

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU



TAKIM ADI: ITU BEES R&D TEAM

PROJE ADI: THERMOTECH

BAŞVURU ID: #44997

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı):

Enerji arzı günümüz dünyasının en önemli problemleri arasında yer almaktadır. Zira artan insan nüfusu enerjiye olan talebini de beraberinde hızla artırmaktadır. Enerji arzının büyük bir bölümü geleneksel yolla yani fosil kaynaklı yakıtlarla sağlanmaktadır. Ancak bu da küresel ısınmayı tetiklemektedir. Bilim insanları enerji arzını doğa dostu metotlarla sağlamak için çok hummalı çalışmalar yapıp yeni metotlar geliştirilmektedir. Termoelektrik yöntemler de gelişime açık olan metotlardan bir tanesidir. Termoelektrik yolla elektrik üretimlerinde güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerjilerden yararlanıldığı gibi atık ısı kaynaklarından da yararlanılarak elektrik üretimi yapmak mümkündür. Bu projede atmosfere salınan atık ısıdan faydalanarak termoelektrik yöntemle elektrik enerjisi üretebilmek amaç edinilmiştir. Ayrıca sürdürülebilir bir dönüştürme için farklı bir tasarım ile yenilikçi bir hedef belirlenmiştir. Bu maksatla, ısıl pil tuğlası adı verilen bir tasarım ortaya çıkartılmıştır. Bu ısıl pil tuğlası ile bacalardan atmosfere salınan atık ısı enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretilmiş olunacaktır. Termoelektrik özelliği taşıyan yapısal bir tasarım elemanı sayesinde uygulama sahalarının yalnızca bacalarla kısıtlı olmaması ayrıca bir avantaj olacaktır. Projenin daha da geliştirilerek evlerde yoğunlaşmalı ve yoğunlaşmaz kombilerin bacalarında da kullanılmasıyla ülke ekonomisine katkı sağlanması öngörülmektedir. Taşınabilir olması, kolay üretilmesi, bakım gerektirmemesi, birçok enerji dönüştürme proseslerinde kullanılabilmesi, uzun ömürlü ve çevre dostu bir tasarım olması gibi avantajları dikkate alındığında geliştirilen bu ısıl-pil özellikli ateş tuğlası tasarımı piyasadaki diğer termoelektrik malzemelere karşı üstünlük sağlayacaktır. Isıl pil tuğlasında sıcaklık farkından yararlanarak elektrik enerjisi üretebilen peltier modüller kullanıldı. Tasarım yapay ısıtma uygulanarak test edildi. Sonrasında kurulan bu sistemden elde edilen elektrik gerilimi (voltaj) ile batarya şarj edildi. Bu depolanan elektrik enerjisi ile günlük yaşamdaki ihtiyaçların bir kısmı karşılanabildi. Örnek vermek gerekirse elde edilen elektrik enerjisi ile cep telefonu rahatlıkla şarj edilebildi.



Resim 1.1 Isıl Pil Ateş Tuğla Prototipi

2. Problem/Sorun:

Atık ısı olarak atmosfere salınan enerji ekosistemi olumsuz etkilemekte ve küresel ısınmayı tetiklemektedir. Ayrıca hem atılan ısıdan kaynaklı verim azalır hem de bu ısı yüzeylerin oksitlenmesine, aşınmasına ve metalin ömrünün azalmasına yol açar.

Termodinamik biliminde atık ısıdan azami derecede faydalanmak için kullanılan çözümler, ısınan yüzeyler için soğutucu akışkan dolaştırmak veya izolasyon malzemesi kullanmaktır. Anlık ısı geçişlerinden kaynaklı ısınan mekanik aksamlar bir zaman sonra ısıyı üreten makinenin hararet yapmasına da neden olur. Bu çözümler ya düşük verim sağlamakta

ya da uzun ömürlü olamamaktadır. Bu da enerji geri dönüştürme maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca ısınan yüzeylerin iç kısımlarında dolaştırılan soğutucu akışkan için gerekli olan donanım ve devreler oldukça büyük bir yer kaplar.

Bu sorunların önüne geçebilmek için atmosfere salınan atık ısının azaltılmasında, verim konusunda, malzeme ömrü uzatılmasında, maliyetin düşürülmesi ve ülke ekonomisine katkıda bulunulması konusunda iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

3. Çözüm:

Proje; atık ısıyı elektrik enerjisine dönüştürebilen, yenilikçi, sürdürülebilir ve ucuz bir yöntem olan temeli termoelektriğe dayanan ısıl pil ateş tuğlası çözüm olarak sunulmaktadır.

Böylece dünyamızın en büyük sorunlarından biri olan küresel ısınmayı azaltma adına çözüm üretilmiş olacaktır. Ayrıca kullanılan malzeme ömürleri uzayacak, maliyet düşürülecek ve verim artırılmış olacaktır.

Fabrika bacalarının, motorların ve mekanik aksamaların ısınan yüzeylerine, kazan dairelerinde kullanılan izolasyon malzemelerin bulunduğu kısımlara gerekli diğer yardımcı düzenekler kullanılarak tasarlanan devre ısıl pil özellikli ateş tuğlalarla kaplanması çözüm olarak düşünülmektedir. Böylece ısıl pil ateş tuğlası tarafından geri dönüştürülmüş olan elektrik enerjisi, kablolarla akümülatörlere aktarılacak veya direkt kullanılabilir.

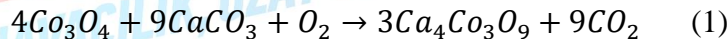
Prototipte alt bileşen olarak elektrik devresi düzeneği, kaplama maskeleri ve kimyasallar kullanılmıştır.



Resim 3.1 Isıl Pil Ateş Tuğlası Prototipi

4. Yöntem:

Projede tasarım olarak sunulan ısıl pil ateş tuğlası için öncelikle kimyasal bir bileşim hazırlanmalıdır. Sonrasında ısıl pil ateş tuğlasının test aşaması gerçekleştirilmelidir.



Kobalt oksit ve kalsiyum karbonatı belli oranlarda yakılması sonucu kalsiyum kobalt oksit bileşiği ve karbondioksit açığa çıkmıştır. Tepkimede giren ürünlerden kobalt oksit (Co_3O_4)' in kütlesi (4 mol x 240.797 g/mol) 963.188 gram, kalsiyum karbonat ($CaCO_3$)' in kütlesi (9 mol x 100.087 g/mol) 900.783 gramdır. Hassas terazi ile kobalt oksitten (Co_3O_4) yaklaşık 0.963188 mg ve kalsiyum karbonattan ($CaCO_3$) yaklaşık 0.900783 mg tartılıp temizlenerek boş bir potanın içerisinde 15 dakika homojen oluncaya kadar karıştırılmalıdır. Pota, sıcaklığı 1100°C olan fırına 24 saat pişmesi için yerleştirilmelidir. Pişirilen malzemeye, hidrolik pres ile sıkıştırıldıktan sonra belli ölçülerde şekiller verilir ve yeniden 1000°C' de 24 saat fırınlanır. Bu şekilde Isıl Pil-modül ürün, prototip için hazır hale getirilir ve ateş tuğlasının içine yerleştirilir. Böylece ısıl pil ateş tuğlası üretimi tamamlanmış olur. Son aşama, bu ısıl pil ateş tuğlasının elektrik geri dönüştürme potansiyelinin belirlenmesi aşamasıdır.

Şekil 4.1'deki gibi tasarım standart ateş tuğla boyutlarında olması nedeniyle ateş tuğlanın kullanım alanlarında da tak-kullan pratikliği olması avantajdır. Isınan yüzeylere kolayca montajı yapılabilirken büyük yüzeylerde daha da büyük miktarlarda elektrik enerjisi üretilebilme imkanı sunma ve akümülatörlerde depolayabilme de mümkündür.

Boyutları 0.2x8x15cm olan iki paslanmaz 316 metal plaka arasında kalsiyum kobalt oksiti belli bir düzende, tuğla içinde sıkıştırarak tasarım tamamlanacaktır. Bu tasarım modülünde paslanmaz çelik 316 plakalarına, çelik teller sayesinde 6 adet üst ve 6 adet alt plaka kaynak edilir. Son olarak yüksek sıcaklıklara, çatlama ve kırılmaya dayanıklı özel çimento ile ateş tuğla boyutlarındaki kalıba dökülerek ısı pil tuğla düzeneği tamamlanır.



Şekil 4.1: Standart Boyutta (5x10x20 cm) Üretilen Isıl Pil Prototipinin Yapılış Aşamaları

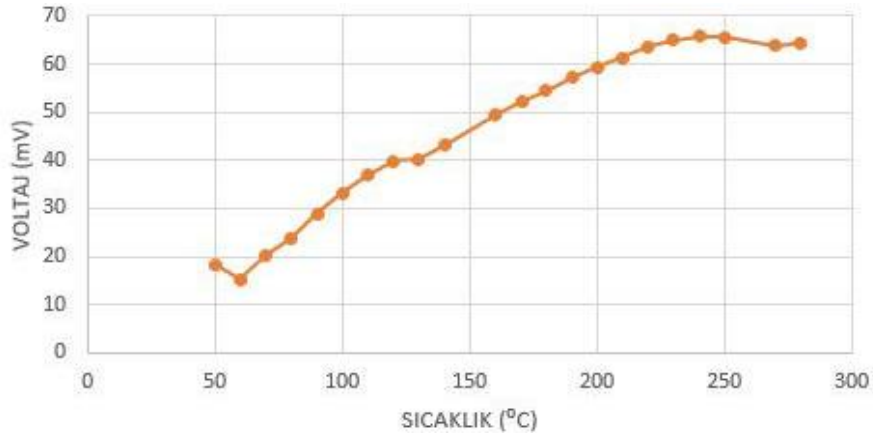
Isıl pil ateş tuğla tasarımı yanında küçük çaplı fabrika bacaları için de bir termoelektrik pil tasarımı düşünüldü. Bu tasarım ısı pil ateş tuğlasından farklı olarak direkt baca üzerine uygulanarak daha fazla verim sağlandı.

Tasarım iki paslanmaz çelik 316 silindir (Yüksekliği 10 cm, çapı 4 cm ve yüksekliği 10 cm, çapı 5 cm) metallerin arasında diğer modülümüzde kullandığımız kimyasalların N-tipi ve P-tipi şeklinde yerleştirilmesinden ibarettir. Her iki silindir metallerinden diğer modüllerde olduğu gibi üçer adet uç alındı. Sabit parça olması için ısıya dayanıklı çimento ile sabitlendi. Baca giriş kısmından bacanın egzoz gazı sıcaklığını ölçebileceğimiz şekilde thermocouple yerleştirildi. Baca iç kısmında yanıcı bir jel kullanılıp, egzoz gaz sıcaklığı elde edilerek hem sıcaklık hem de termoelektrik modülle atık ısıdan üretilen elektrik enerjisi ölçüldü.

Prototipin haricinde devre düzeneği için gerekli elektrik kablo aksamaları ve üretilen elektrik enerjisini depolamak için akümülatör kullanıldı.

Tablo 4.1: Isıl pil ateş tuğlasının elektrik gerilimi üretimi deneysel sonuçları

SICAKLIK (°C)	VOLTAJ (mV)	SICAKLIK (°C)	VOLTAJ (mV)	SICAKLIK (°C)	VOLTAJ (mV)	SICAKLIK (°C)	VOLTAJ (mV)
45	8.3	100	33.1	165	51.0	220	63.6
50	18.4	105	35.2	170	52.4	225	64.0
55	13.4	110	37.0	175	53.6	230	65.0
60	15.3	115	38.5	180	54.5	235	65.5
65	18.2	120	39.8	185	56.1	240	65.7
70	20.3	125	40.6	190	57.2	245	65.3
75	21.9	130	40.2	195	58.5	250	65.6
80	23.9	135	41.4	200	59.3	255	66.5
85	26.7	140	43.1	205	60.4	270	63.9
90	28.9	145	46.6	210	61.3	280	64.4
95	31.4	160	49.4	215	62.7	285	65.2



Şekil 4.2 Isıl Pil Termoelektrik Malzeme ile Sıcaklık-Gerilim Deneysel Sonuç Grafiği

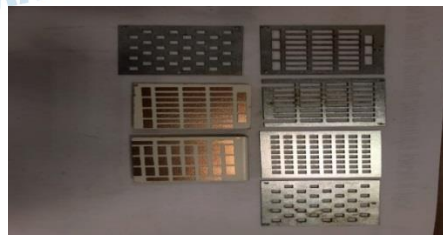
Tablo 4.1 ve **Şekil 4.2**'deki gibi sıcaklık arttıkça ısıl pil ateş tuğlasıyla geri dönüştürülen elektrik gerilimi değeri de artmaktadır. Bu sonuçlar yalnızca bir ateş tuğlasından elde edilmiştir. Proseslerde yüzey alanı arttıkça elde edilecek sonuçlar daha gerçekçi olacaktır. Böylece prototip modelinin yüzey alanı arttıkça gerilim değeri de artacaktır. Yani belli yüzey alanından kaç derecelik ısıdan kaç volt gerilim üretileceği hesaplanacaktır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü:

Isıl pil fikri hakkında literatürde gerek ulusal gerekse uluslararası alanda birçok bilimsel çalışma olsa da ısıl pilin bir ateş tuğlasına uygulanması ve üretimi tamamen yeni bir olgudur. Ayrıca ısıl pil ateş tuğlası içerisinde kullanılan kimyasal bileşen özgün olup literatürde sözü edilen çalışmalardan farklıdır. Geliştirilen kimyasal bileşim ile N-tipi ve P-tipi yarı iletken malzemeler şeklinde kaplama maskesi üretilmesi mümkündür. Bu sayede üretilen modül küçük boyutlu ve daha düşük maliyetli bir termoelektrik malzeme olacaktır. Isıl pil ateş tuğlası ve bacalara uygulanabilecek olan kaplama maske prototipleri literatürde ve endüstriyel sahalarda eşi ve benzeri olmayan bir ürün olacaktır. Kaplama maksatlı üretilmiş olan termoelektrik malzemeler **Şekil 5.1** ve **Şekil 5.2**'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Kaplama Yöntemi ile N-tipi P-tipi



Şekil 5.2 Kaplama Maskeleri

6. Uygulanabilirlik:

Söz konusu ısıl pil ateş tuğlası ve kaplama maskesi şeklindeki tasarımlar atık ısı kaynaklarının bulunduğu her proseste kullanımı mümkündür. Örneğin fabrika bacaları, motor yüzeyleri, kazan daireleri, buhar boru yüzeyleri, ısınan mekanik aksamlar vb. gibi yerlerde kullanılabilir.

Ekmek fırınlarının iç kısımlarında bulunan ateş ile temas eden taş ve ateş tuğla kısımlarında kullanılabilir. Böylece ekmek pişirilirken elektrik üretimi sağlanabilir.

Uzay uydularının panel ve gövde koruma kısımlarında kullanılabilir. Uzay uyduları belli bir süre sonra enerjisi bittiği için uzay çöplüğüne atılmaktadır. Bu üretilen modül sayesinde uydunun kanatlarına (panellerine) yerleştirilerek elektrik gücü üretimi sağlanabilir. Çünkü uzay uydularının panel kısımların güneşe bakan kısımları +100 °C iken güneşe bakmayan kısımları ise -100 °C'dir. Bu panel kısımlarına yerleştirilerek enerji üretimine katkı sağlanabilir ve uzay uydularının ömrü daha da uzatılabilir.

Nükleer reaktör çekirdeklerinde atık ısının geri kazanımında kullanılabilir. Uçak türbinlerinde ve jet yakıtın yakılıp atılan egzoz gövdesinin iç yüzeylerinde kullanılabilir. Uçakların harcanan itiş gücü sonucunda ısınan tüm yüzeyleri üretilen modülle kaplayarak çevreye atılan ısı elektrik gücüne dönüştürülür. Aynı şekilde uzay mekiklerinin fırlatılması için de yüksek sıcaklıklara çıkan fırlatma işlemi gerçekleştirilir. Bu yüksek sıcaklıktan yararlanmak için üretilen modül kullanılarak elektrik enerjisi elde edilebilir.

Projenin hitap ettiği uygulama alanı fazla olduğu için ticarileşme oranı da yüksektir.

Uygulanabilir yüzeylerde kullanılan ısıl pil tuğlalarının aşınma ve suyla temas durumlarında elektrik kaçağı riski oluşabilir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Prototip üretimi yapılmış olan bir adet ısıl pil ateş tuğlasının şu anki (döviz kur değerlerini göz önüne alırsak) değeri yaklaşık 280 TL/adet'tir. Fakat projemizin seri üretim aşaması için gerekli olan maliyeti ise yaklaşık 2.800.000 TL'dir.

Projemiz en az 31. 691,5 TL maliyetle uygulanabilir hale gelmektedir.

Tablo 7.1: Projenin Zaman Planlaması

Safhalar	1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	5.hafta	6.hafta	7.hafta	8.hafta	9.Hafta	10.hafta
1. Hazırlık aşaması (malzeme temini vb.)										
2. Üretim aşaması (Isıl pil ateş tuğlası üretimi)										
3. Test aşaması (Ürün performans testleri)										

Projenin satılabilir bir ürün haline getirilebilmesi için gerekli olan malzemeler: Paslanmaz çelik 316 levha ve çubuk, ısıya dayanıklı çimento harcı, kübik laboratuvar fırını, hassas terazi, fırın potası ve havan taşı, kalsiyum oksit ve kobalt oksit kimyasal malzemeleri, metal kaplama makinesi, pres makinesi, laboratuvar deney tüpleri, termometre ve voltmetredir.

Proje maliyetinin 1/6'sı tasarım sürecine, 3/6'sı üretim sürecine ve 2/6'sı ise test ve reklam sürecinde harcama kalemleri olarak öngörülmektedir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitleleri (Kullanıcılar):

Fabrika sahipleri, termik santraller, sanayi siteleri, gemi sahipleri, ekmek fırını sahipleri, metal döküm yapan yerler, araç sahipleri hatta ısının çokça olduğu ve bu ısıyı elektrik enerjisine dönüştürmek isteyen herkes bu projenin hedef kitleleri olarak belirlenmiştir.

Bu proje fikrinin kullanılması öngörülen hedef kitleler, ısınan yüzeylerde metal ömrünün kısa olması, bakım onarım periyotlarının kısalmasından ve maliyetlerinin artmasından dolayı problem yaşamaktadırlar.

9. Riskler:

Malzeme tedarik sürecinde yaşanması muhtemel problemler: Özellikle yurtdışı kaynaklı malzeme satın alma sürecinde yaşanacak gecikmelerin olması kur dalgalanması nedeniyle maddi sorunlara neden olabilir. Üretim malzemelerin genelde yurt dışından gelmesi malzeme teslim sürecinin uzamasına yol açar. Buna çözüm olarak malzeme stoku yapılabilir.

İmalat aşamasında iken laboratuvar ya da atölye ortamında yaşanabilecek riskler: İmalat aşamasında pres, yüksek sıcaklık fırını gibi ekipmanlarda meydana gelebilecek arızalar ve bu arızaların onarılması sürecinin uzun olabilmesidir. Olası riskler için de makine ekipman temininde yurtiçi servis olanağı olan firmalarla çalışma yoluna gidilebilir.

Tablo 9.1: Malzeme Fiyat Listesi

MALZEME	FİYAT (TL)
316 Paslanmaz Çelik Levha (100cm ²)	35
316 Paslanmaz Çelik Çubuk (100cm)	21
Isıya Dayanıklı Çimento Harcı (kg)	3,5
Küçük Laboratuvar Fırını	5.676.00
Metal Kaplama Makinesi	14000
Pres Makinesi	695
Kalsiyum Kobalt Oksit ($Ca_4Co_3O_9$) (kg)	3264
Stronsiyum Titanat ($SrTiO_3$) (kg)	2533
Laboratuvar Deney Tüpü	10
Hassas Terazî	4286
Laboratuvar Fırın Havanı	35
Yüksek Sıcaklık Ölçen Termometre	565
Düzenek Kablo Tesisatları	200
Thermocouple	85
Multimetre	283
Toplam	31.691,5



Şekil 9: Olasılık ve Etki Matrisi

Tablo 9.2: Risk Planlamasında Olasılık ve Etki Matrisi

Tarih Aralığı	İş Paketleri ve İçeriği
21.03.2021 15.04.2021	Kimyasal maddelerin alımının gerçekleştirilmesi.
16.04.2021 30.04.2021	Kalsiyum kobalt oksitin üretilmesi
02.05.2021 25.05.2021	Kimyasalların kullanılarak ısıl pil ateş tuğla prototipinin üretilmesi.
26.05.2021 11.06.2021	Sistemin son halinin belirlenmesi, test edilme süreci ve hazırlıkların tamamlanması.

10. Kaynaklar:

Zhang ve Park (2019) çalışmalarında “Esnek Organik Termoelektrik Materyaller ve Giyilebilir Yeşil Enerji Toplama Cihazları” konusunda araştırma yapmışlardır.

Gupta vd. (2019) çalışmalarında “Fotovoltaik Isı Toplayıcının Elektriksel ve Termal Performansında Termoelektrik Materyallerin Etkisi” konusunda araştırma yapmışlardır.

Inthachaia vd. (2019) çalışmalarında “Güç Jeneratörü için Yeni Termoelektrik Blok Zemin İmalatı” konusunda araştırma yapmışlardır.

Sun vd. (2019) çalışmalarında “Ag Pertiküllerinin Püskürtme-Biriktirme Yoluyla ZnO’in Termoelektrik Performansını İyileştirme” konusunda araştırma yapmışlardır.

Shelekhov vd. (2019) çalışmalarında “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sistemlerinde Termoelektrik Jeneratörlerin Kullanılmasının Yeni İmkânlarının Değerlendirilmesi” konusunda araştırma yapmışlardır.

Chavan ve Prakash (2019) çalışmalarında “Termoelektrik Soğutucunun Kompakt Tasarımı ve Performans Analizi” konusunda araştırmalar yapmışlardır.

Patidar (2018) çalışmasında “Termoelektrik Enerji Uygulamaları: Bir Kritik” konusunda çalışma yapmışlardır.