

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Dü-Energy

PROJE ADI: Vücut Alan Ağları için Enerji Hasadı Ünitesi Tasarımı

BAŞVURU ID: 81593



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Teknolojinin gelişimine paralel olarak enerji ihtiyacı artmaktadır. Geleneksel yöntemlerle elde edilen enerjilerin çoğu çevreye zarar vermektedir. Son yıllarda güneş ve rüzgar enerjisi gibi birçok alternatif yöntem denenerek yenilenebilir enerji elde etmenin metotları geliştirilmektedir. Elde edilen yenilenebilir enerjiler sanayi olmak üzere mikro ve makro birçok alanda kullanılmaktadır. Vücut alan ağları da yenilenebilir enerjinin tercih edildiği alanların başında gelmektedir. Vücut Alan Ağları, uzaktan sağlık izleme ve nesnelerin interneti konularının temel bir parçası olarak günümüz bilim dünyasında yerini almıştır. Vücut üzerinde, çevresinde ya da içinde bulunan algılayıcı düğümlerin ölçtüğü sinyaller bu ağa sahip bireyin sağlığı hakkında bilgileri uzmanlara uzaktan aktarmaktadır. Vücut Alan Ağları'nın diğer ağ tiplerine benzer problemleri bulunmaktadır ve bu problemlerin başında enerji tüketimi gelmektedir. Vücut Alan Ağları genellikle kablosuz iletişim yapmakta ve kişinin hareket halindeyken de düğümlerin ölçüm yapması için enerji birimlerine (pil, akü vb.) ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple enerji ünitesinin her zaman değiştirilebilmesi mümkün olmamaktadır. Bu çalışmada Vücut Alan Ağı'nın enerji problemini ortadan kaldırmak için enerji hasadı ünitesi geliştirilmiştir. Piezoelektrik, peltierden ve elektronik donanımdan oluşan bu ünite Vücut Alan Ağı'nın enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Ayrıca yapılan testler sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda bu yöntemin elektrikli otobüsler, trenler, araçlar başta olmak üzere elektrikli araçlarda verimli olduğu gözlemlenmiştir. Yani, insanların oturma eylemini gerçekleştirdiği alanlarda enerji üretilmesini sağlayacak yenilenebilir, çevre dostu ve sıfır atık üreten bir enerji kaynağı olduğu analiz edilmiştir. Elektrikli araçlarda uzun mesafelere çıkabilmek önemli parametredir. Batarya teknolojisinin gelişmesi mesafeleri arttırabilecek önemli parametredir. Buna ek olarak elektrikli araçlardan enerji hasadı yapmakta sistemin verimliliğini arttırmaktadır. Örnek olarak elektrikli araçların frenleme esnasında elde ettikleri enerjiyi gösterebiliriz. Çalışmamızda, vücut alan ağlarına ek olarak, elektrikli otobüsler içinde enerji hasadı ünitesi analizleri yapılmıştır. Bu sistemin elektrikli otobüslerin gidebileceği ortalama mesafeyi ve sistem enerji verimliliğini arttırıldığı gözlemlenmiştir.

2. Problem/Sorun:

Dünya'daki büyük enerji açlığının yenilenemeyen enerji kaynaklarıyla, yani fosil yakıtlarla (kömür, petrol, doğal gaz) uzun vadede karşılanamayacağı gerçeği ortaya çıktıkça, yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç ve ilgi artmıştır. Bunun yanında teknolojinin gelişimi ile insan hayatını kolaylaştıracak IOT, Vücut Alan Ağları, Endüstri 4.0 gibi teknolojilerde hayatımıza girmiştir. Bu teknolojilerin insan hayatını olumlu etkilerinin yanında enerji ihtiyacını arttırması gibi olumsuz etkileri vardır. Ayrıca mobil cihazların teknolojiye paralel olarak artması bu enerji ihtiyacının katlanarak artmasını sağlamaktadır. Uzun yıllardır uzmanlar bu sorunlara çözüm üretebilmek için birçok alternatif yöntem geliştirmiş/geliştirmektedir. Bunların en fazla bilineni güneş enerjisi ve rüzgar enerjisidir. Bunların yanında yurt dışında yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde yürüdüğümüz yollardan enerji üretmekten, dalga hareketinden enerji üretmeye kadar birçok yöntem denenmektedir. Bunların tamamı yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşturularak, sürdürülebilir yaşam ve çevre oluşturmaktır. Bu sorun, iki başlık altında açıklayabilir.

a) Enerji Kaynaklarının Azalması Ve Geleneksel Yöntemlerin Çevreye Verdiği Zarar

Enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin çevreye zarar vermeden üretilmesi son yıllarda üzerinde önemle durulan konudur. Bu konuya çözüm olabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim yöntemi ve verimliliği arttırılmaktadır(Geller, 2003). Fosil yakıtlar kolay

enerji etme yöntemi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır fakat bunların çevreye verdiği zarar göz ardı edilemez. Fosil yakıtlarının yanması ile CO₂, NO₂, NO₃ ve SO₂ gibi gazlar atmosfere salınarak iklim dengelerini bozmaktadır. Dünyada tüketilen enerji çok hızla artmaktadır. Tüketilen enerjinin fosil yakıtların oluşumundan ortalama 300 bin kat daha fazla olduğu görülmektedir. Buda fosil yakıtların belirli bir süre sonra tükeneceğinin net göstergesidir. Yenilenebilir enerji kaynakları sınırsız enerji verimliliği sağlarlar(Çukurçayır vd, 2008). TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2016 yılında yaptığı araştırmaya göre fosil yakıt kaynakları azalmakta ve artan dünya enerji ihtiyacını karşılayamamaktadır. Rapor sonuçlarına göre kömürün 114 yıl, doğalgazın 53 yıl ve petrolün 51 yıl kaldığı görülmektedir. Şekil 1’de rapora ait görsel bulunmaktadır.



Şekil 1. Türlerine Göre Fosil Yakıt Rezervlerinin Kalan Ömürleri (ETKB, 2016)

Dünyaya salınan CO₂ gaz salınımı başta olmak üzere küresel ısınmaya neden olan gazların azaltılabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması önemlidir(Türdeş vd, 2000). CO₂ miktarındaki değişimin yıllara göre görünümü Tablo 1’de verilmiştir.

Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (CO ₂ eşdeğeri), 1990 - 2016 (Milyon ton)						
Yıl	Toplam	1990 yılına göre değişim (%)	Enerji	Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	Tarımsal faaliyetler	Atık
1990	210,7	-	134,3	22,9	42,4	11,1
2010	402,6	91,0	292,3	49,2	42,8	18,2
2011	431,4	104,7	313,4	54,4	45,1	18,5
2012	445,6	111,5	320,1	56,8	50,6	18,1
2013	439,0	108,3	308,8	59,8	53,6	16,8
2014	451,8	114,4	321,3	60,2	53,7	16,6
2015	469,9	123,0	339,7	59,6	53,7	17,0
2016	496,1	135,4	361,0	62,4	56,5	16,2

Tablo 1. 1990-2016 yılında CO₂ Emisyonu (TÜİK, 2016)

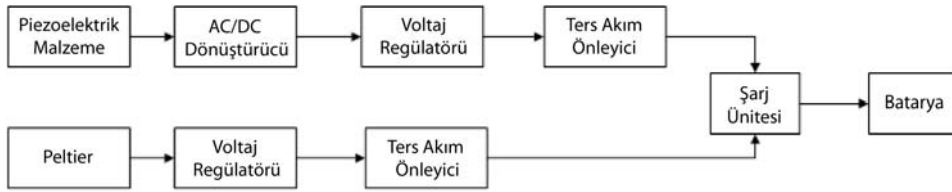
b) Pil İle Beslenen Cihazların Uzun Süreli Çalışmaması

Bataryalar enerji tüketen sistemlerin en önemli parçalarındandır. Elektrikli araçlarda bataryanın depolayabildiği enerji aracın menzilin belirlenirken, vücut alan ağırları gibi cihazlarda ise çalışma sürelerini belirler. Günümüz teknolojisinde bataryanın ömrünü arttırabilmek için ancak bataryanın boyunu büyütmek gelmektedir. Bu yöntem elektrikli araçlarda ağırlık ve alan yönünden problem yaratmaktadır. Vücut alan ağırlarında ise küçük alanlara yerleşmesi gereken ölçüm devrelerinin yanında büyük bataryalar koyarak ergonomi ve doğruluk payı azaltılmaktadır(bilimgenc.tubitak.gov.tr, 2018). Yukarıda belirtilen sorunlar göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir, çevre dostu ve sıfır atık üreten bir enerji kaynağı oluşturması ve kullanım alanları arttırılması zorunlu bir ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bizde yukarıda belirtilen sorunlara çözüm olabilmesi için, insanların veya canlıların vücut ısıları ve hareketlerinden yararlanarak oturma ve/veya hareket eylemini gerçekleştirdiği alanlarda enerji üretilmesini sağlayacak yenilenebilir, çevre dostu ve sıfır atık üreten bir enerji kaynağı oluşturmayı amaçlamaktayız.

3. Çözüm

Sorunlara çözüm olabilmesi için, insanların veya canlıların vücut ısıları ve hareketlerinden yararlanarak oturma ve/veya hareket eylemini gerçekleştirdiği alanlarda enerji üretilmesini sağlayacak yenilenebilir, çevre dostu ve sıfır atık üreten bir enerji kaynağı oluşturulacaktır. Sistem, vücut alan ağırlarında enerji hasadı için kullanılacaktır. Ayrıca ön değerlendirme raporu sonrası

yapılan çalışmalar sonucunda sistemin elektrikli otobüsler üzerinde de uygulanabilirliğini gözlemlenmiştir ve 46 koltuklu elektrikli otobüs üzerinde verimlilik analizlerini gerçekleştirilmiştir. Vücut alan ağlarında sistemi bir engelli koltuğu üzerinde prototipi gerçekleştirilmiştir. Testler sonucunda otobüslerde bulunan koltukların oturma ve sırt bölümlerine bu sistemin yerleştirilebileceği analiz edilmiştir. Ayrıca oturan kişilerin ayaklarını koydukları bölüme ve koridor bölümünü de bu sistemin yerleştirilip enerji elde edilebileceği analiz edilmiştir. Tek kişilik tasarlanan minder üzerine oturan kişinin mindere uyguladığı basınçtan elektrik enerjisi elde edilmiştir. Minderin diğer yüzünde bulunan peltierlerden oluşan bölüm bulunacaktır. Peltierler de birbirlerine bağlanarak minderde oluşacak ısıdan dolayı elde edilecek elektrik enerjisini üretecektir. Şekil 1’de enerji hasadı ünitesinin blok diyagramı görülmektedir. Piezoelektrik malzeme ve peltier birimlerinden gelen enerji şekilde görülen devre elemanlarından geçerek şarj ünitesini beslemektedir. Şarj ünitesinde bulunan enerji, ihtiyacı bulunan platforma verilmektedir.

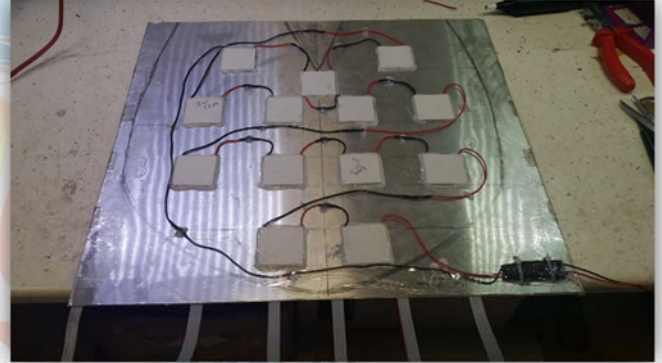


Şekil 2. Enerji hasadı blok diyagramı

Şekil 2’de tek kişilik minder üzerinde oluşturulan enerji hasadı blok diyagramı görülmektedir. Blok diyagramın piezo malzemeler ile gerçekleştirilmiş hali Şekil 3.a ve peltier malzemeler ile gerçekleştirilmiş hali Şekil 3.b’de görülmektedir.



3.a Enerji hasadı ünitesinin piezo elektrik malzemelerden oluşan ilk yüzü



3.b Enerji hasadı ünitesinin peltierlerden oluşan yüzü

Şekil 3. Enerji Hasadı Ünitesinin Yüzleri

4. Yöntem

Çalışmamızda, geliştirilen sisteminin başarımlarını analiz etmek için bir dizi ölçüm ile enerji üretim ve tüketim dengelerini inceleyerek yapılmıştır. Testler öncelikle Vücut alan ağları enerji hasadı için yapılmıştır. Test için engelli aracı minderi üzerine 35x27cm alan içerisine enerji hasadı yapan piezo ve peltier malzemeler yerleştirilmiştir. Enerji üretimi için enerji hasadı ünitesi bünyesindeki peltier ve piezo elektrik malzemelerin ürettiği değerler ve enerji tüketimi için ve Vücut alan ağ platformunu tükettiği değerler irdelenmiştir. Tablo 2’de sistemin enerji değerleri gösterilmiştir.

Güç Kaynağı	Piezo Elektrik Malzeme	Peltier
2700 mAh	Min 0.103 mA	7.57 mA
1.2 V	Max 0.408 mA	-
AA Ni-MH	4.8 V	4.8 V
4 adet	24 adet	15 adet
4.8 V 2700 mAh	Min 2.472 mA	113.55 mA
123 mA	Max 9.792 mA	-
Solunum ve GSR algılayıcısı bağlı iken çekilen akım	33ohm 5W direnç üzerindeki ölçüm	33ohm 5W direnç üzerindeki ölçüm

Tablo 2. Sistemin Enerji Değerleri



4.a Piezo Elektrik Malzeme



4.b Peltier Elektrik Malzeme

Tüm testler 23 °C'de normal oda koşullarında yapılmıştır. Şekil 4.a'da görüldüğü gibi piezoelektrik malzemeye parmağımızla basma-çekme işlemi yaptığımızda 33 ohm 5W direnç üzerinde 4.8V gerilim ve 0.103mA akım değeri ölçülmektedir. Basma-çekme hareketinin frekansı 1 Hz olarak belirlenmiştir. Ayrıca basma-çekme hareketinin frekansı 3Hz olarak belirlendiğinde üretilen akım değerinin 0.408 mA olduğuda gözlemlenmiştir. Frekansın sürekli artırılması akım miktarının da artmasını sağlamamıştır. Bu nedenle üretilen maksimum akım değeri 0.408 mA olarak alınmaktadır. Piezo Elektrik Malzemenin ürettiği toplam akım aşağıdaki denklemlerle tespit edilmiştir.

Şekil 4. Malzeme Testlerinin Yapıldığı Sonuçları

$$Piezo_Uretilen_Toplam_Akım = Piezo_Sayisi * Piezo_Akım \quad (1)$$

$$Piezo_Uretilen_Toplam_Akım = 24 * 0.103mA = 2.472mA \quad (2)$$

$$Piezo_Uretilen_Toplam_Mak_Akım = 24 * 0.408mA = 9.792mA \quad (3)$$

Şekil 4.b'de görüldüğü üzere peltier malzemesine el ile dokunulması sonucu 33 ohm 5W direnç üzerinde 4.8V gerilim değerinde 7.57mA akım değeri ürettiği gözlemlenmiştir. Peltier Malzemenin ürettiği toplam akım aşağıdaki denklemlerle tespit edilmiştir.

$$Peltier_Uretilen_Toplam_Akım = Peltier_Sayisi * Peltier_Akım \quad (4)$$

$$Peltier_Uretilen_Toplam_Akım = 15 * 7.57mA = 113.55mA \quad (5)$$

Sistemden üretilen güç şu şekilde hesaplanmıştır;

$$Uretilen_Guc = Peltier_Guc + Piezo_Guc \quad (6)$$

$$Uretilen_Guc = 113.5mA * 4.8V + 9.792mA * 4.8V = 544.8 mW + 47 mW = 591.8 mW \quad (7)$$

Sisteme ait test düzeneği Şekil 5.a'da görülmektedir. Vücut alan ağına ait çekilen akım bilgisi Şekil 5.b'de görülmektedir.



Şekil 5.b. Vücut Alan Ağı ünitesinin çektiği akım değeri



Şekil 5.a. Vücut Alan Ağı ile Enerji hasadı ünitesi

Şekil 5.b'de görüleceği üzere Vücut alan ağı sistemi 23 °C'de normal oda koşullarında 0.123 mA akım çekmektedir.

Bu durumda sistemin tükettiği güç;

$$VAA_Sisteminde_Tuketilen_Guc = 123mA * 4.8V = 590.4 mW \quad (8)$$

Enerji hasadı ünitesinde üretilen güç (tekli sistem);

$$Üretilen_Guc = Peltier_Guc + Piezo_Guc \quad (9)$$

$$Uretilen_Guc = 113.5mA * 4.8V + 9.792mA * 4.8V = 544.8 mW + 47 mW = 591.8mW \quad (10)$$

Sistemden üretilen enerji 4.8V gerilim ve 2700 mA akım değeri olan Ni-MH pil ünitesi üzerinde depolanmaktadır. Sistem için gerekli olan enerji ise bu piller aracılığıyla sağlanmaktadır. Sistemde üretilen güç 591.8 mW ve tüketilen güç 590.4 mW olduğu görülmektedir. Bu değerler dikkate alındığında geliştirilen sistemin kendi kendine yetme becerisine sahip olduğunu görülmektedir.

Elektrikli otobüs modeli için gerekli analizler şu şekildedir;

ELEKTRİKLİ OTOBÜS FİLOSU SEFER DEĞERLERİ (02.06.2017 itibarıyla 60 günlük sonuçlar)	
Tam Şarj ile Yapılabilecek Sürüş Mesafesi (km)	300 km
Yapılan Toplam (Km)	122.450
Taşınan Toplam Yolcu Sayısı	270.900
Çalışılan Hat Sayısı	10
Ortalama Sarfiyat (kWh/km)	0.85
Birim Fiyat (TL/kWh)	0.3047
Ortalama Tüketim (TL/km)	0.26

Tablo3. Elektrikli Otobüs Sefer Değerleri (EMO İzmir Şubesi 2017)

Vücut alan ağırları için oluşturulan sistemi 1 ünite olarak ele alalım. Bu ünite $35cm \times 27cm = 0,0945m^2$ 'dir. 46 koltuklu elektrikli otobüse gerekli sistem sayısını bulabilmek için;

- 46 adet oturma koltuğu, sırt dayama ve ayak bölümü için $46 \times 3 = 138$ adet
- 6,188m² koridor için $6,188 / 0,0945 = 65,48$ adet yaklaşık **65 adet**

Toplam = $138 + 65 = 203$ adet sistem gereklidir.

➤ 1 sistemin 591,8mW enerji ürettiğini analiz etmiştik.

$$\text{Üretilebilecek_max_güç} = 203 \times 591,8mW = 120135,4mW = 120,1354W = 0,12KW \quad (11)$$

➤ Tablo2'de görüleceği üzere elektrikli otobüsün tükettiği güç 0.85 KW tır.

$$\text{Sistemin_Karşılacağı_Enerji} = 0,12 / 0,85 = 0,141 = \%14,1 \quad (12)$$

➤ Denklemlerde görüleceği üzere tasarlanan sistem ile elektrikli otobüs için gerekli enerjinin %14,1'ini karşılanabilmektedir.

➤ Tablo2'de görüleceği üzere elektrikli otobüsün tam şarj ile 300km yol gidebilmektedir. Buradan;

$$\text{Sistem_ile_Gidilebilecek_Maksimum_Mesafe} = 300 \times 1.141 = 342,3km \quad (13)$$

Görüleceği üzere sistemin bağlı olduğu elektrikli otobüs maksimum 42,3km daha fazla yol gidebilmektedir.

Sistemin maliyet analizi (elektrikli otobüs);

- 1 adet peltier fiyatı = 9,95TL (yaklaşık)
- 1 adet piezo fiyatı = 1TL (yaklaşık)
- 1 sistemde 24 piezo ve 15 peltier bulunmaktadır.
- $(1TL \times 24) + (9,95TL \times 15) = 173,75TL \rightarrow$ yaklaşık olarak **elektronik malzemeler dahil 200TL**
- Elektrikli otobüste 203 set olduğuna göre : $203 \times 200TL = 40600TL$ sistemin toplam maliyeti.

Sonuç olarak sistem Vücut alan ağırları için enerjinin %100 karşılarken, elektrikli araçlar için sistem tüketiminin %14,1'ini karşılayabilmektedir. Yaklaşık 40600TL gibi elektrikli araç fiyatları içinde tolere edilebilecek küçük bir bütçeye sahiptir. Yani fiyat/performans açısından verimli olduğu analiz edilmiştir. Bu sistemin elektrikli otobüslerin gidebileceği ortalama mesafeyi ve sistem enerji verimliliğini arttırdığı gözlemlenmiştir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Literatür incelendiğinde pratikte ve teorikte birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Özellikle çalışmaların çoğu yurt dışında ve deneysel amaçlı çalışmalar olarak kalmıştır. Literatür araştırmalarından da görüldüğü üzere bu tarz bir yaklaşım ile hiç karşılaşmamıştır.

Projede bahsedilen sistemin bir kısmını içeren engelli aracına ait verileri tarafımızca alınarak gerekli literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sırasında bahsettiğimiz sisteme rastlanmamıştır. Geliştirilen sistemin bir kısmı ve analizler bilimsel makale olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan makale bilim komisyonunda yenilikçi olduğu kabul edilerek yayınlanmaya hak kazanarak, bilimsel derginin sayısında yayınlanmıştır. Kaynaklarda makaleye ulaşılabilir. Enerji hasat yöntemlerinde birçok sistem uygulanmaya çalışılmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Projenin uygulanabilirliğini 2 ana başlı altında inceleyebiliriz. Birinci olarak, Vücut alan ağırları gibi batarya ile çalışan mikro ölçekli sistemler. Bu sistemlerin tamamında uygulanması mümkün bir sistem değildir. Fakat engelli aracı gibi oturma ve hareket enerjisinin olduğu alanlarda kolaylıkla uygulanabilir. Yukarıda yapılan testler gerçek ortamda uygulamalar üzerinde yapılmıştır. Ticari açıdan değerlendirirsek bu alanda yapılan uygulamaların üretim maliyeti açısından düşük olmasında rağmen kısa vadede global pazarda çok büyük kazançlar elde edilmesi mümkün görülmemektedir. Çünkü Vücut alan ağı teknolojisi yeni gelişen bir teknolojidir. Orta ve Uzun vadede mali getiriler sağlanabilir. İkinci olarak, elektrikli otobüsler başta olmak üzere oturma eyleminin olduğu sinema salonları gibi alanlarda çok rahatlıkla uygulanabilir. Bu alanların tamamında uygulanabilir. Özellikle elektrikli otobüs gibi koltuk sayısının fazla olduğu alanlarda büyük verimlilik değerleri olduğu yukarıda da görüleceği gibi analiz edilmiştir. Sistem maliyetleri düşük olmasına rağmen performans olarak yüksek verimlilik değerlerine ulaşılabilirdiği, yukarıdaki analiz sonuçlarında gözlemlenmiştir. Elektrikli araç pazarı kısa, orta ve uzun vadede hep büyüyen ve mali hacmi büyük bir Pazar olduğu için bu alanda uygulanabilecek enerji hasadı sistemi global pazarda çok büyük kazançlar getirebilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

- 1 adet peltier fiyatı= 9,95TL (yaklaşık)
- 1 adet piezo fiyatı=1TL (yaklaşık)
- 1 sistemde 24 piezo ve 15 peltier bulunmaktadır.
- $(1TL \times 24) + (9,95TL \times 15) = 173,75TL$
- yaklaşık olarak elektronik malzemeler dahil **200TL**

İş Paketleri	Faaliyetler	4	5	6	7	8	9
1.Spesifikasyon Belirleme ve Ön Tasarım	Teknoloji Araştırması ve Genel Plan Oluşturulması (Literatür Taraması)						
	Ön Değerlendirme Tasarım Raporu						
	Makine ve Teçhizatın Temin Edilmesi Ürün Mimarisi ve Tasarım Çalışmaları						
2.Ayrıntılı Tasarım	Elektronik ve Mekanik Kısımların Tasarım Testleri						
	Proje Detay Raporu						
3.Tasarım Doğrulama Çalışmaları ve Prototip İmalatı	Sistem Entegrasyonu ve Test Aşamaları						
	Kalite ve Saha Testleri						
	Teknofest 21						

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Elektrikli otobüsler başta olmak üzere, sinema salonları gibi hem enerjiye ihtiyaç duyan hem de oturma ve hareket enerjisinin olduğu alanların tamamında proje kullanılabilir. Ayrıca oturma ve hareketin olduğu Vücut alan ağırları sistemlerinde de kolaylıkla kullanılabilir. Yani, insanların oturma eylemini gerçekleştirdiği alanlarda enerji üretilmesini sağlayacak yenilenebilir, çevre dostu ve sıfır atık üreten bir enerji kaynağı olduğu analiz edilmiştir

9. Riskler

Projeyi olumsuz yönde etkileyecek en önemli unsur piezo elektrik malzeme ve peltier malzemesinin yurt dışından tedarik edilmesinden kaynaklanıyor. Bu ürünleri yerli imkanlarla

üretildiği için yurt dışından tedarik edilmesi gerekiyor. Burada ürünlerin ülkemize verilmemesi gibi bir problemle karşılaşılabilir ama bu çok düşük bir ihtimaldir. Bu konuda devletin yerli üretime teşvik etmesinden başka çözüm görülememektedir. İkinci olarak dolar kurundan kaynaklı ani fiyat artışları yaşanabilir. Bu soruna çözüm olarak, malzemeleri stok tutarak dolar kurundaki hızlı değişimlerin önüne geçebiliriz. Sistem zerinde pasif elektronik devre elemanları olduğu için bu alanda çok büyük bir problem çıkmayacaktır. Pasif devre elemanlarının ülkemizde üretilme potansiyeli vardır. Sistemin küçük bir riskide bu alanda yetişmiş eleman bulamama problemidir. Bu problemin önüne şu şekilde geçilebilir. Temel elektrik, elektronik, mekatronik alanlarında teknisyen, tekniker veya mühendisler belirli süreler içinde eğitimler verilerek, yetişmiş insan gücü oluşturulabilir.

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

- [1] A. Chen, "Thermal energy harvesting with thermoelectrics for self-powered sensors: with applications to implantable medical devices, body sensor networks and aging in place," Doktora Tezi, UC Berkeley, 2011.
- [2] E. W. Ford, N. Menachemi, and M. T. Phillips, "Predicting the adoption of electronic health records by physicians: when will health care be paperless?," *Journal of the American Medical Informatics Association*, cilt. 13, no. 1, pp. 106–112, 2006.
- [3] M. A. Wood and K. A. Ellenbogen, "Cardiac pacemakers from the patient's perspective," *Circulation*, cilt. 105, pp. 2136–2138, 2002.
- [4] A. Liberale, E. Dallago and A. L. Barnabei, "Energy harvesting system for wireless body sensor nodes," 2014 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS) Proceedings, Lausanne, pp. 416-419, 2014.
- [5] Z. Liu, Z. Zhong and Y. Guo, "High-efficiency triple-band ambient RF energy harvesting for wireless body sensor network," 2014 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on RF and Wireless Technologies for Biomedical and Healthcare Applications (IMWS-Bio2014), pp. 1-3, London, 2014.
- [6] R. K. Tallos, Z. Wang and J. L. Volakis, "Wi-Fi energy harvesting system using body-worn antennas," 2014 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI), Memphis, TN, pp. 1405-1406, 2014.
- [7] R. Lockhart, P. Janphuang, D. Briand and N. F. de Rooij, "A wearable system of micromachined piezoelectric cantilevers coupled to a rotational oscillating mass for on-body energy harvesting," 2014 IEEE 27th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), San Francisco, CA, pp. 370-373, 2014.
- [8] G. Wu and X. Yu, "System design on thermoelectric energy harvesting from body heat," 2013 39th Annual Northeast Bioengineering Conference, Syracuse, NY, 157-158, 2013.
- [9] G. De Pasquale and A. Somà, "Energy harvesting from human motion with piezo fibers for the body monitoring by MEMS sensors," 2013 Symposium on Design, Test, Integration and Packaging of MEMS/MOEMS (DTIP), Barcelona, pp.1-6, 2013.
- [10] R. Kappel, W. Pachler, M. Auer, W. Pribyl, G. Hofer and G. Holweg, "Using thermoelectric energy harvesting to power a self-sustaining temperature sensor in body area networks," 2013 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Cape Town, pp. 787-792, 2013.
- [11] N. Ben Amor, O. Kanoun, A. Lay-Ekuakille, G. Specchia, G. Vendramin and A. Trotta, "Energy harvesting from human body for biomedical autonomous systems," *SENSORS*, 2008 IEEE, Lecce, pp. 678-680, 2008.
- [12] S. Kosunalp and A. Cihan, "Harvesting solar energy for limited-energy problem in wireless sensor networks," 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), Antalya, pp. 1-4, 2017.
- [13] A.Çalhan, K.Gündoğdu, M.Cicioğlu, M.E.Bayraktar, "Vücut Alan Ağları İçin Enerji Hasatı Ünitesi Tasarımı", *Sakarya University Journal Of Computer And Information Sciences*, 2(1),2019
- [14] Hannan, M. A. ve ark., "State-of-the-Art and Energy Management System of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicle Applications: Issues and Recommendations", *IEEE Access*, Cilt 6, s. 19362-19378, 2018.
- [15] Shen, X. ve ark., "Beyond lithium ion batteries: Higher energy density battery systems based on lithium metal anodes", *Energy Storage Materials*, Cilt 12, s. 161-175, 2018.
- [16] Braga, M. H. ve ark., "Nontraditional, Safe, High Voltage Rechargeable Cells of Long Cycle Life", *Journal of the American Chemical Society*, Cilt 140, Sayı 20, s. 6343-6352, 2018.
- [17] Raylı Sistemlere Elektrikli Otobüs Alternatifi Elektrikli Otobüsler Maliyeti Düşürdü, EMO İzmir 2017