

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Atakum Bilsem: Termoelektrik

PROJE ADI:TES

BAŞVURU ID: 403023



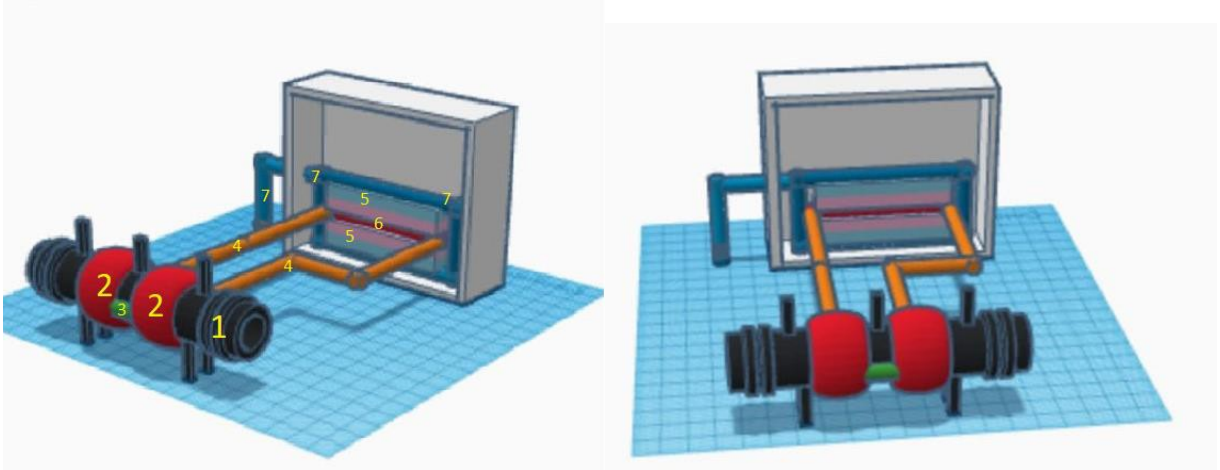
İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı).....	1
2. Problem/Sorun	1
3. Çözüm	2
4. Yöntem	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	7
6. Uygulanabilirlik	7
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)	9
9. Riskler	9
10. Kaynakça	9



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Birçok endüstriyel proses, enerjinin başka şekle dönüştürülerek kullanılmasını gerektirmekte ve bu da genellikle önemli miktarlarda dönüşüm kayıplarına neden olmaktadır. Bazı kayıplar kaçınılmazdır, ancak sanayi sektörümüzde bu kayıpların yer yer büyük miktarlara ulaştığı gözlemlenmiştir. Son yıllardaki teknolojik gelişmeler ve enerji fiyatlarındaki artış, kayıp enerjiyi geri kazanmak için yapılacak yatırımları karlı hale getirmiştir (Hepbaşlı, A., ve ark., 2001). Bu enerjiyi geri kazanmak için seramik, cam, çimento, demir-çelik, galvaniz, alüminyum, tekstil, gıda, otomotiv v.b. ısı işleme ihtiyaç duyan ve dolayısıyla fırın kullanan sektörler çalışmamızın temel hedef kitlesidir. Çalışmamızda kısaca fırınlardaki atık ısı kullanılarak elektrik üretilir. Bu sayede zaten boşa gidecek olan enerji bir başka enerji çeşidine çevrilerek kullanılır ve böylece hem kullanıcının ekonomisine hem de milli ekonomiye katkıda bulunur. Tasarımımıza ait 3B görselleri Şekil 1.1'de verilmiştir.



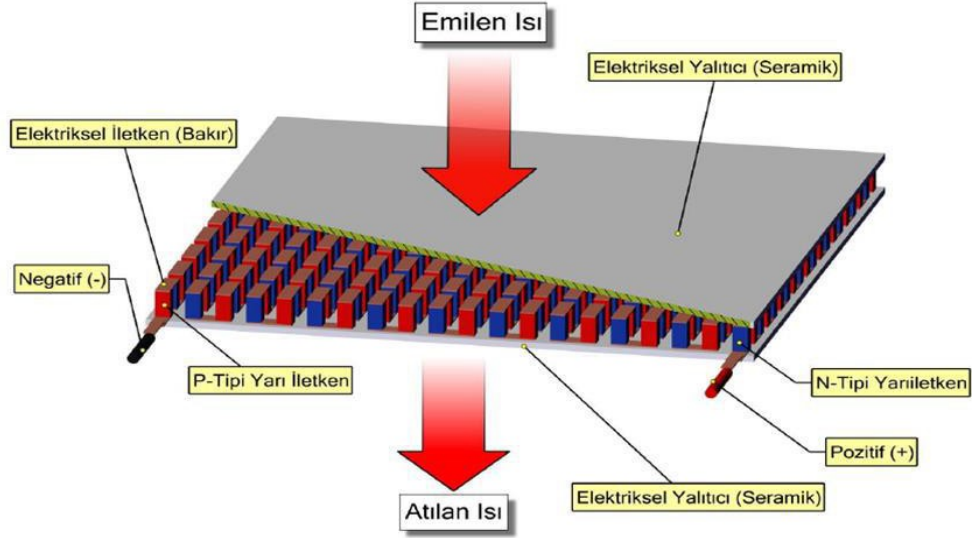
Şekil 1.1. Termoelektrik modülleri içeren endüstriyel fırın (3B) görselleri

2. Problem/Sorun:

Birçok endüstriyel proses, enerjinin başka şekle dönüştürülerek kullanılmasını gerektirmekte ve bu da genellikle önemli miktarlarda dönüşüm kayıplarına neden olmaktadır. Bazı kayıplar kaçınılmazdır, ancak sanayi sektörümüzde bu kayıpların yer yer büyük miktarlara ulaştığı gözlemlenmiştir. Son yıllardaki teknolojik gelişmeler ve enerji fiyatlarındaki artış, kayıp enerjiyi geri kazanmak için yapılacak yatırımları karlı hale getirmiştir (Hepbaşlı, A., ve ark., 2001). Bilindiği gibi enerji kullanımı sanayi, binalar (ticari ve konut) ve ulaştırma olmak üzere üç ana grupta gerçekleştirilmektedir. Bunlardan sanayi sektörü, ülkemizdeki nihai enerji tüketimi içindeki yaklaşık %36 ve elektrik tüketimindeki %55 düzeyindeki payı ile önemli bir yere sahiptir (http://www.kto.org.tr/d/file/enerji_verim_rapor.pdf (22.07.2015)). Değişik sektörlerde yapılan enerji denetleme çalışmalarında ortaya çıkan Tablo sonucunda sanayi tesislerinin ve endüstriyel işletmelerin % 95'inde % 5 ile % 40 arasında enerji tasarrufu yapılmasının mümkün olduğu görülmektedir. Endüstriyel işletmeler açısından bakıldığında, verimliliği artırıcı çalışmalar yakıttan tasarruf sağlar, kaynakların verimli kullanımına ve çevre kirliliğinin azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunurlar. Enerji verimliliğinin artırılması, ısı kayıplarının yerlerinin ve miktarlarının belirlenmesi ile mümkün olmaktadır (Ertem, ve ark., 2008). Biz proje çalışmamızda Seebeck etkisini ile ısı enerjisini termoelektrik jeneratör kullanarak elektrik enerjisine çevirerek ülke ekonomisine katkı sağlayacağız.

3. Çözüm

Isıl enerjinin doğrudan elektrik enerjisine dönüşmesine ya da tam tersi duruma TE olay denir. Bu olayın gerçekleştirildiği araca ise TE modül denir. Şekil 3.1’de gösterildiği gibi, TE modüllerde, p-tipi ve n-tipi yarı iletkenlerden oluşan ısıl çiftler; bu ısıl çiftler arasındaki elektrik iletimini sağlamak için kullanılan bakır plakalar ve yüksek mekanik mukavemet ve ısıl iletkenliğin yanında düşük elektriksel iletkenlik sağlayan seramik plakalar arasına yerleştirilmiştir. Isıl çiftler, elektriksel olarak seri, ısıl olarak ise paralel şekilde seramikler arasına yerleştirilmiştir (Arıcıoğlu 2021).

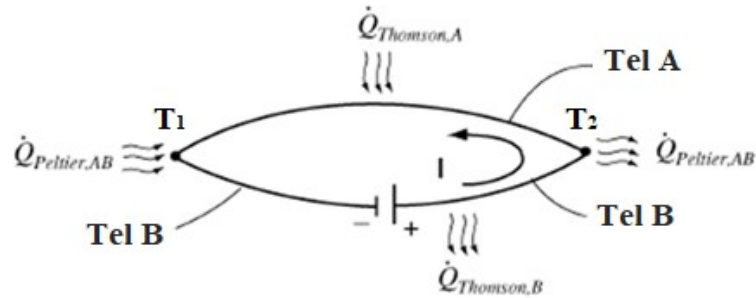


Şekil 3.1. Termoelektrik Modül Yapı ve Elemanları. (Gürcan 2019)

Termoelektrik Etkiler

Peltier etkisi

Şekil 3.2’de gösterildiği gibi, A ve B gibi farklı iki telden oluşan devrenin bağlantı noktalarından akım geçirildiğinde, bağlantı noktası sıcaklıklarını sabit tutmak için T1 tarafından ısının soğurulması, T2 tarafından ise ısı atılması gerektiği bulunmuştur (Lee 2017). Bu etki, modüle elektrik akımı verildiğinde bir tarafının ısınırken diğer tarafının soğumasını sağlar. TES sistemlerinin temelini oluşturan bu etkiye Peltier etkisi denir (Arıcıoğlu 2021).



Şekil 3.2. Peltier ve Thomson etkisinin şematik gösterimi (Lee 2017)

Isı, akım ile doğru orantılıdır ve akım ters çevrildiğinde işaret değiştirir. Soğurulan veya atılan Peltier ısısı Denklem (3.1)’de verilmiştir.

(3.1) Q

$$Q_{Peltier} = \pi A B I$$

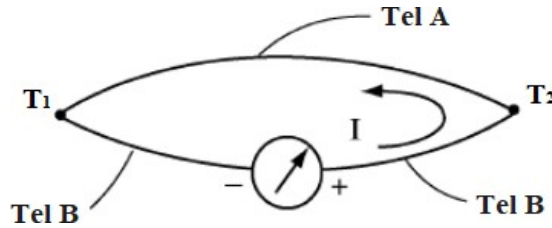
Denklemdede, π_{AB} Peltier katsayısıdır. Akımın A teline girdiği bağlantı noktası ısıtılır ve A telini terk ettiği bağlantı noktası soğutulursa π_{AB} işareti pozitifdir. Peltier soğutma veya ısıtma, ısı ve elektrik arasında tersinirdir. Bu, soğutmanın (veya ısıtmanın) elektrik üreteceği veya elektriğin tersinir bir şekilde (enerji kaybı olmadan) soğutma (veya ısıtma) sağlayacağını göstermektedir (Lee 2017).

Seebeck etkisi

Sıcaklık farkının elektrik akımına dönüştürülmesidir. Şekil 2.3’de birbirinden farklı olan A ve B tellerinin ucu birleştirilir ve B teline bir voltmetre eklenir. Birleşme noktalarından birinin sıcak diğerinin soğuk (T_2 ve T_1) olduğu düşünülürse; voltmetrede potansiyel fark (V) oluşacaktır. Potansiyel fark, sıcaklık farkıyla doğru orantılıdır ve Denklem (3.2)’de ifade edilmektedir.

$$(3.2) V = \alpha_{AB}\Delta T$$

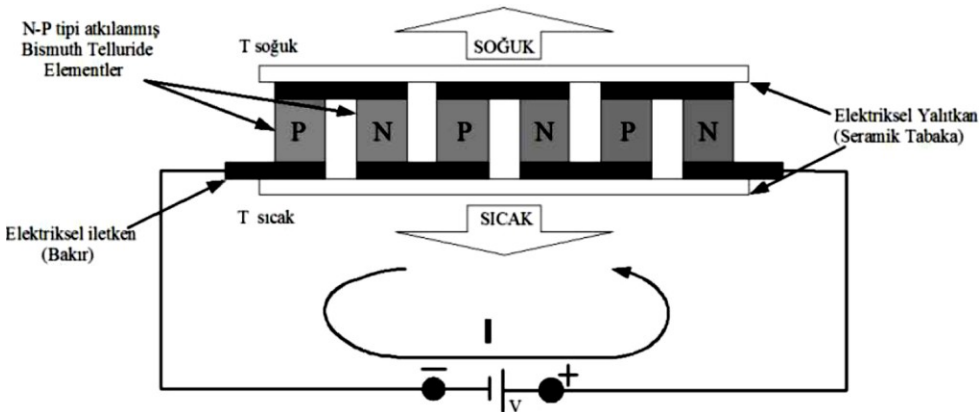
Denklemdede; $\Delta T = T_2 - T_1$ olmaktadır ve $\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B$ ise Seebeck katsayısı olarak adlandırılmaktadır ve birimi $\mu V/K$ ’dir. Şekil 3.3’de gösterildiği gibi elektromotor kuvveti, sıcak birleşim noktasından soğuk birleşim noktasına A teli üzerinden bir elektrik akımı geçirme eğilimindeyse, Seebeck katsayısının işareti pozitifdir. Gerçek uygulamalarda, nadiren mutlak Seebeck katsayısı ölçülmektedir, bunun nedeni voltmetre her zaman A ve B kabloları arasındaki bağıl Seebeck katsayısını okur. Seebeck katsayısı, Thomson katsayısı formülünden hesaplanabilir (Lee 2017).



Şekil 3.3. Seebeck etkisi (Lee 2017)

Termoelektrik Modülün Jeneratör Olarak Kullanılması

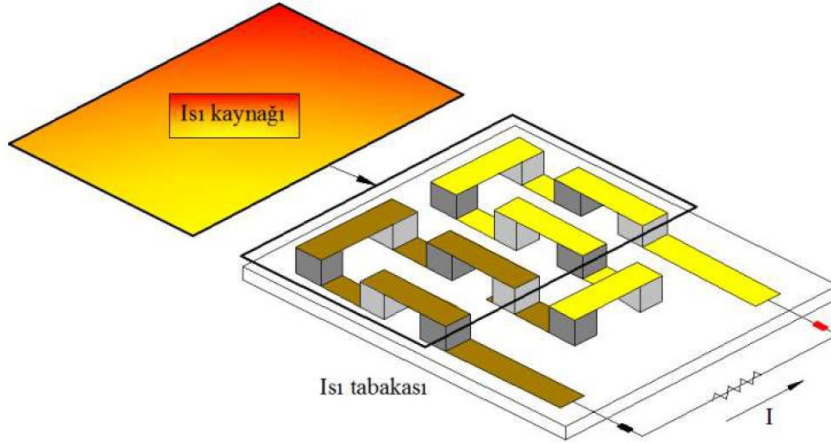
Şekil 3.4’de görüldüğü üzere, bir termoelektrik soğutucu, ısı iletimini sağlaması ve elektriksel yalıtım için iki seramik plaka arasında elektriksel olarak birbirine seri, termal olarak birbirin paralel bağlı P ve N tipi yarıiletkenlerinden oluşmaktadır. Dışarıdan DC akımın uygulanmasıyla bir plakadan diğer plakaya ısı geçişi olur ve sonuçta bir yüzey soğurken diğer yüzeyin ısısında artma meydana gelir. Hangi yüzeyin ısınıp soğuyacağını DC kutupların yönü belirler.



Şekil 3.4. Soğutucu modunda termoelektrik modül (Dişlitaş 2002).

Termoelektrik Jeneratör Donanımı

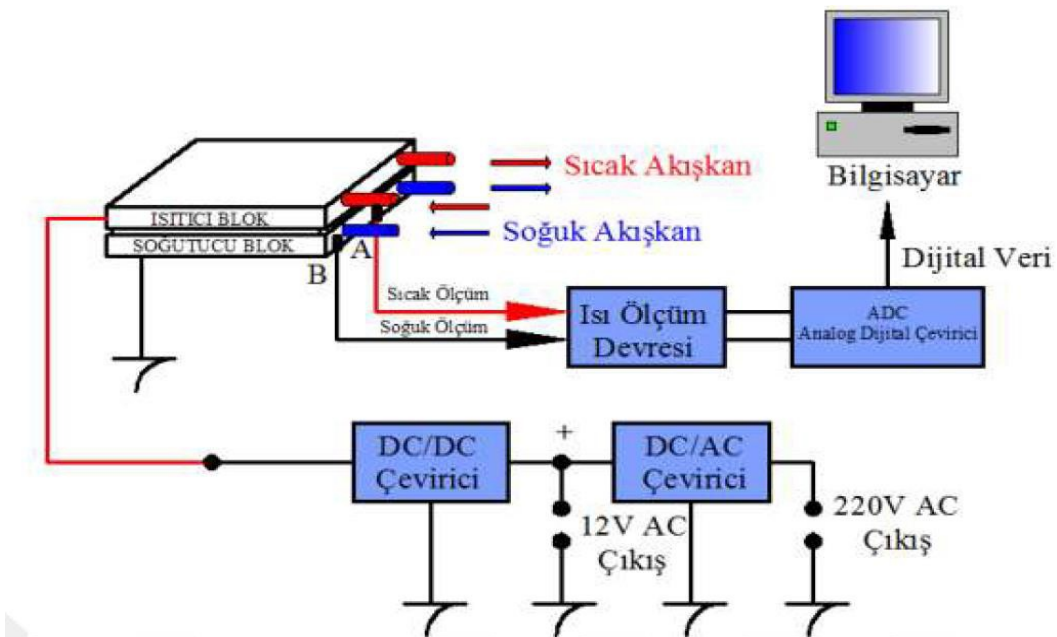
Termoelektrik Jeneratörler kısaca (TEJ) olarak adlandırılırlar. Termoelektrik modüller seramik plakalardan oluşan yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı ile elektriksel DC akım oluştururlar. Şekil 3.4'te görüleceği üzere P tipi ve N tipi yarıiletkenlerin bir araya getirilerek elektriksel olarak seri ve termal olarak paralel bağlanmışlardır.



Şekil 3.5. Termoelektrik jeneratör iç yapısı.

Sonuç olarak termoelektrik modüller bir yüzeyi ısı kaynağıyla ısıtarak, diğer yüzeyi ortam sıcaklığında veya herhangi bir yöntemle daha soğuk tutulması sayesinde gerilim kaynağı olarak kullanılabilirler.

TEJ modüllerinin verimleri %5-%10 arasında olduğundan genel amaçlar için kullanılan elektrik jeneratörü olarak kullanılamazlar. Ancak kalorimetre uygulamalarında, DC batarya-akü şarj durumlarında, veya fırın/kazan/kaloriferlerin zayıf akım gerektiren kontrol elektroniği kartlarında, jeotermal ve güneş enerjisi gibi ısı kayıplarının çok olduğu uygulamalarda kullanılmaktadır.

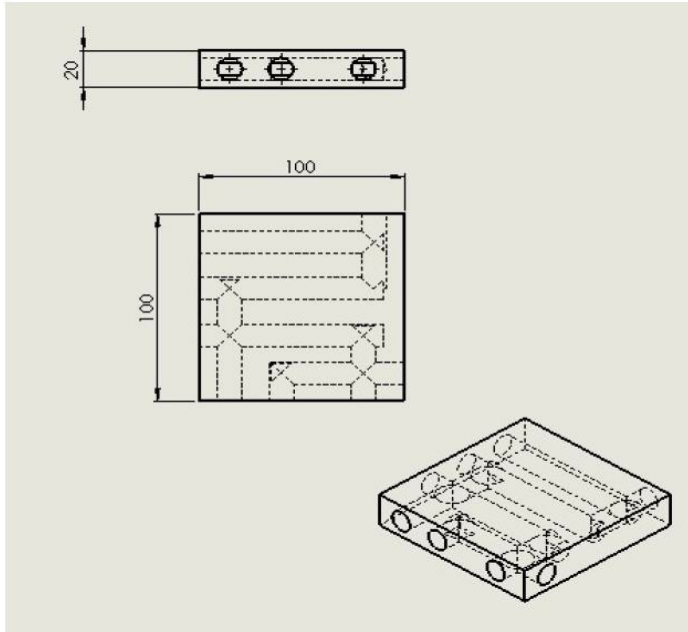


Şekil 3.6. Termoelektrik jeneratör donanımı(<http://teknikadam.org>, 20.03.2017)

Bu çalışmamızda amacımız yeni enerji kaynağı olarak, termik santraller, seramik, cam, çimento, demir-çelik, galvaniz, alüminyum, tekstil, gıda, otomotiv, kimya sektörleri ısı işleme ihtiyaç duyan ve dolayısıyla fırın kullanan tesislerdeki fırınların etrafını içi su dolu bakır borularla kaplayarak, fırınların ürettiği ısının su borularının içindeki suya geçmesi sağlanır. Ardından ise ısınan sular bakır kaplı içinde 4 tane termoelektrik soğutucu bulunan tasarladığımız cihazın içine girecek ve ısınan su soğurken bu sudan elektrikte üretilecektir ve bu borular arasında devir daim edeceği için kazan soğuyana kadar devam edecektir. Burada unutulmaması gereken şey tüm bunların atık ısıdan olmasıdır yani üretimi için ısı işleme ihtiyaç ürünün üretimi sonrası soğumaya bırakılan fırındaki ısıdır. Fakat ürünün üretimi esnasında tasarladığımız projemizin borularına su konmamalıdır. Çünkü hem amacımız atık ısıyı geri kazanmak hem de fırının ısınmasındaki amacın elektrik üretmek değil ısı işleme ihtiyaç duyan ürünü üretmektir. Biz de bu üretim süreci sonrası atık ısıdan yararlanıyoruz.

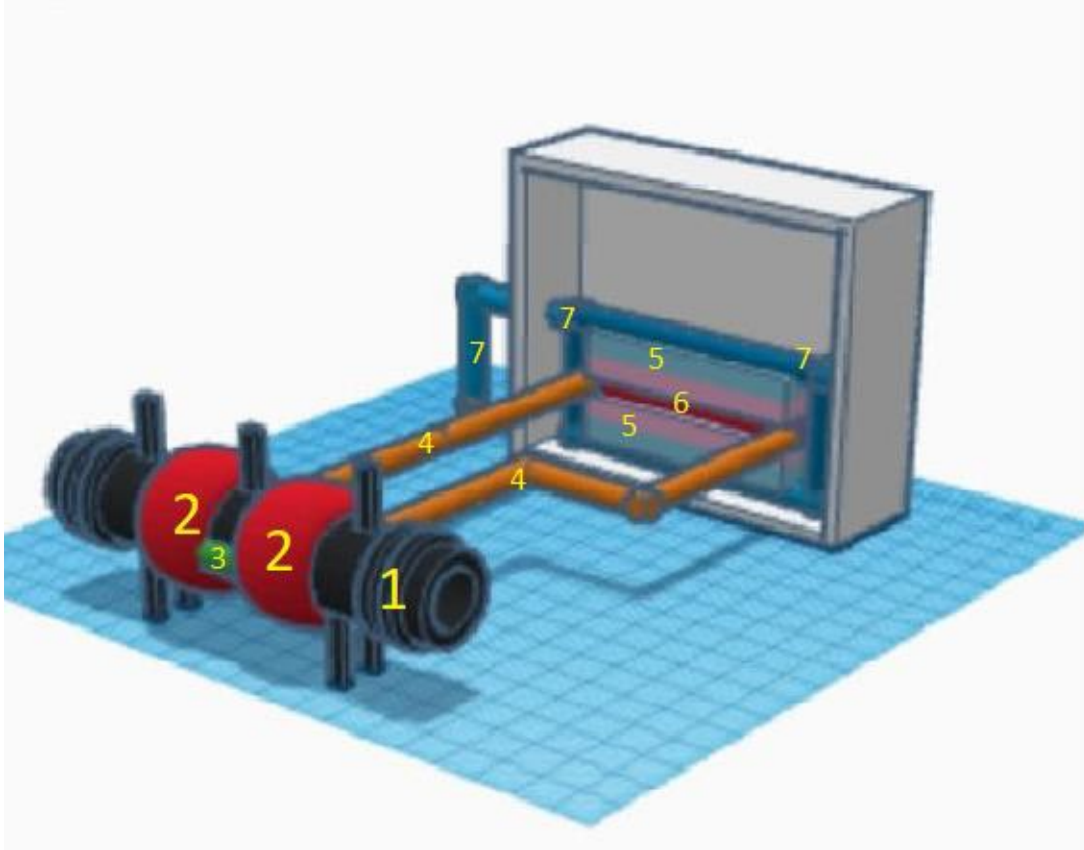
4. Yöntem

Biz projemizde Seebeck etkisini kullanarak ısı enerjisini termoelektrik jeneratör kullanarak elektrik enerjisine çevireceğiz. TEG'lerle elektrik enerjisi üretilmesinin deneysel olarak gerçekleştirilebilmesi için sıcak ve soğuk suların dolaştırıldığı plakaların ısıyı en etkili iletecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Tasarlanan iki plaka arasında TEJ'ler yerleştirilerek elektrik enerjisi elde edilmektedir. Bu çalışmamızda Gökhan Yalçın ve arkadaşları tarafından daha önce yapılan bu çalışma uygulanarak, Şekil 4.1'de görüldüğü 100x100x20mm ebatlarında bir plaka tasarlanacaktır. Plakaların boyutlarının belirlenmesi kesici ucun standartları (11,5 mm, boy 90mm ve yarım parmak bağlantı elemanları) dikkate alınarak, parça yekpare olacak şekilde ve parça içerisinde akacak olan akışkanın maksimum şekilde dolunarak (yol olarak) tasarlanmıştır.(Yalçın ve ark., 2016).



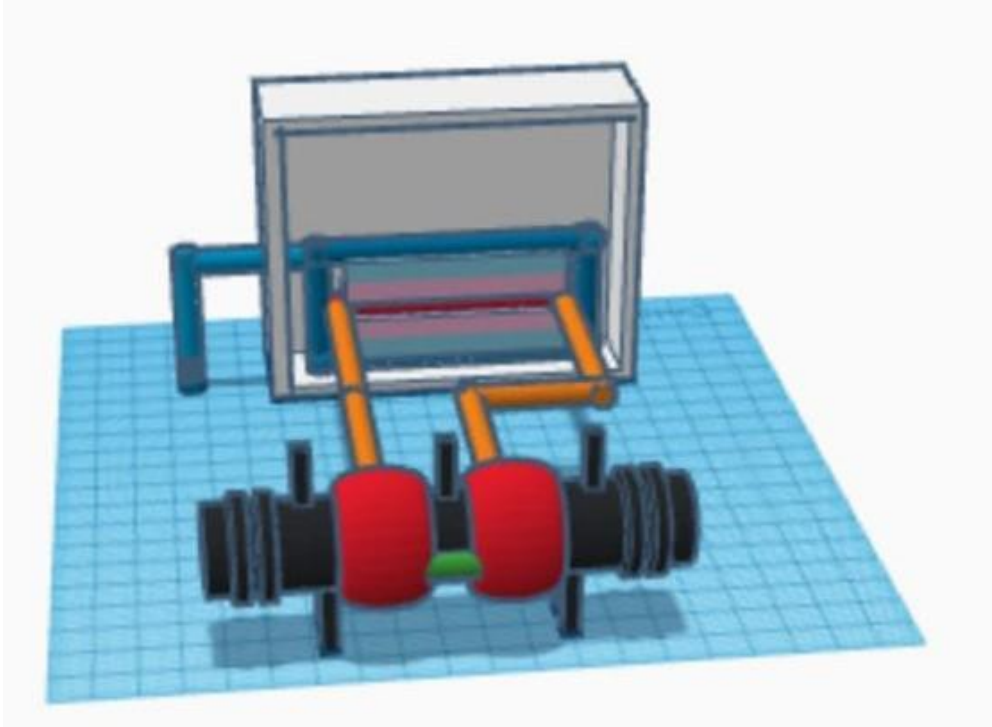
Şekil 4.1. Tasarlanan plakaların görünüşleri (Yalçın ve ark., 2016).

Şekil 4.2’ de 3B görseli verilen endüstriyel fırından (1) (siyah silindir) aldığımız atık ısı fırının etrafına sarılı kırmızı sıcak su borularının (2) içinde ısınacak ve ısınan su turuncu borular (4) ile tasarımımızın içine taşınacaktır. Tasarımımızda turuncu boru kırmızı ince boru (6) ile birleşecektir ardından ısıyı emen soğuk tarafı pembe (5), ısıyı atan sıcak tarafı ise açık mavi renkli (7) olan 4 adet termoelektrik modüller (kırmızı boruyu saranlar) ısıyı elektrik enerjisine çevirecektir. Termoelektrik modüllerin kırmızı tarafındaki mavi boruda da su bulunacaktır. Bu su ısınacağı için herhangi bir sıcak su işleminde kullanılabilir. Kırmızı boruda ısı enerjisi emilmiş olan su tekrardan turuncu borularla fırının etrafına sarılmış olan kırmızı boruya geri döner ve bu işlem en baştan yeniden başlar.



Şekil 4.2. Termoelektrik modülleri içeren endüstriyel fırın (3B) görselinin yandan gösterimi

1. Endüstriyel Fırın
2. Suyun ısındığı boru
3. Bağlantı borusu
4. Isınan suyun taşınmasını sağlayan boru
5. Termoelektrik modüller
6. Isınan suyu TEM’lerle birleşmesini sağlayan boru
7. TEM’lerden ısınan suyun borusu



Şekil 4.3. Termoelektrik modülleri içeren endüstriyel fırın (3B) görselinin ortadan gösterimi

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

TE modüller, piknik eşyalarının depolanması, serum taşıma, taşınabilir soğuk kutularda kullanılabilirler. (Gao ve ark.,2005). Termoelektrik modüllerin önemli bir diğer özelliği elektrik üretimidir. Yarı iletken bağlı plakaların iki yüzeyine yeterli miktarda sıcaklık farkı uygulandığında plakalar arasında elektron hareketi gerçekleşir ve elektrik üretimi sağlanır. Sıcaklık farkının miktarına bağlı olarak voltaj değişir. Piyasada bol ve ucuz olarak bulunabilen, iki yüzeyi seramik kaplı 30 Watt termoelektrik modüller kullanılarak, iki yüzey arasında 40 derece sıcaklık farkı oluşturulduğunda 1.5 Volt gerilim ölçülmüştür. Termoelektrik modüllerin bu özelliği termal kameralar ve gece görüş teçhizatlarında kullanılmaktadır. Çalışmamızın yenilikçi yönü ise endüstriyel fırınların ürettiği yüksek ısıdan yararlanarak daha fazla elektrik enerji üretebilmektir. Termoelektrik modüllerinden elektrik üretiminin özelliklerinden biri de herhangi bir doğrudan sera gazı emisyonu üretmeden ısıdan elektrik elde etmesidir. Bu özelliği sayesinde en umut verici ve gelişmekte olan temiz enerji teknolojilerinden biri olarak kabul edilmektedir.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz sanayi tipi yüksek sıcaklıklarda çalışan fırınlar için tasarlanmıştır. Ticari olarak fırın üretimi yapılan fabrikalarda ar-ge çalışması ile daha verimli, daha az maliyetli ve daha az alan kaplayacak tasarımlar yapılabilir. Bir sanayi tesisindeki elektrik ihtiyacını karşılamada etkili olacaktır ve böylece tesis sahibinin elektrik için ödediği maliyet azalacaktır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizde kullanacağımız malzemelerimizin listesi yukarıdaki gibi olup ortalama maliyetimiz 6934,07 TL tutarındadır.

Malzemeler	Maliyet(TL)
4 adet TEC1 12708	402,84
2 metre 16x1mm demir boru	402,23
AC DC Converter Dönüştürücü	219
DC to DC Converter	60
20 Mm 1/2 Pn20 Su Tesisat Borusu 40 Mt	460
(30gr) Termal Macun	110
Sıcaklık Kontrol Devresi Sensörlü	40
3 m Kablolı Termokuple (8 adet)	440
Bakır Blok, 1,5 x 100 mm x 200 mm (8 adet)	4800
TOPLAM MALİYET	6934,07 TL

Projemiz piyasa düşünüldüğünde gerçekten ucuz miktarlara mal olmaktadır. Projemize ait çalışma takvimi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

İşin Tanımı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Literatür Taraması	X	X					
Veri toplanması		X					
ÖDR yazılması			X				
Üretim öncesi Hazırlıklar				X			
Proje tasarımı				X			
Proje Malzemelerinin Temini					X		
PDR yazılması					X		
Projenin Hazırlanıp Test Edilmesi						X	X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Bu projenin hedef kitle (Kullanıcılar) sanayi ve endüstridir. Sanayi ve endüstride ısı işleme ihtiyaç duyan maddelerin üretiminden sonra üretim yapılan fırın veya kazanlarda kalan atık ısı kullanılarak tesisin elektrik ihtiyacını gidermede katkı sağlanacaktır.

9. Riskler

Aşağıdaki görselde riskler; risk, olasılık, yaratacağı etki ve çözüm önerisi başlıkları altında değerlendirilmiştir.

RİSK	OLASILIK	ETKİ	ÇÖZÜM
Sıcaklık farkının az olması	Az	Yüksek	Sorun kısmında da belirttiğimiz gibi yüksek sıcaklıktaki yerlerde kullanılacağı için bir sorun teşkil etmez

Sıcaklık farkındaki bir azalma olabilir fakat bizim amacımız az miktardaki ısıları değil fazla miktarları geri kazanmak olduğu için bir sorun oluşturmaz. Bunun haricinde hayati bir problem yoktur ve amacımız atık ısıyı geri kazanmak olduğu için hiçbir zaman zarara uğramayız.

10. Kaynakça

Arıciöğlü, A.K., (2021). “Termoelektrik Jeneratör Kullanılarak Elde Edilen Elektrik Enerjisinin Farklı Boyutlardaki Termoelektrik Soğutucularda Kullanılması”,Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2021).

Dikilitaş, S. (2002). Mikrodenetleyici Kontrollü Jeotermal Termoelektrik Jeneratör Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Ertem, G., Berrin, Ç., Yeşilyurt, S., (2008), “Endüstriyel tav fırınlarında ısı dengeli hesaplamaları ve enerji verimliliğinin belirlenmesi”, IV. Ege Enerji Sempozyumu, İzmir.

Gao, M., Rowe, D.M. (2005). Exporitemel Evaluation of Prototype Thermoelectric Domestic Retrigrerators, Applied Energy, Spain, pp. 1-20

Gürcan, A., (2019). “Farklı Boyutlarda Termoelektrik Jeneratörler Kullanılarak Egzoz Isı Enerjisinin Geri Kazanımı”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Hepbaşlı, A., Günerhan, H., Ülgen, K., 2001, “Enerji yönetim sisteminin altın anahtarları: enerji dengeli ve enerji tasarrufu etüdü”, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir.

Lee, H., (2017).Thermoelectrics Design and Materials, USA: John Wiley& Sons Ltd,
Yalçın, G., Selek, M. ve Terziođlu, H. (2016). Termoelektrik Jeneratör ile Maksimum Enerji Elde Edilmesi için Levha Tasarımı. Paper presented at the UMYOS 5th International Vocational School Symposium, 909-916. Prizen.
Sanayide Enerji Verimliliği, Konya Ticaret Odası,
http://www.kto.org.tr/d/file/enerji_verim_rapor.pdf (22.07.2015)
<http://teknikadam.org>, 20.03.2017