

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Metenerji

**PROJE ADI: Piezoelektrik Malzeme Kullanılarak Üretilen
Tekerlekler Desteği ile Elektrikli Araçlara Jeneratör Üretimi**

BAŞVURU ID: 422423

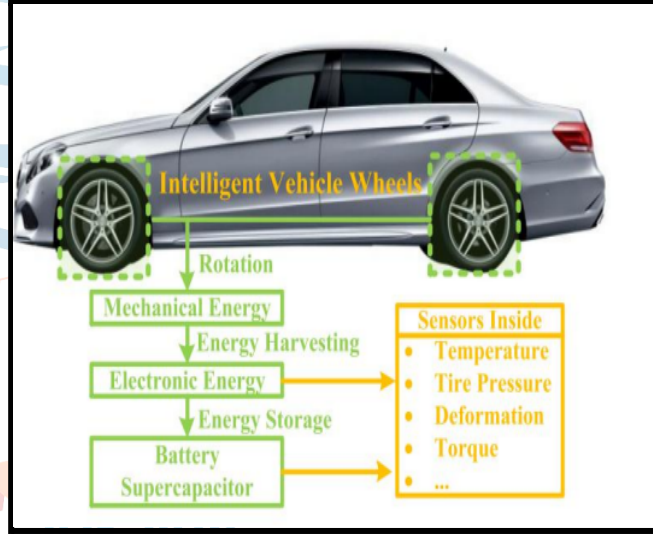
TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İçindekiler

Proje Özeti (Proje Tanımı)	4
Şekil 1.1: Akıllı Araç Tekerleklerin İşlev ve İlkesinin Şematik Diyagramı	5
Anahtar kelimeler: Piezo malzemeler, enerji depolama, çevre dostu, mekanik enerji.	5
Problem/Sorun:	5
Şekil 2.1: Türkiye Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının En Çok Kurulum Yapan Firması İçin Bölgesel Zayıf Dağılımı	6
Çözüm	6
Şekil 3.1: Yapımı Planlanan Prototip Mekanizması	7
Yöntem	7
4.1:Piezoelektrik Malzemenin Tarihi	7
4.2:Piezoelektrik Malzeme	7
Şekil 4.2.1: Piezo Etki Şematiği	8
Şekil 3.1: Pizoseramikten Ark ve Enerji Üretim Prensibi	9
4.3:Piezoelektrik Malzeme Seçimi	9
Tablo 4.3: En Çok Bilinen Piezoelektrik Malzemeler İçin Piezoelektrik Sabitler (Esterly 2002)	9
4.4:BaTiO ₃ (BaryumTitanat) Üretimi	10
Tablo 4.4: Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler (SEQ Tablo* ARABIC I (Avciata,2019)	10
Tablo 4.5: Sol-Jel Hidrotermal Yöntemle Sentezlenen Farklı Kompozisyonlardaki BaTiO ₃ Tozlarının Kısa İsimlerinin Gösterilişi	10
Yenilikçi (İnovatif) Yönü	10
Şekil 5.1: Sabiha Gökçen Havalimanı İle Kurtköy Arasında Bulunan Teknopark Metro İstasyonu Girişi Piezo Malzeme Döşeme Şematiği	11
Şekil 5.2 : Wisconsin ve Madison Üniversitesi'nin Ortak Çalışmasıyla Geliştirilen InStep NanoPower Sistemli Günde 10 kW'a Üretim Yapan Ayakkabı	11
Uygulanabilirlik	11
Şekil 6.1: Önerilen Dönüştürme Sistem Ana Yapısı	12
Şekil 6.2: Araç Tekerleği Katmanları	13
Şekil 6.3: Araç Tekerlerine Piezo Malzeme Modülleri Montajı- Montaj Patlama Görünümü	14
Şekil 6.4: Goodyear Firmasının Tasarladığı Piezo Malzeme Kullanılan Araç	14
Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	14
Tablo 1.7.1: Proje Tahmini Maliyet Tablosu	14
Tablo 1.7.2: Proje Tahmini Maliyet Dilimi	15
Tablo 2.7.1: Proje Zaman Planlama Tablosu	15
Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):	16
Riskler	16
Tablo 4.9.1: Risk Hesaplama ve Yönetimi Tablosu	16
Kaynakça	17

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Teknolojinin gelişimine paralel olarak enerji ihtiyacı artmaktadır. Elektrik enerjisi, günümüzün temel ihtiyaçları arasında yer alan enerjiler arasındadır. Gelişen dünyada petrol türevlerinden elde edilen enerjiyi kullanan araçlar yerine yakıt tasarrufu yapan, çevre dostu, sessiz ve yüksek verimlilikle çalışan motora sahip elektrikli araçların kullanımı her geçen gün artmaktadır. Günlük yaşantımıza giren bu otomotiv türleri birçok alandan bizlere fırsat sunsa da henüz bazı eksiklikler söz konusudur. Bu araçların en büyük sıkıntılarından biri şarj istasyonlarının yetersiz olması sebebi ile kullanılan enerjinin şarj istasyonları arasındaki mesafeyi kat etmekte zorlanmasıdır. Bu durumu ortadan kaldırarak sık şarj edilme ihtiyacını azaltan ve tam şarj sonrası kat edilebilecek mesafeyi artıran bir proje tasarlandı. Kendi enerjisini üreten bir araç yapmak mümkün olmasa da en azından gelişen teknoloji ile birlikte araç tekerlerinde piezomalzeme kullanılarak tekerlerde oluşan basınç ve titreşim gibi mekanik kuvvetlerle elektrik enerjisi üretilip depolanabilmesi mümkündür. Araçta bulunan klima, radyo, aydınlatma gibi bataryadan enerji alan bazı sistemlerin tüketeceği enerjiyi araçtaki titreşimlerden elde edilirse elektrikli aracın menzili artırılabilir (Yazıcı, 2018). Projenin temel amacı herhangi bir kirliliğe neden olmadan bir araca güç verebilecek enerjiyi ekonomik bir şekilde piezo elektriksel malzemeler kullanılarak üretilen bir tekerlekten araç enerji ihtiyacını karşılayarak, depolayarak elektrikli araç bataryasına jeneratör sağlamaktır.



Şekil 1.1: Akıllı Araç Tekerleklerin İşlev ve İlkesinin Şematik Diyagramı

Bu projede piezo elektriksel malzemelerin etkileri ve özelliklerinin geliştirilmesi ile, elektrikli araçların basınç ve kuvvetine karşı deforme olmadan sürekli bir akım üretebilme yeteneği kazandırılan araç tekerleği formunda yol tutuşu iyi derecede olan kauçuk malzemesi ile yeni bir tekerlek ortaya çıkararak, bu tekerleğin hareket halinde enerjisini bir jeneratöre (aküye) depolaması ile batarya bittiğinde alternatif batarya desteği olarak kullanılması tasarlanmıştır. Oluşturulacak ürün hem daha verimli hem de depolanması daha kolay ve eldesi devamlı olan elektrik enerjisi üretiminin sağlarken teknolojinin gelişimi, ülke ekonomisi ve gelecek bilimsel projelere ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Piezo malzemeler, enerji depolama, çevre dostu, mekanik enerji.

3. Çözüm

Elektrikli araçların gidebileceği toplam menzilin sınırlı olması, şarj istasyonlarının yetersiz olması gibi sorunların giderilmesi için batarya desteği alternatif bir enerji üretimi kullanılmalıdır. Bu enerjinin eldesi esnasında aracın hareket halindeki durumları göz önüne alınırsa deformesi zor ve sürekli üretim halinde olan bir enerji üretim türü olmalıdır. Klima, radyo, aydınlatma gibi bataryadan enerji alan bazı sistemlerin tüketeceği enerjiyi karşılayabilmek için elektrikli araç bataryasına jeneratör sağlanarak batarya veriminin artması, sürekli şarj ihtiyacının ortadan kalkması ve elektrik enerjisi tasarrufu sağlanabileceği düşünülmüştür. Bu projede, araç içi bir üretim sağlamanın en verimli olan üretim şekli olduğu göz önüne alınarak; nano piezo malzemenin araç hareketi ile dışarıdan uygulanan basınç miktarının orantılı olarak elektrik enerjisi üretme potansiyelinden faydalanma fikrini öne sürülmüştür. Böylece iklim koşullarından etkilenmeyen, kullanılması ergonomik olan, düşük maliyette ve devamlı edesi sağlanabilen, elektrikli araçların bataryalarına katı sağlayacak ek bir enerji deposu sağlayacak olan yenilenebilir enerji sistemleri arasında bulunan piezoelektrik malzemenin elektrikli araç tekerlerinde kullanılması ile enerji sorunların çözülmesi öngörülmüştür. Mekanik ve sıcaklık sınırları olan piezo elektriksel malzemeler nano boyutta, araç tekerlek malzemesi olan kauçuğa entegre edilerek oluşan kompozitte tekerlek içerisinde herhangi farklı ek bir sisteme ihtiyaç duyulmaksızın enerji üretilecektir.



Şekil 3.1: Yapımı Planlanan Prototip Mekanizması

Planlanan proje için oluşturacağımız prototip ile bu çözümü görsel hale getireceğiz. Piezoseramik malzeme olan $BaTiO_3$ (BaryumTitanat) üretimini gerçekleştirdikten sonra kendimiz üretimini 3D printer ile gerçekleştireceğimiz araç tasarımımızın tekerleklerine entegre ederek prototipi tamamlamış olacağız. Proje ve tasarım geliştirilmesi ile sadece elektrikli araçlar için oluşan sorunları değil elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan ve piezo etkinin olduğu her yerde kullanılarak hayatı kolaylaştırılması öngörülmektedir.

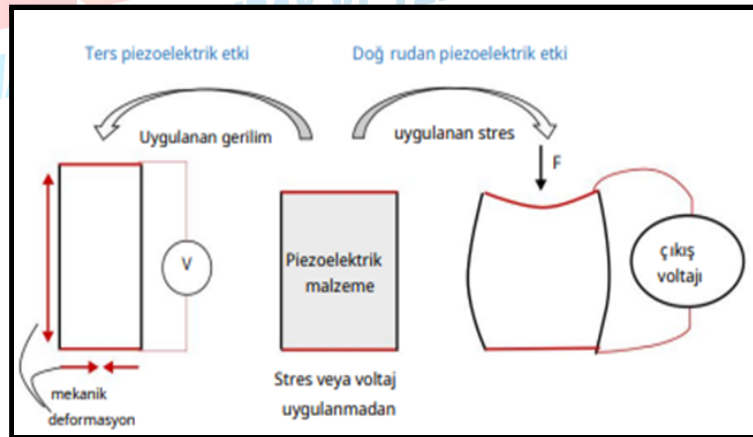
4. Yöntem

4.1:Piezoelektrik Malzemenin Tarihi

Pierre ve Jacques Curie kardeşler ,1880 yılında kuvars, turmalin ve rochelle tuzu üzerinde yaptıkları deneylerde piezoelektrik özeliği bulmuşlardır. Piezoelektrik malzemelere ilk kez Alman fizikçi Wilhelm G. Hankel sıkıştırmak ya da basmak anlamında 'piezoel' veya 'piezein' ismini vermiştir. Gabriel Lippmann, 1881 yılında dolaylı-ters piezoelektrik etkiyi keşfetmiştir (Yazıcı, 2018). Birinci Dünya Savaşı 1943 yılında ABD, Japonya ve Sovyetler Birliği'ndeki araştırmacılar Perovskit yapıda olan baryum titanat ($BaTiO_3$) bulmuşlardır. Jaffe ve arkadaşları 1954 yılında baryum titanattan daha üstün özelliklere sahip PZT (Kurşun-Zirkonat-Titanat) malzemesini ve Kawai 1969 yılında polimer yapılı piezoelektrik özellik gösteren poliviniliden diflorür (PVDF) malzemeyi bulmuştur (Türker, 2009).

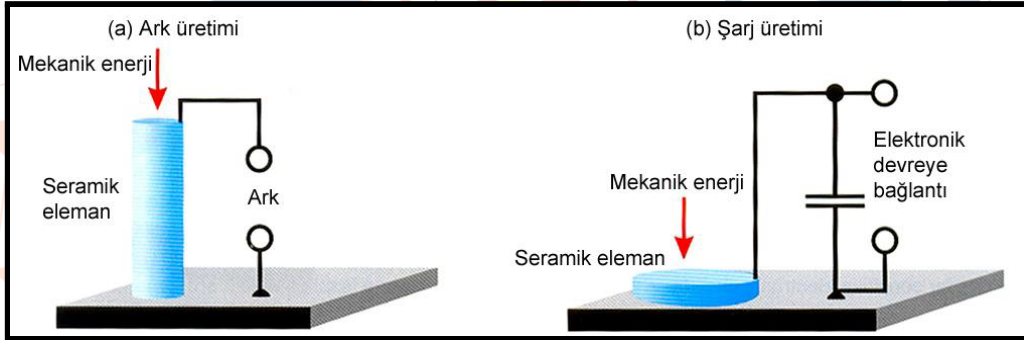
4.2:Piezoelektrik Malzeme

“Piezo” kelime olarak Yunancadan türetilmiş olup sıkıştırmak, basınç uygulamak, basınç anlamına gelmektedir. Piezoelektrik malzemeler elektrik enerjisini mekanik enerjiye, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirme özelliğine sahip malzemelerdir. Piezoelektrik etki, piezoelektrik malzemelerden elektrik üretme mekanizmasına denir. Simetri merkezi olmayan polar yapılardan oluşan kristal malzemeler piezoelektrik özellikler gösterecektir. Piezoelektrik etki tarihsel olarak doğrudan ve ters piezoelektrik etki olarak ikiye ayrılır. En genel ve basit bir ifade ile piezoelektrik malzemenin mekanik bir enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmesine doğrudan piezoelektrik etki, elektrik enerjisini mekanik harekete dönüştürmesine ters piezoelektrik etki denir. Piezoelektrik bir malzemeye polarizasyon doğrultusunda mekanik basınç uygulandığında elektrik potansiyel oluşmasına yani mekanik gerilme sonucu elektriksel polarizasyon olmasına doğrudan piezoelektrik etki denir. Doğrudan piezoelektrik özellik algılayıcılarda ve dönüştürücülerde yani jeneratör durumunda kullanılır. Ters piezoelektrik etki aktüatörlerde, eyleyicilerde yani motor olarak kullanılır. Piezoelektrik malzemeler ferroelektrik yapıyı içerir. Farklı metaller, oksitler ve tuzlarla sentez gibi bazı özel mekanizmalarla üretilebilirler. Piezoelektrik teknolojisi, tıp alanı, makine mühendisliği uygulamaları, otomotiv sektörü ve yarı iletken teknolojisi gibi yüksek teknoloji pazarlarında, jeneratörler, sensörler, aktüatörler ve dönüştürücüler gibi çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. (Büyükkeskina İ, 2019).



Şekil 4.2.1: Piezo Etki Şematığı

Piezoelektrik malzemeler yapısal özelliklerine göre kesin olarak dört farklı kategoriye ayrılabilir: tek kristaller, seramikler, polimerler ve bunların kompozitleridir (João Nunes-Pereira, Piezoelectric Energy Production, 2018). Tek kristaller, seramik kristallere kıyasla daha iyi piezoelektrik özelliklere sahiptir. Öte yandan, piezoseramiklerin üretilmesi tek kristallerden daha kolay ve daha ucuzdur. Piezoelektrik seramiklerde kurşun zirkanat titanat (PZT) ve türevleri ile baryum titanat (BT) en çok kullanılan ferroelektrik ve piezoelektrik seramik malzemelerdir. Aktüatör ve jeneratör uygulamalarında bu tür malzemeler tercih edilir. Toz şeklindeki seramik malzemeden disk, silindir, plaka veya ince film olarak istenilen şekilde üretilebilir ve uygulanabilir (Yazıcı, 2018). PZT'nin dielektrik sabiti ve Küri sıcaklığı yüksektir. PZT'ye katılan Ba, Sr, Ca, La vs. gibi elementler ile Küri sıcaklığı, duyarlılıkları ve dayanımları gibi piezoelektrik özelliklerinin iyileşmesine olanak sağlamakta (Türker, 2009). Kimyasal formülü $BaTiO_3$ olan baryum titanat tetragonalperovskit yapıda ferroelektrik bir malzemedir. Piezoelektrik kristallerin çok bilinenleri kuvars, rochelle tuzu ve turmalindir. Piezoelektrik polimerler, yapı bakımından amorf ve kısmi kristalin olmak üzere iki farklı halde bulunurlar. Polimerlerin piezoelektrik özelliği polimerin kristalin alan miktarına bağlıdır. İlk keşfedilen piezoelektrik özellikli polimer PVDF (Polivinilidinden Florür)'dir. PVDF/TrFE, poliüre, PAN, PVD, PVC, poliamid'de piezo polimerlerdendir (João Nunes-Pereira, Piezoelectric Energy Production, 2018). Polimer piezoelektrik malzemeler seramiklere göre mekanik olarak esnek olduğu için seramiklere göre enerji hasadında daha uzun ömürlü ve yüksek titreşimlerde daha dayanıklıdır. Seramik esaslı piezoelektrik malzemelerin ve polimer esaslı piezoelektrik malzemelerin avantajlı yönlerinden faydalanmak için kompozit yapıları daha üstün özellikli piezoelektrik malzemeler geliştirilebilir. Piezokompozit malzeme üretmenin amacı elektriksel, mekaniksel, kimyasal, fiziksel ve diğer özellikleri yönünden hem seramik hem de polimer malzemelerden daha üstün bir malzeme elde etmektir. Piezoelektrik olmayan ana matris polimerler, örneğin kauçuklar, ısıyla sertleşebilen epoksiler ve akrilikler ile piezoelektrik özellikli seramiklerle yapılan kompozitler başarılı olmuştur (Yazıcı, 2018).



Şekil 3.1: Pizoseramikten Ark ve Enerji Üretim Prensibi

4.3: Piezoelektrik Malzeme Seçimi

Piezoelektrik malzemelerin kullanım amacına ve çalışma şartlarına uygun malzemeyi seçmek için piezoelektrik katsayılar, piezoelektrik özelliklere ve malzemenin elektriksel-mekanik özelliklerine bakılır. Piezoelektrik katsayılar, i ve j olarak gösterilen çift alt simgelerle gösterilir. Bu alt indisler elektriksel ve mekanik ifadeleri birbirine bağlar. Uygulanan voltaj veya elektrik deplasmanla ilişkili elektrik alanının yönünü „ i ” simgesi gösterilir. Mekanik gerilimin veya gerinimin yönü ise „ j ” ile ifade edilir. Piezoelektrik katsayılar malzemeye göre değişir. Her malzeme için farklı piezoelektrik katsayılar bulunmaktadır. Piezoelektrik katsayılar piezoelektrik performansı tanımlar. Piezoelektrik malzemelere ait önemli sabit katsayılar şunlardır; Piezoelektrik Gerinim (Yük) Katsayısı (d_{ij}),

Piezoelektrik voltaj katsayısı (Piezoelektrik gerilim katsayısı) g_{ij} , Elastik Uyum Sabiti ve Elastik Dayanım (Rijitlik) Sabiti, Elektromekanik Bağlanma Katsayısı (k), Piezoelektrik Malzemelerde Küri Sıcaklığı T_c 'dir (Yazıcı, 2018).

Tablo 4.3: En Çok Bilinen Piezoelektrik Malzemeler İçin Piezoelektrik Sabitler (Esterly 2002)

Malzeme	Cinsi	d (pC/N)	g (Vm / N.10 ⁻³)
Kuartz	Kristal	2,3	50
Baryum Titanat	Seramik	191	12,6
PZT-4	Seramik	289	25,9
PVDF	Polimer	-33	-339

Lastik içerisinde kullanılacak olan piezomalzeme, üzerine etki eden sürekli kuvvetlere dayanıklı ve uzun sürüş mesafesinde lastikte oluşan yüksek sıcaklıklara dayanabilecek, ekonomik olarak elde edilebilecek bir malzeme olmalıdır. PVDF (Polivinilidin Florür) elemanlarının daha esnek olması, çıkış gücünün kalitesinde bozulma olmaksızın PZT'den daha fazla deformasyon döngüsü sağlama potansiyeline sahiptir (Noaman Makki, 2011). Enerji hasadı için piezoelektrik malzemelerin kullanımıyla ilgili en önemli faktör maliyettir; PZT elemanları, birim alan veya maliyet başına daha yüksek güç çıktıları nedeniyle daha büyük bir getiri sunar (João Nunes-Pereira, Piezoelectric Energy Production, 2018). PZT seramikleri kurşun ve kurşun oksit içerdiği için çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı çalışmamızda kurşun içermeyen ve piezoelektrik özellikleri en iyi malzeme olan BaTiO₃ (Baryum Titanat) tercih edilmiştir. Baryum titanat kurşun içermediği gibi kimyasal ve mekaniksel olarak kararlı olması, yüksek dielektrik sabiti ve düşük dielektrik kaybı nedeniyle kapasitör, aktuatör, optiksel hafıza, enerji depolama aygıtları gibi birçok uygulamada yaygın olarak tercih edilmektedir (Türker, 2009).

4.4: BaTiO₃ (Baryum Titanat) Üretimi

Avcıata, O., nano boyutlu BaTiO₃ tozlarını tablo 4.4'te verilen kimyasal maddeleri kullanarak sol-jel ve hidrotermal yöntem ile sentezlenebileceğini göstermiştir. 0,1 mol Ba(OH)₂.8H₂O alınarak manyetik karıştırıcı yardımıyla 22,5 ml saf su içinde reflüks edilerek çözdürmüştür. 0,1 mol Ti(OPri)₄, 50 ml 2-propanol içine koyularak karıştırmıştır. Bu iki karışım, birleştirilerek sürekli karıştırılmış ve elde edilen çözeltinin bir kısmı sol-jel prosesi için ayrıldı. Ba(OH)₂ ve Ti(OPri)₄ kullanılarak sol-jel prosesi ile edilen tozun 600°C'de ısıtılmasına tabi tutulması ve formik asit ile yıkanması ve sonucu saf BaTiO₃ tozu sentezlenmiştir (Avcıata, 2019).

Tablo 4.4: Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler (SEQ Tablo* ARABIC I (Avcıata,2019))

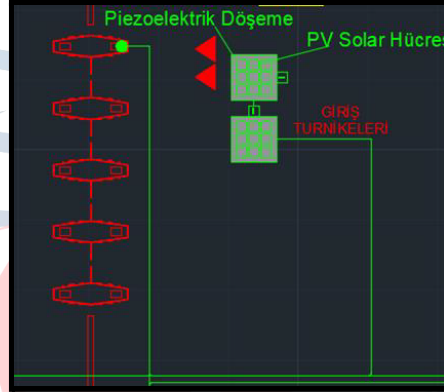
Kimyasal Adı-Üretici	Kimyasal Formülü	Safılık
Baryum Hidroksit-Merck	Ba(OH) ₂	%100
Etanol-Merck	C ₂ H ₅ OH	>%99,5
Saf Su-Millipore	H ₂ O	%100
Formik Asit-Merck	HCOOH	%99
Ti izopropoksit-Merck	Ti(OPri) ₄	%99

Tablo 4.5: Sol-Jel Hidrotermal Yöntemle Sentezlenen Farklı Kompozisyonlardaki BaTiO₃ Tozlarının Kısa İsimlerinin Gösterilişi

Kompozisyon Adı	Kısa ismi
Ba(OH) ₂ + Ti(OPri) ₄ Sol-Jel tozu	Ba(OH) ₂ + Ti izo SJ
Ba(OH) ₂ + Ti(OPri) ₄ Hidrotermal tozu	Ba(OH) ₂ + Ti izo HT

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Yeni dünyada yenilenebilir enerji teknolojileri en gözde teknolojilerdir. Buna bağlı olarak elektrik enerji ihtiyacı arttıkça da üretim teknolojilerinde farklılıklar ve yenilikler karşımıza çıkmaktadır. Enerji eldesinde ise kolay ulaşım, yüksek verim, depolanabilirlik özellikleri tercih edilir. Piezoelektriksel malzeme de elektrik enerjisi üretimde üstün özelliklere sahiptir. Birçok alanda kullanılmaya başlanmış olsada henüz araştırma ve geliştirme aşamasındadır. Piezoelektriksel malzeme kullanılarak elektrik üretimi sağlanan binalar, otoyolları, devlet daireleri, ayakkabılar, metro istasyonları bulunmaktadır. Bunlar basit şekilde sensör geliştirme ile elde edilen enerji eldesidir.



Şekil 5.1: Sabiha Gökçen Havalimanı İle Kurtköy Arasında Bulunan Teknopark Metro İstasyonu Girişi Piezo Malzeme Döşeme Şematığı



Şekil 5.2 : Wisconsin ve Madison Üniversitesi'nin Ortak Çalışmasıyla Geliştirilen InStep NanoPower Sistemli Günde 10 kW'a Üretim Yapan Ayakkabı

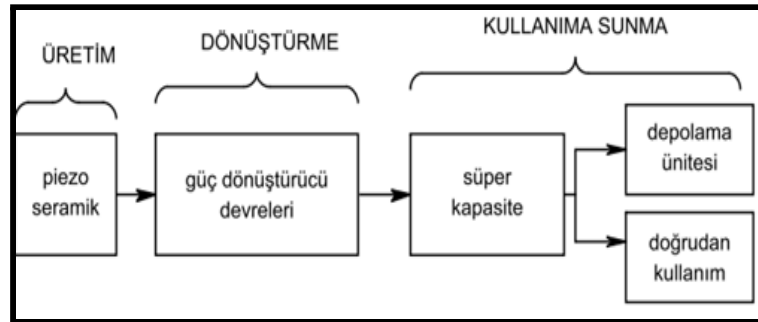
Her ne kadar kullanımı artmış olsada henüz elektrikli araçlar için bir çalışma yapılmamıştır. Projemizde piezo malzeme üzerinde çalışmalar yapılarak sabit alanlardan çok kuvvetli hareketli alanlara uygun hale getirilmeye çalışılacak. Böylece piezo elektriksel tekerlek üretimi ile elektrikli araçların bataryasına enerji desteği sağlayacak jeneratör üretimi düşündük. Elektrikli araçların tekerlerinde kullanılacak olan nanopiezo elektriksel malzeme ile üretilen enerjinin tasarlanan jeneratöre depolanması sayesinde batarya veriminin artması, sürekli şarj ihtiyacının ortadan kalkması ve yetersiz şarj seviyesi gibi acil durumlarda şarj istasyonuna gerek duyulmaması planlanmaktadır. Ayrıca elektrikli araç şarj maliyeti bakımından, akaryakıtlı araçlardaki benzin ve mazot tutarına göre büyük bir tasarruf sağlar. Petrol ürünlerinde ülkelerin dışa bağımlılıklarını azaltarak, sadece kişisel bazda değil ulusal olarak da ekonomiye katkıda bulunuyor.

6. Uygulanabilirlik

Türkiye otomotivde dönüşüm projesi ile 30'u aşkın ülkeyle beraber en geç 2040'a kadar sıfır emisyonu geçiş sözü verilmiştir. Böylece hem vatandaş hem de otomotiv sektörü için dönüm noktası olan karar kapsamında, 2040'tan itibaren kullanılmaya devam edilen benzinli veya dizel araç satılmayacaktır. Zaten fiyatların döviz cinsinden olması ve yakıtta gelen zamlar, ülkelerin gelecek stratejilerinde elektrikli araçlara yönelmesine sebep olmuştur. Bu uygulamayla da elektrik enerjisine olan ihtiyaç ile birlikte üretim yetersizliği çekileceği düşünülmektedir. Zaten halihazırda yaşanan batarya üretim sorunları ve kısıtlı elektrik enerjisi üretimi için alternatif yollara başvurmaya yönelmektedir. Piezoelektrik malzemelerde, enerjiye olan talep sürekli arttığı için yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak araştırmacıların ve girişimcilerin ilgisini çekmektedir. (Yazıcı, 2018) Proje ile birlikte nano piezo elektriksel malzemelerden aracın titreşim hareketi ve basınç kuvvetini elektrik enerjisine çevirme özelliğinin kullanarak bu sorunları ortadan kaldırmayı planlanmaktadır. Sadece tekerleğin hareket enerjisini ve aldığı kuvvetleri elektrik enerjisine çevirerek yenilenebilir enerji ile jeneratör ürettikten sonra bunu araçlarda kullanarak çevre dostu, yenilenebilir enerji teknolojisi oluşturmuş olacağız. Böylece elektrikli araç üretiminde rol alan firmaların tercih edebileceği verimli ve karlı bir pazar oluşacaktır. Ticari yönü oldukça geniş olan sadece ulusal değil uluslararası alışverişi canlandırıp, enerjide dışa bağımlılığı azaltacağı planlanmaktadır. Projede sonrası geliştirilen piezo malzemenin kendine özgü enerji üretimi alanında da bir pazar oluşturması söz konusudur. Böylece bir çok alanda kazanılan kar ile teknolojik gelişme de sağlanmış olacaktır.

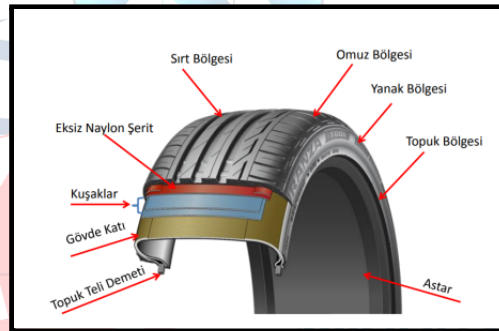
Piezoelektrik malzemelere basma, titreşim gibi kuvvetlerin etki etmesi durumunda piezomalzeme yapısındaki pozitif yükler bir tarafta, negatif yükler bir tarafta toplanır. Bu kutuplaşma sayesinde seramiğin iki kutbu arasında potansiyel fark oluşur. Böylece elektrik enerjisi üretilmiş olur. Piezoelektrik malzemelerle araçlardaki motordan, lastiklerden, süspansiyon sisteminden, lastiklerin tümsekler ve çukurlar üzerinde sürerken, hızlanmanın yanı sıra frenleme sırasında dalgalanmalar ve titreşimler oluşturması ile her türlü mekanik titreşimi elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Piezoelektrik malzemeler, kapasitörler gibi elektronik devrelerde elektrik akımını depolama imkânı sağlar. Mevcut piezoelektrik malzemelerle elektrik enerjisi elde etmek veya piezoelektrik malzemelerle akü enerji depolamak mümkündür (EyyüpAslan).Piezo elemanlardan basma sırasında pozitif gerilim, çekme sırasında ise negatif bir gerilim elde edilmektedir. Piezo eleman her tek yönlü mekanik

etkide DC bir gerilim üretse de toplamda pozitif ve negatif olarak çıkış alındığı için çıkış sinyali AC bir gerilimdir. Bu nedenle elde edilen gerilimden DC seviye elde edilmesi için doğrultulup regüle edilmesi gerekmektedir (Elif Ordueri, 2018).



Şekil 6.1: Önerilen Dönüştürme Sistem Ana Yapısı

Pandey A., ve arkadaşları, Tata Nexon EV lastiği üretiminde PZT-5A piezoseramik kullanarak piezo etki ile elde edilen elektrik enerjisinin depolanmasını araştırmıştır. Piezo Seramiğin kırılğan olması ve tekerde oluşacak olan sürekli yüklere ve yüksek sıcaklıklara dayanması için polyamid, polisülfon gibi malzemelerle ambalajlama yapmışlardır. Lastik yapmak için kullanılan çok çeşitli malzeme vardır. Temel malzemeler şunlardır: aşınma direnci için karbon siyahı, ıslak yolda kısa durma mesafesi sağlayan yüksek kaliteli bir malzeme olarak silika, lastik sırtındaki önemli malzemelerden biridir.

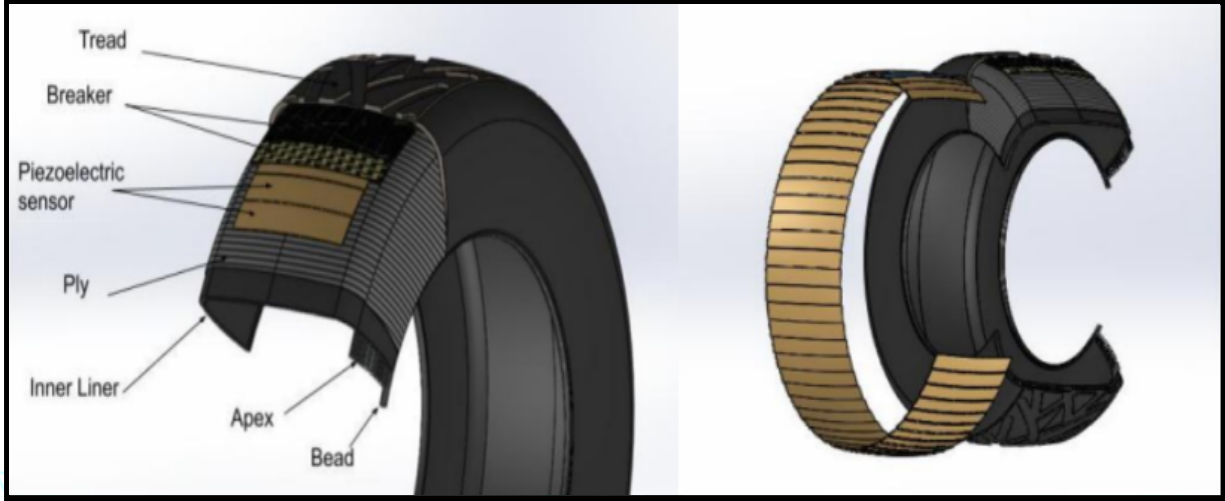


Şekil 6.2: Araç Tekerleği Katmanları

Lastiklerde farklı katmanlar vardır ve her katmanın işlevi farklıdır. Piezomalzeme katkılı lastik üretim sürecinde ilk katman bir iç astar ve ardından boncuk ve yanlarda apeks olan bir kat katmanı olacaktır. Bu katmanlar makineye yerleştirildikten sonra, piezoelektrik sensör katmanı, katın üzerine yerleştirilecektir. Kablo bağlantısı lastiğin içinde gizlenmiş ve iki kat kırıcı, ardından kapak katı ve sırt katmanı da eklenerek vulkanizasyon işlemi ile sıcaklık nedeniyle, lastiğin içindeki tüm katmanlar bir olur. Sıcaklık aralığı 170 -200 derece C arasındadır ve yaklaşık 10 dakika 22 bar basınçtır.

Piezoelektrik sensörlerin konumu tekerleğin dış yüzeyinin 20 mm altında ve optimum kalınlıkta seçilmiştir. PZT üniteleri paralel bağlanır. PZT ünitesinden gelen çıkış, pili şarj etmek için kullanılmayan AC'dir. Bu nedenle, AC'yi DC'ye dönüştürmek için bir Tam Dalga Doğrultucu kullanılmıştır. Araç 80 km/s hızla sürüldüğünde 1 saat içindeki güç çıkışı 89.8627 Wh elde edilmiştir. Pandey A., ve arkadaşları çalışmasında mekanizmanın herhangi bir araca

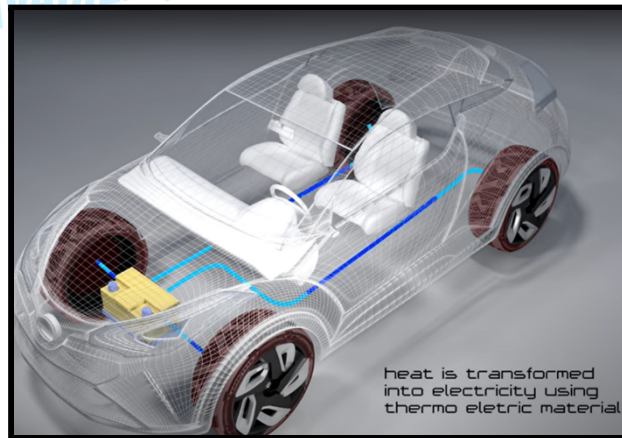
tam olarak enerji vermek için gereken enerjiyi üretecek kadar verimli olmadığını, ancak aynı menzili artırmak için kullanılabileceğini kanıtıyor. Bu mekanizma, elektrikli araçların geleceğinde devrim yaratabilecek geniş uygulamalara sahiptir. Çalışma aynı zamanda piezoelektrik için malzeme seçimindeki ilerlemelere duyulan ihtiyacı da doğrulamaktadır (Aditya Pandey, 2020).



Şekil 6.3: Araç Tekerlerine Piezo Malzeme Modülleri Montajı- Montaj Patlama Görünümü

Goodyear adlı firma, lastiklerde kullanılan piezo malzeme ile elektrik enerjisi üretebilen kod adı BH03 olan bu lastiği Cenevre Otomobil Fuarı'nda tanıtmıştır. BH03 konsepti termo-piezoelektrik materyaller sayesinde dururken veya hareket ederken enerji üretebiliyor. Ayrıca ultra siyah malzemeden üretildiğinden, maksimum güneş ışığını absorblayarak ısıyı elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Tekerde kullanılan malzemenin piezoelektrik özelliği ile lastiğin sürüş sırasında deforme oluşundan enerji elde etmeye olanak sağlar. Ayrıca lastiğin aşırı ısınmaya karşı korunması için yan duvarlarda bir soğutma sistemi de tasarlanmış (Sezgin, 2015).

(Copyright (C) Gerçek Bilim kaynağını göstermeden paylaşmak ve yayınlamak yasaktır, <https://www.gercekbilim.com/goodyear-dan-elektrik-ureten-lastik-konsepti/> .)



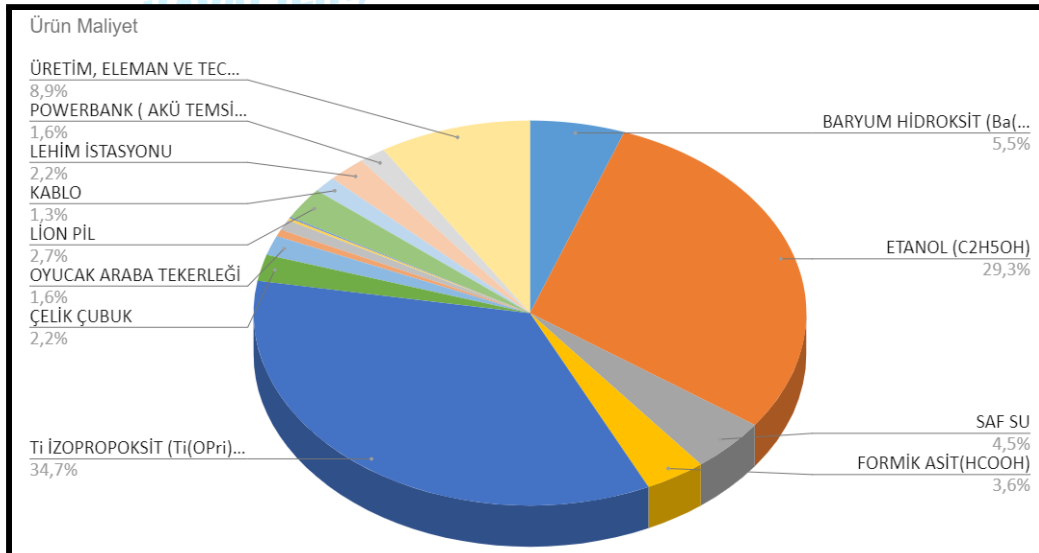
Şekil 6.4: Goodyear Firmasının Tasarladığı Piezo Malzeme Kullanılan Araç

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 1.7.1: Proje Tahmini Maliyet Tablosu

PROTOTİP ARAÇ ÜRETİMİ			
HAMMADDE	HAMMADDE ÖZELLİK	MİKTAR	FİYAT
BARYUM HİDROKSİT (Ba(OH) ₂)	-	250 gr	₺ 124,61
ETANOL (C ₂ H ₅ OH)	-	2.5 L	₺ 659,60
SAF SU	-	5 L	₺ 101,56
FORMİK ASİT(HCOOH)	-	1 L	₺ 80,00
Ti İZOPROPOKSİT (Ti(OPri) ₄)	-	100 mL	₺ 780,85
ÇELİK ÇUBUK	AISI 304 Paslanmaz Çelik	500mm*6mm	₺ 50,00
OYUCAK ARABA TEKERLEĞİ	40mm	4 adet	₺ 37,00
TEKERLEK BAĞLANTI SİSTEMİ	-	-	₺ 13,00
PIEZO DİSK ELEMENT	27mm	3 Adet	₺ 20,00
KONDANSATÖR	1000uF 25V	2 Adet	₺ 4,00
DİYOT	1N4007 - 1000 V 1 A Aksiyel Tipli Diyot Paketi	10 Adet	₺ 3,00
LİON PİL	Orion 103450 3.7V 2000mAh Şarj Edilebilir Lityum Polimer PİL Bms	1 Adet	₺ 60,00
KABLO	-	1m	₺ 30,00
LEHİM İSTASYONU	Havya elektrikli ayarlanabilir sıcaklık kontrollü havya s 60W lehim istasyonu	1 Adet	₺ 50,00
POWERBANK (AKÜ TEMSİLEN)	Wozlo 3000 mAh Gümüş Powerbank Taşınabilir Şarj Cihazı	1 Adet	₺ 35,00
ÜRETİM, ELEMAN VE TECHİZAT	-	-	₺ 200,00
		TOPLAM	₺ 2.248,62

Tablo 1.7.2: Proje Tahmini Maliyet Dilimi



Tablo 2.7.1: Proje Zaman Planlama Tablosu

AKSİYON	BİTİŞ TARİHİ	DURUM	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ
Proje Başlangıcı	1.02.2022	Tamamlandı						
Problem Analizi	7.02.2022	Tamamlandı						
Hipotez Oluşturma	14.02.2022	Tamamlandı						
Litaratür Taraması	21.02.2022	Tamamlandı						
Yarışma Başvuru	28.02.2022	Tamamlandı						
Ön Değerlendirme Raporlanması	8.03.2022	Tamamlandı						
Olası Tasarımın Belirlenmesi	28.03.2022	Tamamlandı						
Yöntemlerin Belirlenmesi	20.04.2022	Tamamlandı						
İhtiyaç Belirlenmesi	4.05.2022	Tamamlandı						
Proje Detay Raporlanması	11.05.2022	Tamamlandı						
Malzeme Tedariği	12.06.2022	Devam Etmekte						
Prototip Üretimi	19.06.2022	Tamamlanmadı						
Piezo Malzeme Üretimi	24.06.2022	Tamamlanmadı						
Prototip Montaj	26.06.2022	Tamamlanmadı						
Deney - Analizler ve Olası Sorunların Çözümü	3.07.2022	Tamamlanmadı						
Son Ürün Sunumu	5.07.2022	Tamamlanmadı						

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Geliştirilen sistem genel anlamda elektrikli araç üretimi sağlayan firma ve bu firmalara elektrikli ürün tedarikçisi olan firmaların tamamına hitap etmektedir. Aynı zamanda teknolojik alanda gelişime açık olan bir ürün olmasından dolayı üniversite ve araştırma geliştirme merkezlerinin de dikkatini çekeceği planlanmaktadır. Bununla beraber sistemin üzerine konularak her alanda kullanılabilir hale gelmesi ile çeşitli kullanıcılar tarafından (Ev ve işyeri cihazları, fabrika makineleri, tarım araçları), yani elektrik enerjisi ihtiyacı olan tüm alanlarda kullanılacaktır.

Olası Hedef Kitesinde Katılabilecek Bazı Firmalar :

- 1) Nissan(Leaf 2.0)
- 2) Jaguar (I-Pace)
- 3) Tesla (Model 3)
- 4) Volkswagen (e-Golf)
- 5) Porsche (Mission E)
- 6) Chevrolet (Bolt EV)
- 7)ZY (Elektrikli Traktör)

9. Riskler

Tablo 4.9.1: Risk Hesaplama ve Yönetimi Tablosu

RİSK DEĞER SIRALAMASI	RİSK AÇIKLAMASI	RİSK YÖNETİMİ (B PLANI)
DÜŞÜK DERECE	Kaynak teymininde sorun yaşanması	Kaynakların tamamı ulaşılabilir ürünlerdir. Teymini esnasında yaşanan sorunu bir başka satıcı ile iletişime geçilerek çözümlenecektir.
DÜŞÜK DERECE	Üretim esnasında hesaplama hatasının yapılması	Malzeme tedarik planı, üretim esnasında oluşabilecek hataları planlayarak yedekli şekilde yapıldı. Yaşanan bir sorun olursa yedek malzeme ile tekrar denenebilecektir
ORTA DERECE	Üretim sonrası deney ve analizde prototip arızalanması	Prototip arızası çözümü hızlı veya geri dönüşü olmayan bir durum ise prototip baştan yapılabilir. Zaman ve malzeme planlaması arızalanma göz önüne alınarak yapılmıştır.
YÜKSEK DERECE	İhtiyaç duyulan teknik donanımın arızalanması	Teknik donanımlarda arıza olması durumunda, arıza giderilene kadar okulumuz bünyesinde bulunan diğer teknik cihazlar kullanılabilir.



10. Kaynakça

- Yıldırım E. , Piezoelektrik Malzemeler ve Nanogeneratörler,
- <https://malzemebilimi.net/piezoelektrik-ve-malzemeler-ve-nanogeneratörler.html>, 9Mayıs2022.
- Bayram B. , Elektrikli Otomobil ve Çalışma Prensipleri, <https://www.tehad.org/2021/04/27/elektrikli-otomobil-ve-calisma-prensibi/> , 9Mayıs2022.
- Sürmeli B., Akçay T. ve Çalışır A., Metro İstasyonlarında Piezoelektrik Malzeme Kullanarak Elektrik Enerjisi Üretilmesi, E-ISSN: 2667-792X, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 2020,1-6.
- Aslan E., Bilgin Z. ve Erfidan T., Piezoseramik Malzemelerle Elektrik Enerjisi Üretimi ve Depolanması, ISSN:2147-3455, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 2, 67-76.
- <https://shura.org.tr> , 9Mayıs2022.
- Türker Ö., Pzt/Polimer Esaslı Aktif Titreşim Kontrolüne Uygun Akıllı Kiriş Tasarımı Ve İmalatı, Haziran 2009, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Tekdaş A., Kurşun Esaslı Ve Kurşunsuz Piezoelektrik Seramik Fiberlerin Üretilmesi Ve Karakterizasyonu, 2011, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Gökçeyrek A., Kurşunsuz Piezoelektrik Çok Katmanlı Seramiklerin Üretimi Ve Karakterizasyonu, 2019, Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- <https://124.im/HIKy3>,Piezoelektrik Çalışma Prensipleri, Perovskit ve Polarizasyon, 9Mayıs2022.
- Kaya Y., Özyazıcı G., Alkoy S., Alkoy E., Kurşun Nikel Niyobat-Kurşun Zirkonat Titanat Seramik Kompozisyonunun Elektriksel ve Elektromekanik Özellikleri ve Dönüştürücü Uygulaması, 2019, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19, 294-301.
- <https://124.im/FztJQ1D> , PZT (kurşun zirkonat titanat) 9Mayıs2022
- Karakullukçu E. Akıllı Telefonunuzu Yürüyerek Şarj Etmenize Olanak Sunan Ayakkabı: InStep NanoPower! , 2016 , <https://124.im/xN54vF> , 9Mayıs2022.
- Dizdar Y., Piezoelektrik Etki: Kemik Ve Kabuğu Biyolojiden Fiziğe Bağlayan Unsur, 17Eylül2014, <https://124.im/IKw9VGT> , 9Mayıs2022.
- Piezoelektrik Seramik Malzemeler Malzeme Sınıflandırması, 4Mayıs2018, <https://124.im/4avIX> , 9Mayıs2022
- A.Dinesh kumar, D., (2015). Renewable Energy Source. Online International Confernece on Green Engineering and Technologies (IC-GET). Ulakbım Uasl - Karadeniz Technical University.
- Aditya Pandey, T. B.,(2020). Energy Generation in Tyres using Piezoelectric Material. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 1178-1182.
- Avcıata, O. (2019). Yaş Kimya Yöntemi ile Nano BaTiO3 Sentezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 265-271.
- Elif Ordueri, A. G. (2018). Piezoelektrik Nanogeneratör ile Enerji Üretimi ve Depolanmasının Deneysel Olarak İncelenmesi. IV. INES International Academic Research Congress (INES), (s. 275-280).
- EyyüpAslan, M. Z. (tarih yok). Piezoseramik Malzemelerle Elektrik Enerjisi. Journal of Advanced Technology Sciences, 66-76.
- İkrım Büyükkeskina, S. A. (2019). Electricity Production from Wind Energy By

- Piezoelectric. Int. Journal of Renewable Energy Development (IJRED), 41-46.
- João Nunes-Pereira, P. C.-M. (2018). Piezoelectric Energy Production. Comprehensive Energy Systems.
 - João Nunes-Pereira, P. C.-M. (2018). Piezoelectric Energy Production. Comprehensive Energy Systems.
 - Noaman Makki, R. P.-I. (2011). Piezoelectric Power Generation In Automotive Tires . Smart Materials, Structures & Ndt In Aerospace. Canada .
 - Sezgin, O. (2015, Mart 12). Goodyear' dan Elektrik reten Lastik Konsepti. www.gercekbilim.com
<https://www.gercekbilim.com/goodyear-dan-elektrik-ureten-lastik-konsepti/> adresinden alındı
 - Türker, . (2009). PZT/Polimer Esaslı Aktif Titreşim. İstanbul Teknik Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü.
 - Yazıcı, M. (2018). Piezoelektrik zellikli, Polimer Nano Kompozit Malzeme Geliştirilmesi Ve Titreşim Sensörü Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Bursa-Uludađ Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstütüsü.

