türlü Mikrotome adapte edilebilir. Dokunun sıcaklığı Peltier modülünün akımı kontrol edilerek istendiği zaman azaltılabilir veya artırılabilir. Akım ayarı kullanarak, donmuş plakaların hızlı bir şekilde ısıtmak için kullanılır. Böylece örnek doku hızlı bir şekilde yerinden alınıp taşınabilir.

Mole et al (1972) termoelektrik soğutma sistemi havalandırmaya dair bir ünite prototipi ve yolcu taşıyan demiryolu araçları için ısıtıcı ASEA tarafından İsveç demiryolları için iki kişi tarafından tasarlanmıştır. Birisi Ridal diğeri de Lundquist'dir. Dizayn Widakowich tarafından iki temele dayandırılmıştır. Birincisi termoelektrik malzeme kullanan düzlemsel yapıyı anlatır, ikincisi ise basınç kontağı kullanan ve termoelektrik malzemeyi bakır kaplanmasıyla ilgili. Üniteler sökülmeden önce birkaç yıl çalıştırılmıştır.

Çakır (2006) Carrier şirketi, deniz uygulamaları için 3,5 kW'lık su soğutmalı iklimlendirme sistemi yapmışlardır. Bu sistem her biri dört termoelektrik modül içeren altı alt sistemden oluşur. Her bir termoelektrik modül 13,7 x17,8 cm'dir ve 1,13 cm² yer

kaplayan ve 2,54 mm. yükseklikte 130 termoelektrik elemana sahiptir. Günümüzdeki ticari termoelektrik modüllerinden çok daha büyüktür. 1960'ların ortalarında bu şirket bir termoelektrik iklimlendirme ve ısıtma sistemi yapmıştır. Sistem, su soğutmalı iklimlendirme sistemi 30 kadar modül içeriyordu. 1973'te sistem çalışmakta ve bu sistemin tek problem güç depoları ve kontrol sistemlerinin olmayışydı. Termoelektrik modüller Carrier tarafından yapılmıştır. Bunlar 12x12 cm ve 2,5 mm'lik kalınlıkta 64 elemanlıdır. Soğutma modunda maksimum elektrik akımı 80 A'dir. Carrier bu çalışmaları tamamladıktan sonra termoelektrikle ilgili çalışmalarına son verdi.

Kansas City Midvest araştırma enstitüsü, helikopter pilotları için mikroklima termoelektrik İklimlendirme sistemi geliştirmiştir. Sistem 1000 W'lık soğutma gücüne sahiptir. Her biri 254 termoelektrik eleman içeren 96 seramik ticari modülden oluşur. Yer araçları için bir sistem ve aynı zamanda sıvı bir mikro-iklim şartlandırma sistemi geliştirmişlerdir (Dikmen, 2003). Son zamanlarda büyük güce sahip birçok uygulama incelenmiş, geliştirilmiş ve günümüzde ticari amaç için üretilmiştir. Bunlar; Park etmiş uçak; bir terminal girişinde park halinde bir uçağın iklimlendirilmesi için onlarca kilowatt soğutma yüküne ihtiyaç vardır. Çalışan sistemler havadan-havayadır. Trenler; Şuanda yolcu taşıyan demiryolu araçlarının iklimlendirilmesi yapılmış hala sürücü kabini için iklimlendirme uygulamaları devam etmektedir. Soğutma gücü birkaç kilovattır bundan dolayı soğutma gücü ve elektrik güç tüketim daha azdır. Bu sebepten dolayı yakın zamanda demiryolu taşımacılığının iklimlendirilmesinde bu uygulamalar öne çıkacaktır. Otomobiller; Termoelektrik soğutma otomobillerde özellikle elektrikli otomobillerde oldukça ilginç bir konuma sahiptir. Arabaların içindeki ısıyı düşürmekten ziyade konfor şartlarının sağlanması insanlar için daha önemlidir.

Deniz kuvvetleri; Deniz uygulamalarında direkt ve indirekt olarak geri çevrilebildiği için deniz suyu daha etkilidir. Suya ısı transfer etmek, havaya transfer etmekten daha verimli şekildedir. Büyük ölçekli sudan-suya soğutma uygulamaları mevcuttur. Geleneksel kompresörlü sistemlerinin yerini aldığı için avantajlı sistemdir. Başka bir uygulamada da direkt soğuk hava üreten merkezi olmayan termoelektrik iklimlendirme sistemidir. Başka bir gelişme alanı da deniz konteynırların soğutulması uygulamasıdır. Büyük iki kademeli modüllerin ticareti için soğuk odalar ve derin dondurucu odalar gibi daha büyük ısı farkı gerektiren uygulamalar artmıştır.

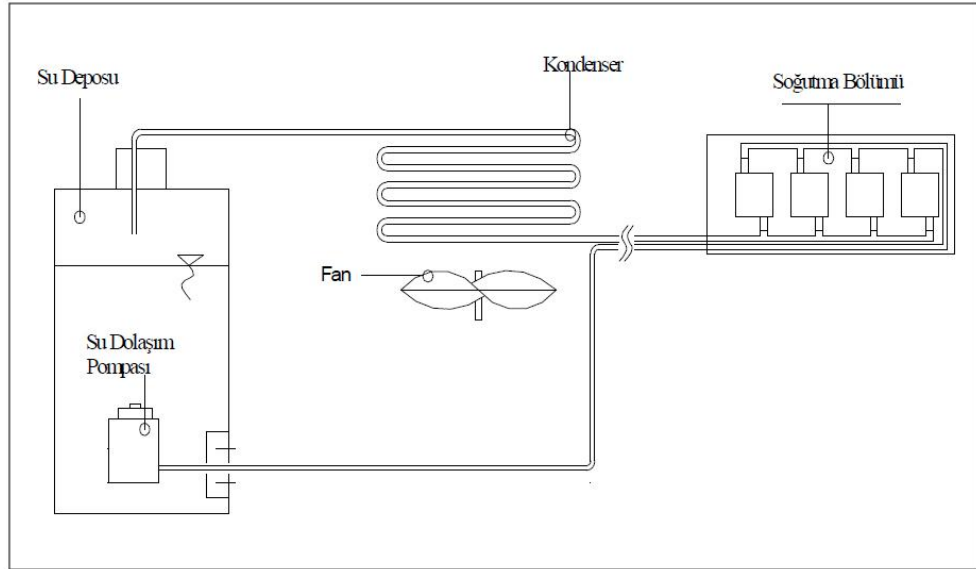
Konteynırlar; Konteynır üreten ya da kullanan şirketler tarafından termoelektrik soğutmaya yoğun ilgi vardır. Özellikle derin dondurma sıcaklığı gerektiği zaman termoelektrik sistemler, kompresörlü çevrimli sistemlerden çok daha pahalıdır. + 4 °C

de saklamayı sürdürebilen özel termoelektrik soğutma konteynrları gelecekte meydana çıkabilir. (Uçar ve Bardakçı, 2005).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

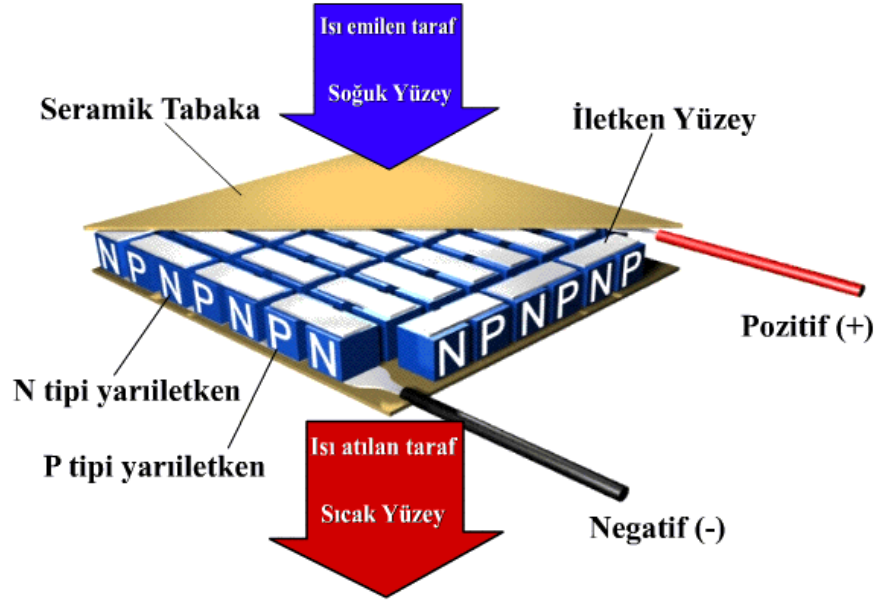
Tasarlanıp gerçekleştirilen sistem termoelektrik soğutma sistemli organ taşıma kitidir. Sistemde termoelektrik modül kullanılmıştır. Literatür çalışmaları yapılarak tasarım oluşturulmuş, gerekli malzemeler temin edilmiş ve sistem oluşturulmuştur. Sistemde termoelektrik modüller su soğutma sistemi ile soğutulmaktadır. Su soğutma sistemi tasarlanırken uzman kişilerden bilgi alınarak tasarlanmıştır ve malzemeleri temin edilmiştir. Deney sonuçları uzaktan sıcaklık ölçebilen lazer termometre ile hassas bir şekilde ölçülmüştür. Şekil 3.1’ de termoelektrik organ soğutma kitinin çalışma sistemi görülmektedir.



Şekil 3.1. Termoelektrik organ taşıma cihazı çalışma sistemi

3.1.1. Termoelektrik Modül

Her hangi bir termoelektrik devre veya sistemin temelinde, termo elementlerden oluşan termoelektrik modül bulunmaktadır. Termoelektrik modül bir çok termo elementin elektriksel olarak seri bağlanması şeklinde elde edilmektedir. Termoelektrik modüller hareketli parçaları bulunmayan birer ısı pompasıdır. Termoelektrik modüller sessiz çalışmaları, ömürlerinin uzun olması ve güvenilir olması sebebiyle tercih edilmektedirler. Şekil 3.2.’de Bir termoelektrik modülün yapısı görülmektedir.



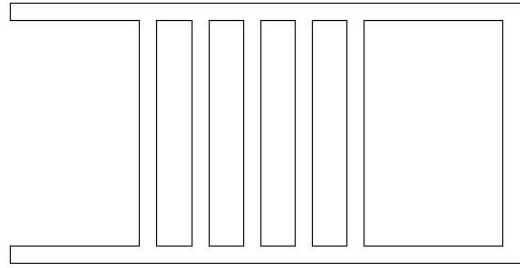
Şekil 3.2. Termoelektrik modülün yapısı

Termoelektrik soğutucular, bazen termoelektrik modül veya “Peltier soğutucusu” olarak adlandırılır. Termoelektrik soğutucular, küçük birer ısı pompası gibi çalışan yarı iletkenlerdir. Bir doğru akım kaynağından sağlanan küçük bir gerilim sayesinde ısı, modülün bir yüzeyinden diğer yüzeyine hareket eder. Bu sayede modülün bir yüzeyi ısınırken diğer yüzeyi soğumaya başlar. Güç kaynağının uçlarını değiştirilmesiyle soğumakta olan yüzey ısınmaya, ısınan yüzey ise soğumaya başlar. Bir termoelektrik modül istenildiği yere göre, soğutucu veya ısıtıcı olarak kullanılabilir (Gao and Rowe, 2005). Modülün soğuk kısmı azami sıcaklık farkına ulaştığında, ısı pompalaması kesilir ve ısı pompası özelliğini kaybeder. Bu yüzden -5°C ile -15°C arasında kullanımı en verimlidir. Bu aralıkta yüzeyler arasındaki sıcaklık farkı en yüksek seviyeye çıkar. Termoelektrik soğutucular, evlerimizde kullandığımız soğutucularla aynı prensiple çalışırlar. Ama bazı farklılıklar vardır. Genel olarak kullanılan sistemlerdeki, soğutucu akışkanın yerini, termoelektrik modüllerdeki yarı iletkenler alır.

3.2.Sistemi Oluşturan Elemanlar

3.2.1.Termoelektrik Modül Soğutma Parçası

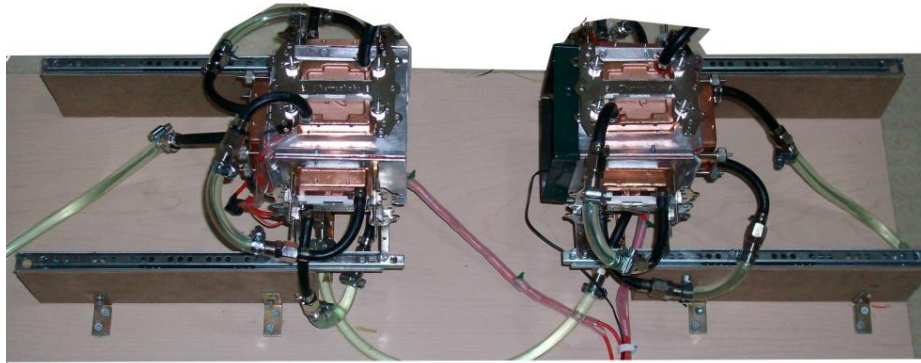
Termoelektrik modülün verimini artırabilmek için kullanılış biçimine göre soğutulması ya da ısıtılması gereklidir.Sistemimizde termoelektrik modül soğutma için kullanıldığı için modülün diğer yüzeyi ısınacaktır ve soğutulması gereklidir.Modülün soğutulması için bakır borulardan oluşan bir parça geliştirilmiştir.Soğutma veriminin artırılması için geliştirilen parça Şekil 3.3.de görülmektedir.



Şekil 3.3. Soğutma parçası

3.2.2.Termoelektrik modüllerden oluşan soğutma kısmı

Oluşturulan soğutma parçalarına termoelektrik modüller monte edilmiş ve pnömomatik hortumlar yardımı ile birbirlerine bağlanmışlardır.Su dağılımın eşit olması için soğutma sistemi ikiye ayrılmıştır.Yani pompadan gelen su iki ayrı hortumla sisteme ulaşmaktadır.



Şekil 3.4. Soğutma kafesi

3.2.3. Termoelektrik Modül

Sistemde 12 voltluk modüller tercih edilmiştir. 12 voltluk modülün tercih edilme sebebi 12 volt gerilimin bir çok ortamda daha rahat temin edilmesi olmuştur. Deneylerimizde TEC1- 12706 modelinde 96 watt modül kullanılmıştır.

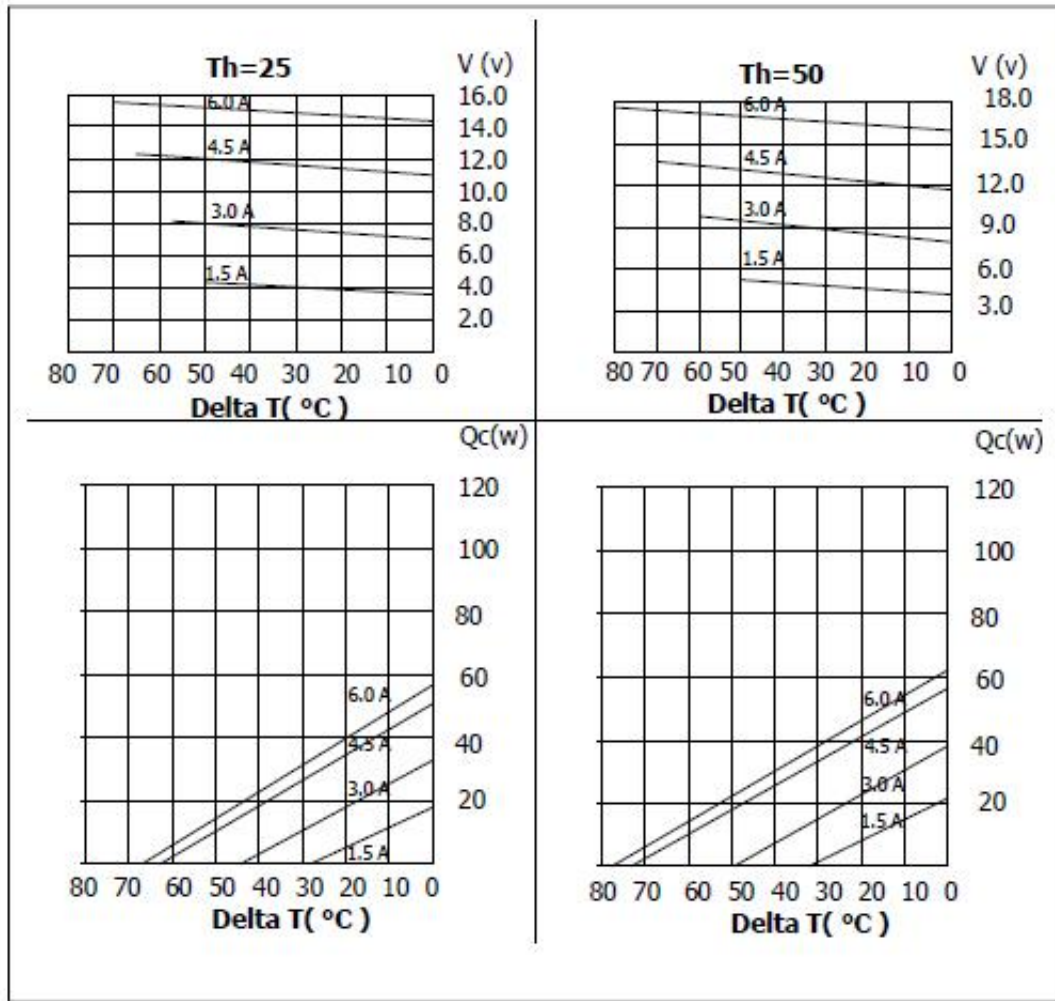


Şekil 3.5. Termoelektrik Modül

Modülümüzün özellikleri Çizelge 3.1 ve Şekil 3.6. 'da verilmiştir.

Çizelge 3.1. Modül Performans Şartları (URL-1 2012).

Performans Şartları (Tec1-12706)		
Sıcak yüzey Sıcaklığı (°C)	25 (°C)	50 (°C)
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
I _{max} (apms)	6,4	6,4
V _{max} (volts)	14,4	16,4
Modül direnci (ohms)	1,98	2,30



Şekil 3.6. Tec1-12706'ya ait teknik veriler (URL-1 2012).

T_h : Modülün ısınan yüzey sıcaklığı

Delta T: Modül yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı

Q_c : Modülün soğutma gücü

$V_{(v)}$: Modülün gerilim değeri

3.2.4. Güç kaynağı

Sistemde 12 volt gerilim verebilen, 250 wattlık iki adet güç kaynağı ve 1 adet 350 Watt güç kaynağı kullanılmıştır. Güç kaynaklarını soğutma kontrol cihazı kontrol etmektedir. Sistemde kullanılan güç kaynağı şekil 3.7.'de görülmektedir.



Şekil 3.7. Güç Kaynağı

3.2.5. Soğutma kontrol cihazı

Sistemin sıcaklığını kontrol edebilmek için özel cihazlar kullanılmıştır. İki adet soğutma kontrol cihazı kullanılmıştır. İki adet kullanılmasının sebebi, soğutma kabinin iki parçadan oluşmasıdır. İki kabinin kontrolü ayrı ayrı iki cihazdan yapılmaktadır. Cihaz istenilen sıcaklıkta sistemi sabit tutabilmektedir. Sistemin sıcaklığı istenilen seviyenin altına düştüğünde sıcaklığı sabit tutabilmek için termoelektrik modüllere gelen elektriği kesmektedir. Herhangi bir arıza durumunda, sıcaklığın aşırı düşmesinde yada yükselmesinde sesli alarm verebilmektedir. Alt sıcaklık sınırı, üst sıcaklık sınırı, sabit sıcaklık değeri cihaz menüsünden ayarlanabilmektedir. Ayrıca cihaza uzman kişiler haricinde müdahale edilememesi için şifreleme sistemi de mevcuttur. Şekil 3.8.' de soğutma kontrol cihazı görülmektedir.



Şekil 3.8. Soğutma Kontrol Cihazı

3.2.6. Su Dolaşım Pompası

Su dolaşım pompası, termoelektrik modül yüzeyindeki meydana gelen ısı ile yüklenmiş olan suyu yoğunlaştırıcıya daha sonra su deposuna ve tekrar sisteme vermektedir. Bu dolaşım, sistem çalıştığı sürece devam etmektedir. Yoğunlaştırıcıdaki suyun ısısını atabilmesi içinde fan kullanılarak yoğunlaştırıcıya hava üflenmiştir. Pompa 12V ve fan 220 volt gerilim altında çalıştırılmıştır. Pompa 1 litre suyu, 1 dakikada soğutma sisteminde dolaştırabilmektedir.

3.2.7. Dolaşım Suyu Soğutucusu (ısı eşanjörü, kondanser)

Isı eşanjörü, bir akışkandan diğerine ısı transfer etmek için yapılmış bir alettir. Eşanjörde akışkanların birbirine değmemesi gereken durumda akışkanlar katı bir duvarla ayrılırlar ve bu şekilde akışkanlar asla karışmaz. Akışkanların direkt olarak temas ettiği tiplerde vardır. Isı eşanjörleri yaygın olarak, soğutma, iklimlendirme (klimatize etme), ısıtma, güç üretimi ve kimyasal proseslerde kullanılır. Yaygın bir ısı eşanjörü örneği de otomobil radyatörüdür. Burada sıcak radyatörün bir yüzeyine temas eden motor soğutma suyu, diğer yüzeyine temas ederek geçen hava ile soğutulur(URL-2 2012). Isı eşanjörü tasarlanan cihazda ısınan suyun sıcaklığını düşürmek için kullanılmıştır. Sistemde dolaşan su modüllerin yüzeyinden ısıyı almaktadır. Modüllerden alınan ısıyı eşanjör yardımıyla dışarıya atılmaktadır. Eşanjör 8mm çapında bakır borudan çapraz akım geçişli olarak imal edilmiştir. Eşanjör şekil 3.9.'da görülmektedir. Deneyler sırasında eşanjöre dolaşım suyunun giriş ve çıkış sıcaklıkları izlenmiştir. Eşanjöre suyun giriş ve çıkış sıcaklıkları arasında 0,7 °C fark olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.9. Kondanser

3.2.8. Su Deposu

Termoelektrik soğuk tedavi cihazının çalıştırılması sırasında, termoelektrik modüllerin ısınan yüzeylerinin etkin bir şekilde soğutulması için su kullanılmaktadır. Termoelektrik soğuk tedavi cihazında, bu nedenle 2 litre kapasiteli polietilen su deposu kullanılmıştır.

3.2.9. Acil Durum Düğmesi

Sisteme deneyler sırasında herhangi bir arıza durumunda sistemin tamamen kapatılabilmesi için acil durum butonu yerleştirilmiştir.Şekil 3.10.'da acil durum butonu görülmektedir.



Şekil 3.10. Acil Stop Butonu

3.2.10. Ana Gövde

Sistemin parçalarının bütünleştirilerek yerleştirildiği kısımdır. 18 mm mdf lam malzemedен imal edilmiştir. Ayrıca hava sirkülasyonu yapabilmesi su soğutma kısmı ve elektronik aksamı açık yapılmıştır.

3.2.11. Lazer Termometre

Sistemin sıcaklığı soğutma kontrol cihazı ile sağlanmaktadır. Soğutma kontrol cihazı sürekli olarak termoelektrik modüllerin soğuk kısımlarının sıcaklıklarını göstermektedir. Deneyde ise diğer elemanların sıcaklıkların ölçümlerini yapabilmek için

temassız lazer termometre kullanılmıştır.Lazer termometrelerin hata payı sıfıra yakındır.Şekil 3.11.'de deneyde kullanılan lazer termometre görülmektedir.



Şekil 3.11. Lazer Termometre

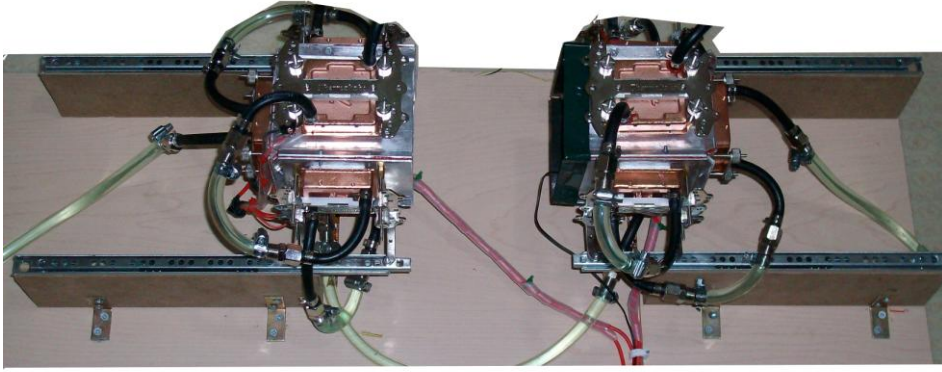
3.2.Yöntem

3.2.1.Organ Taşıma Sisteminin Çalıştırılması

Sistemi genel olarak organ soğutma bölümü ve su soğutma bölümü olarak ikiye ayırabiliriz.Organ soğutma bölümü su sirkülasyonunun eşit olabilmesi için iki bölüme yapılmıştır.Her bölümde beş adet olmak üzere toplamda 10 adet termoelektrik modül kullanılmıştır.

3.2.2.Soğutma Bölümü

Termoelektrik modüllerin ısınacak yüzeyleri soğutma kafesine yerleştirilmiştir.Sisteme güç verildiğinde termoelektrik modüllerin iç yüzeyleri soğumakta ve organımızı kısa sürede soğutabilmektedir.Termoelektrik modüllerden daha fazla verim alabilmek için ısınan yüzeylerini soğutmamız gereklidir.Soğutma kafesimizin bakır borularından dolaşan suyumuz termoelektrik modüllerin ısınıp alarak su soğutma sistemine göndermektedir.



Şekil 3.12. Soğutma Kafesleri



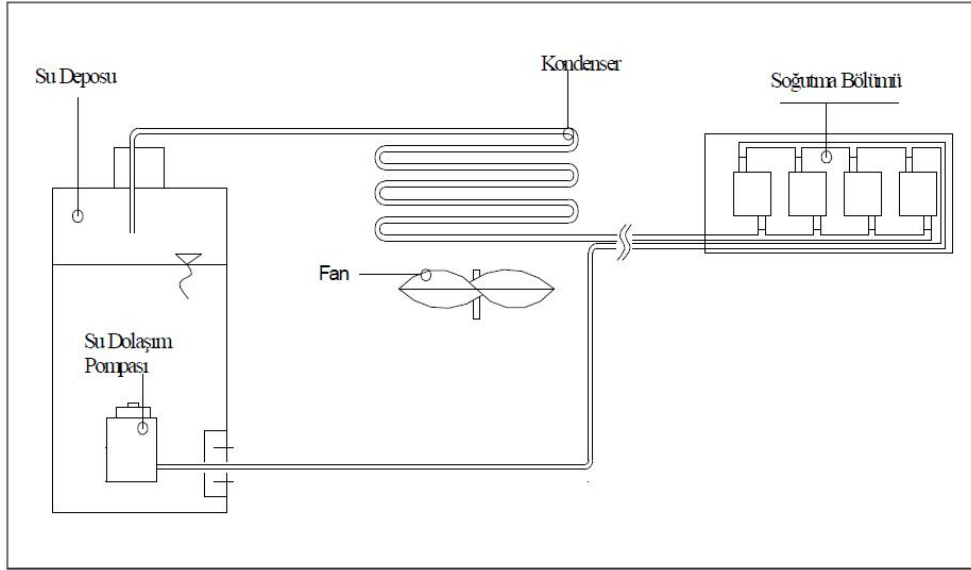
Şekil 3.13. Kontrol Paneli

3.2.3. Su soğutma Bölümü

Kafeste ısı iletkenliği yüksek olan bakır borular kullanılmıştır. Su soğutma kafesinden geçen su kondansere ulaşmaktadır. Kondanser fan yardımı ile ısınan suyun ısınıp düşürerek suyu su deposuna göndermektedir. Sistemdeki su dolaşımını sağlayan su pompası, su deposunun içine yerleştirilmiştir. Daha önce harici su pompası denenmiş ancak kısa sürede yanmıştır. Bu sebepten dolayı su deposu içinde çalışabilen dalgıç su pompası kullanılmıştır. Bunun sebebi hem soğuk ortamda daha uzun süre çalışabilmesi, hemde daha fazla suyu hızlı bir şekilde sistemde dolaştırabilmesidir. Sistemde su iletimi pnömatik hortumlar ve rekorlar ile gerçekleştirilmiştir. Sistemdeki hortumların ve rekorların su kaçırmaya olasılığı sıfırdır. Şekil 3.14.' de sistemde kullanılan su pompası, pnömatik hortumlar ve rekorlar görülmektedir. Su soğutma sistemi Şekil 3.15.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Pnömatik rekorlar, pompa ve pnömatik hortum



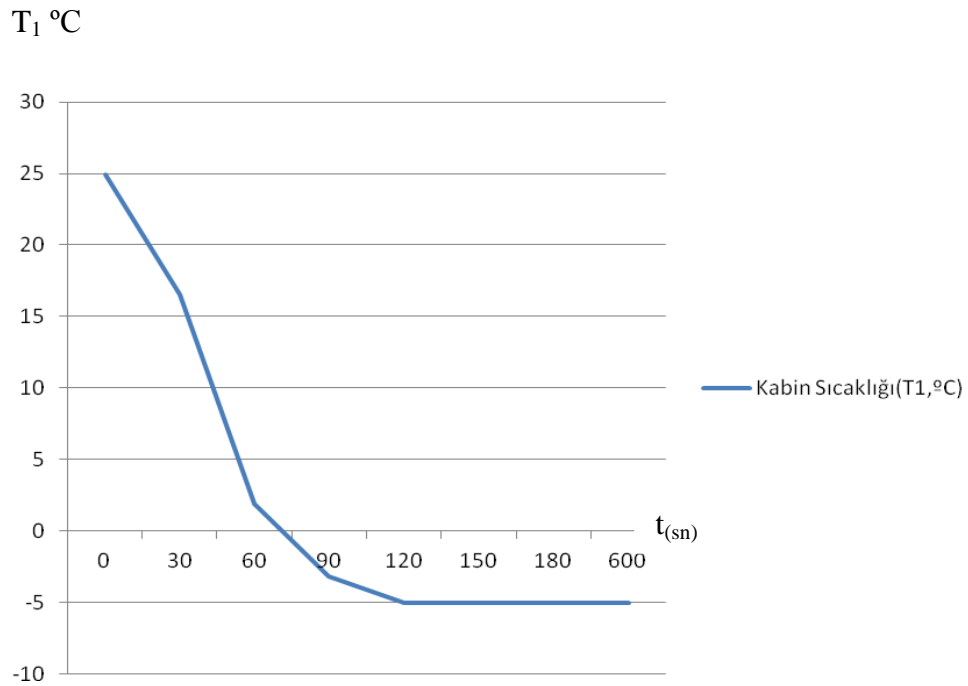
Şekil 3.15. Su Soğutma Bölümü

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLAR

Sistemin performans analizi sisteme 5x6x10 cm ebatlarında hayvan böbreği yerleştirilerek, 120 dakikalık süre boyunca , 25°C, 30°C, 35°C, 40°C sıcaklıklarda yapılmıştır. Her ölçüm 5 defa tekrarlanmış ve ortalamaları alınmıştır. Bu sonuçlar aşağıdaki tablolar ve grafiklerde verilmiştir.

Çizelge 4.1. 12 Volt 25°C Ortam Sıcaklığında Boşta Çalışma Sonuçları

12V 25°C BOŞTA ÇALIŞMA	
Zaman(t_1 ,sn)	Kabin Sıcaklığı(T_1 ,°C)
0	24,9
30	16,5
60	1,9
90	-3,2
120	-5
150	-5
180	-5
600	-5

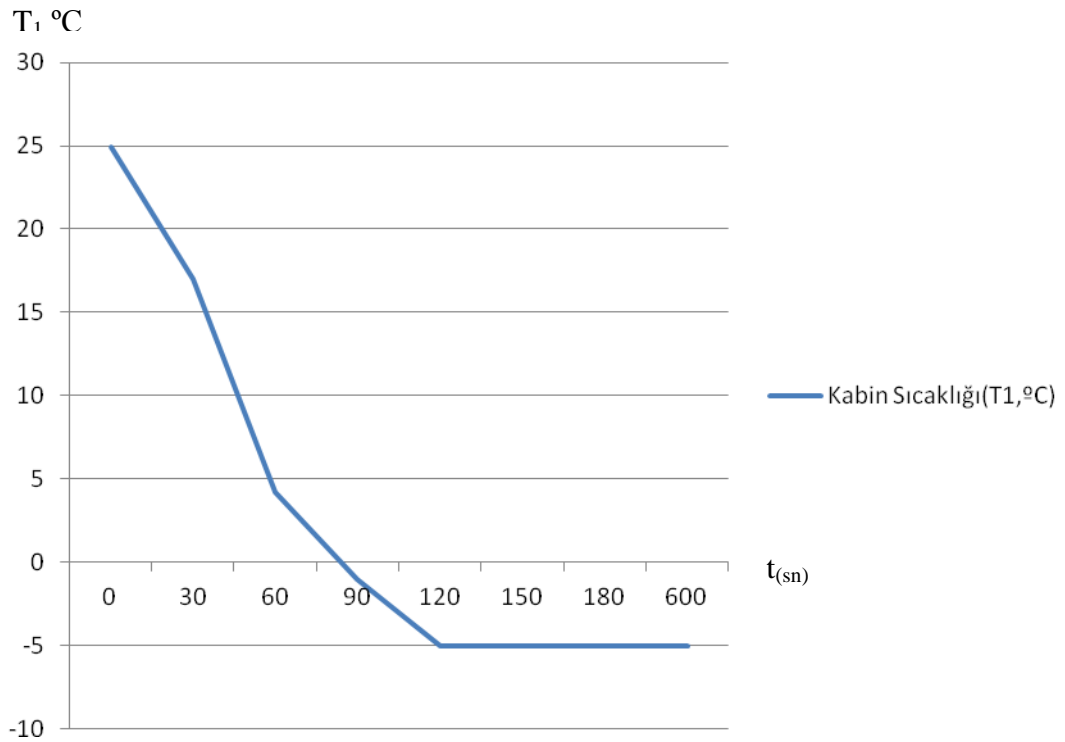


Şekil 4.1. 12V 25°C Ortam Sıcaklığında Boşta çalışma grafiği

Sistem her analiz işleminde durdurulduktan sonra tamamen soğuması beklenmiştir. Depodaki su boşaltılmış ve yerine yenisi doldurulmuştur. Bunun sebebi su sıcaklığının artmış olmasıdır. Sisteme 500 gr ağırlığında ve 25 °C de bir dana böbreği yerleştirilmiş ve performans analizleri bu şekilde yapılmıştır.

Çizelge 4.2. 12V 25°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma sonuçları

12V 25°C ORGAN İLE ÇALIŞMA	
Zaman(t_1 ,sn)	Kabin Sıcaklığı(T_1 ,°C)
0	24,9
30	17
60	4,2
90	-1
120	-5
150	-5
180	-5
600	-5

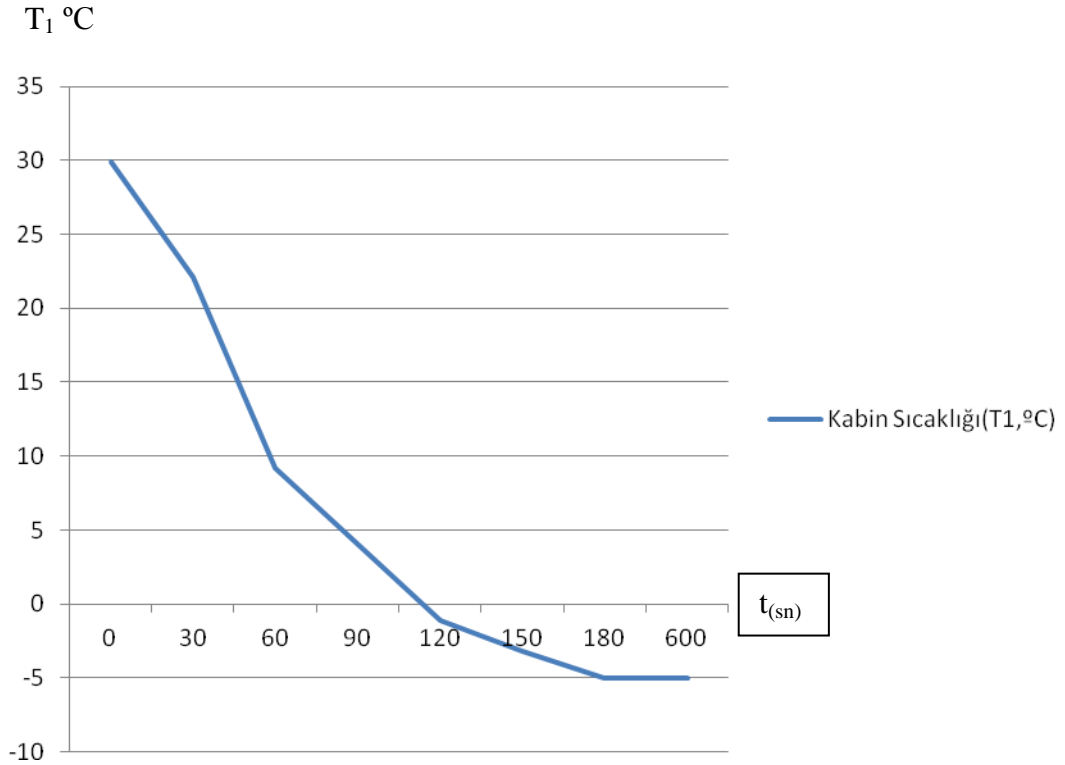


Şekil 4.2. 12V 25°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma grafiği

25 °C ortamda yapılmış deneyde, organ da 25 °C 'de olduğu için cihazımızdan yeterli bir performans alınmıştır. Diğer deneylerde ortam sıcaklığı sistemin çalışmasını olumsuz etkileyecektir.

Çizelge 4.3. 12V 30°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma sonuçları

12V 30°C ORGAN İLE ÇALIŞMA	
Zaman(t_1 ,sn)	Kabin Sıcaklığı(T_1 ,°C)
0	29,9
30	22,1
60	9,2
90	4,1
120	-1,1
150	-3,2
180	-5
600	-5

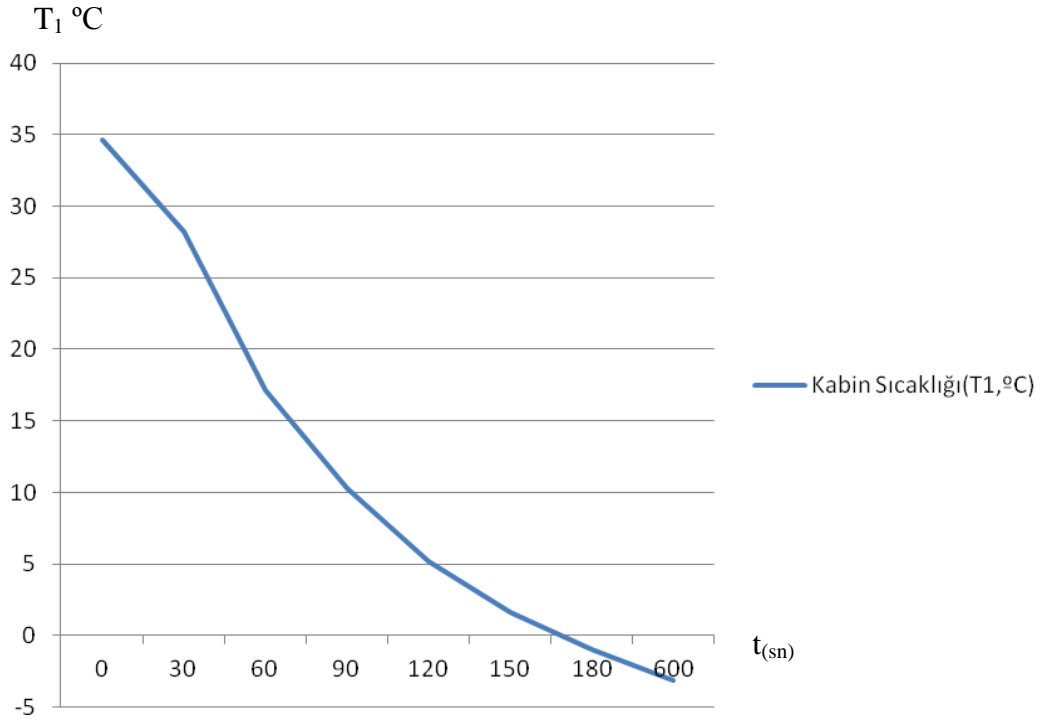


Şekil 4.3. 12V 30°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma grafiği

30 °C ortamda yapılmış deneyde, sistemin istenilen sıcaklığa düşmesi önceki deneye göre gecikmiştir. Bunun sebebi hem ortam sıcaklığıdır hem de ortam sıcaklığından etkilenen su deposundaki su sıcaklığıdır.

Çizelge 4.4. 12V 35°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma sonuçları

12V 35°C ORGAN İLE ÇALIŞMA	
Zaman(t_1 ,sn)	Kabin Sıcaklığı(T_1 ,°C)
0	34,6
30	28,2
60	17,1
90	10,3
120	5,2
150	1,6
180	-1
210	-3,1
600	-5

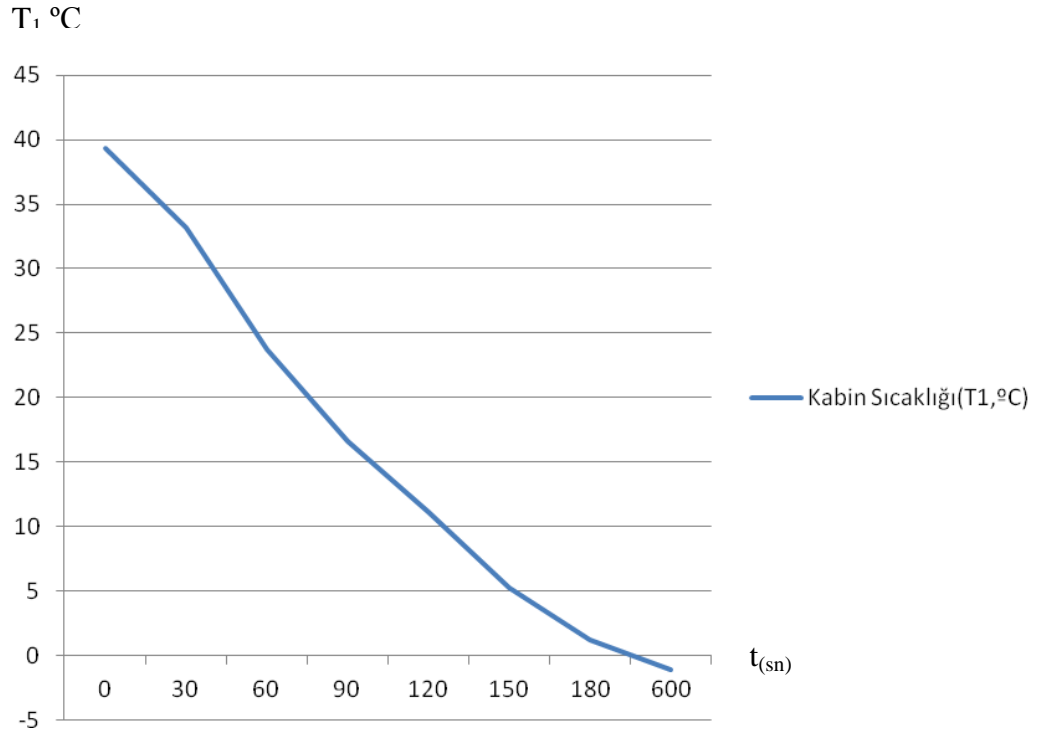


Şekil 4.4. 12V 35°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma grafiği

Gittikçe ısınan ortam sıcaklığı sistemin soğuma süresini uzatmıştır. Su deposundaki su sıcaklığı da ortam sıcaklığından etkilenmiştir.

Çizelge 4.5. 12V 40°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma sonuçları

12V 40°C ORGAN İLE ÇALIŞMA	
Zaman(t_1 ,sn)	Kabin Sıcaklığı(T_1 ,°C)
0	39,3
30	33,2
60	23,7
90	16,6
120	11,1
150	5,3
180	1,2
210	-1,1
240	-3,2
600	-5



Şekil 4.5. 12V 40°C Ortam Sıcaklığında 25 °C Organ ile çalışma grafiği

40 °C de yapılan deneyde sistemden düşük bir performans alınmıştır.Su deposundaki ısınan su, peltierlerin yüzey ısısını düşürmekte zorlanmıştır.Sistemdeki tüm cihazlar ortam sıcaklığından etkilenmiştir.Kondanserden geçen hava, fan tarafından ortamdaki alınıyor için, kondansere su sıcaklığını alt seviyelere indirememiştir. En iyi sonuç 25°C sıcaklıkta alınmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1.Sonuçlar

Değişik sıcaklıklarda performans analizleri yapılan sistemin kullanılabilir olduğu görülmüştür. Sistemin geleneksel soğutma sistemlerine göre ebatlarının küçük, ağırlığının az olması ve maliyetinin düşük olması sistemin önemli avantajlarından. Gerçekleştirilen sistemin daha da geliştirilmesi ile daha büyük organların soğutulup taşınabileceğini ve bundan sonraki çalışmaların bu yönde yapılabileceğini söylemek mümkündür.

5.2.Öneriler

Sistemden daha iyi sonuç alabilmek için sistemde kullanılan elemanların bazılarında değişiklik yapmak gerekmektedir. Kondanser sistemdeki suyun sıcaklığını düşüren eleman olduğu için daha büyük bir kondanser kullanılabilir. Ancak büyük bir kondanser kullanmak sistemin taşınabilirliğini etkileyecektir. Buna ek olarak daha büyük bir su deposu kullanmak, depodaki suyun daha uzun sürede ısınmasını sağlayacaktır. Bu sayede sistem daha uzun bir süre soğutma sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- Acar B.** (2005) Soğutma Çeşitleri ve Termoelektrik Soğutma Uygulamaları, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seminer Notları, Karabük
- Barber F A, McGuire D A and Click S** (1998): Continuous-flow cold therapy for outpatient anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 14: 130-135.
- Ceylan B** (2005) Termoelektrik Modüller İçin Mikrodenetleyici Kontrollü Yeni Bir Test Sisteminin Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi, Doktora Tezi (yayımlanmış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Ve Bilgisayar Eğitimi, Ankara, 1 s.
- Ceylan B and Yılmaz S** (2006) Design of a thermoelectric module test system using a novel test method, *International Journal of Thermal Sciences*.
- Covington D B and Bassett F H** (1993) When cryotherapy injures. *Phys Sports Med*, 21: 78-93.
- Çakır H** (2006) Güneş Piliyle Elde Edilen Elektrik Enerjisinin Termoelektrik Soğutmada Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi, Zonguldak, 1, 32s.
- Dikmen E** (2003) Termoelektrik Soğutucuların Çalışma kriterlerine Etki Eden Faktörlerin Ve Endüstrideki kullanım Alanların Tespiti, (yayımlanmış), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 1, 43s.
- Fidan U** (2000) Mikrodenetleyici Kontrollü Taşınabilir Termoelektrik Tıp Kiti Cihaz Tasarımı Ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Bilgisayar Eğitimi, Ankara, 1 s.
- Gao M and Rowe D M** (2005) Experimental Evaluation of Prototype Thermoelectric Domestic Refrigerators, *Applied Energy*, Spain. Pp.1-20
- Graham C A and Stevenson J** (2000) Frozen chips: an unusual cause of severe frostbite injury. *Br J Sports Med*, 34: 382-383.
- Hansen K** (2003) Thermal performance of a 61-cell Si-drift detector module with thermoelectric cooler, *Deutsches Elektronen Synchrotron DESY*, D-22607 Hamburg, Germany
- H°Chberg J** (2001) A randomized prospective study to assess the efficacy of two cold therapy treatments following carpal tunnel release. *J Hand Ther*, 14: 208-215.

- Işık H** (2002) Mikro Denetleyicili, Sıcaklık kontrollü AMGK Sistemi, Doktora Tezi (yayımlanmış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Ve Bilgisayar Eğitimi, Ankara, 1 s.
- İmadoğlu A.C** (2003) Portatif buzdolabı projesi raporu Ankara 1-3s
- Kılıç M ve Yiđit A** (2000) *Isı Transferi*. 1. basım, Uludađ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları: 29, Rota Ofset Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi Aş.Nitelik Matbaacılık, Bursa, 367 s.
- Kırmacı V** (2002) Termoelektrik Soğutma Etkisinin Soğutmada Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi, Ankara, 1 s.
- Lertsatitthanakorn C** (2006) Electrical performance analysis and economic evaluation of combined biomass cook stove thermoelectric (BİTE) generator, *Bioresource Technology*,
- Maneewan S, Khedari J, Zeghmatti B and Hirunlabh J** (2003) Investigation on generated power of thermoelectric roof solar collector, *Renewable Energy*, 29: 743-752
- Mathiprakasami K and Rowe D M** (1986) Development of Thermoelectric Freezing Point Apparatus, in pr°C., *6 th Conf. Thermoelectric Energy Conversion*, Arlington, 95, Texas.
- Mole C J, Foster D V and Feranchak R A** (1972) Thermoelectric Cooling Techonology, *IEEE Trans. Ind. Appl.*,1A-8,No.2, 108-125
- Nuwayhid R Y, Shihadeh A and Ghaddar N** (2004) Development and testing of a domestic woodstove thermoelectric generator with natural convection cooling, *Energy Conversion and Management* 46: 1631-1643
- On Y A** (2006) Ağrı Tedavisinde Soğuk Uygulamalar, Ege Üniversitesi Tıp Fakóltesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İzmir
- Ökten E** (2007) Mikrodenetleyicili Sıcaklık ve Hız Kontrollü Termoelektrik Yarıiletken Üretim Sistemi, yüksek Lisans tezi (yayımlanmış) Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Bilgisayar Eğitimi, Ankara, 3 s
- Salimi M** (2001) Termoelektrik Sistemlerin Analiz Programı, Yüksek lisans Tezi (yayımlanmış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Ve Bilgisayar Eğitimi, Ankara, 1 s
- Tay A, Chua H T and Wu X** (2006) A lamp thermoelectricity based integrated bake/chill system for photoresist pr°Cessing, *Internetal Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 50, Issues 3-4, February 2007, Pages 580-594

- Uçar R. ve Bardakçı B.** (2005) Termoelektrik Soğutma, Lisans Tezi (yayımlanmış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Makine Eğitimi Bölümü, Tesisat Anabilim dalı, Zonguldak, 1-26 s.
- URL-1** (2008) <http://www.hebeiltd.com.cn/peltier.datasheet/TEC1-12706.pdf>, Tec1-12706' modülüne ait fabrika verileri, (28. Haziran 2012)
- URL-2** (2008) http://tr.wikipedia.org/wiki/Isı_eşanjörü, Isı eşanjörünün tanımı, (06 Haziran 2008)
- URL-3** (2008) <http://www.armeelektronik.com/termokupl.html>, Termokupllara ait teknik veriler. (06 Haziran 2008)
- Usta H ve Kırmacı V** (2003) "Termoelektrik Etkiler ve Soğutma Etkinliğinin Uygulanması", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Teknoloji Dergisi Makalesi*, Ankara, 5s
- Vian , J.G., Astrain, D., Dominguez, M.** (2001) Numerical Modelling and a Deasing of a Thermoelectitic Dehumidifier, Applied Thermal Engineering, 22 Madrid, pp 407- 422.
- Yerakum** (2005) Güneş Piliyle Çalışan Termoelektrik Soğutma Cihazı, *Araştırma projesi*, Süleyan Demirel Üniversitesi, Isparta 6-7 s
- Tüfekli İ.** (2008) Termoelektirik Modüllü Lokal Uygulamalı Soğuk Tedavi Cihaz Tasarımı, İmalatı ve Deneysel İncelenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi (Yayımlanmış), Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yavuz Selim TAŞPINAR
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Taşpınar 29.02.1984
Telefon : 533 567 62 97
Faks :
e-mail : yavuzselimtaspinar@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Konya Lisesi (Y.d.a),Selçuklu,KONYA	2002
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi,Selçuklu,KONYA	2008
Yüksek Lisans :		
Doktora :		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2008-2010	Akören Ç.P.L	Öğretmen
2010-	Atatürk A.S.M.L	Öğretmen

UZMANLIK ALANI:Cnc kontrol sistemleri, Cnc kontrol yazılımları, Cnc makina tasarımı

YABANCI DİLLER:İngilizce