



Kuvars ve Turmalin Malzemelerinin Piezoelektrik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Behiye BORAN^{1*}, Buse BATUKAN², Aybüke ALTUNBAŞ³, Sezai Alper TEKİN⁴

^{1*} Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3823-3080), behiyeboran@outlook.com

² Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye (ORCID: 0000-0002-1480-2739), busebatukan@outlook.com

³ Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye (ORCID: 0000-0002-9945-8622), altunaybuke0@gmail.com

⁴ Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye (ORCID: 0000-0001-5860-2758), satekin@erciyes.edu.tr

(2nd International Conference on Access to Recent Advances in Engineering and Digitalization (ARACONF)-10–12 March 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.905232)

ATIF/REFERENCE: Boran, B., Batukan, B., Altunbaş, A. & Tekin, S. A. (2021). Kuvars ve Turmalin Malzemelerinin Piezoelektrik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (24), 479-483.

Öz

Piezoelektrik malzemeler günümüzde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemeler uygulanan işlemler sonucunda elektrik sinyallerini harekete veya hareketi elektrik sinyallerine dönüştürme özelliklerinden dolayı akıllı malzemeler grubunda yer almaktadır. Piezoelektriksel etki sergileyen malzemelerin çeşitleri ve etkileri hala araştırılmaya devam edilmektedir. Yapılan deneyin en önemli amacı piezoelektrik malzemelerden elektrik sinyali üretilebilmektir. İstenilen elektrik üretimi yapılabildiği takdirde bu akıllı malzemeler kullanıldığı alanların dışına çıkarak çok büyük etki yaratacaktır. Aynı boyutlara sahip iki malzemenin farklı kuvvet altında ürettiği elektrik sinyali ve bu sinyal değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Piezoelektrik Malzemeler, Kuvars, Turmalin, Akıllı Malzemeler

Comparison Of Piezoelectric Properties Of Quartz And Tourmaline Materials

Abstract

Piezoelectric materials have been used commonly. These materials are included in the group of smart materials due to their ability to transform electrical signals into force or vice versa as a result of the processes applied. The types and effects of materials that exhibit piezoelectric effect are still being researched. The most important purpose of the experiment is to generate electrical signals from piezoelectric materials. If the desired electricity generation can be achieved, these smart materials will go beyond the areas where they are used and have a huge impact. It is aimed to compare the electrical signal produced by two materials with the same dimensions under different strength and these signal values.

Keywords: Piezoelectric Materials, Quartz, Tourmaline, Smart Materials

* Sorumlu Yazar: behiyeboran@outlook.com

1. Giriş

Kuvars, en bol ve en yaygın bulunan değerli taşlardan bir tanesidir. Hem kimyasal hem mekanik ayrışmaya karşı dayanıklı metaformik ve tortul kayalıklardır. En yaygın Brezilya ve Madagaskar'da çıkarılır. Özellikle mavi kuvars yaygın olarak Brezilya'da çıkarılmaktadır. Kuvars malzemelerin formülü SiO_2 olarak ifade edilmektedir. İşlenmemiş olan kuvarslarda %46.5 oranında Si, %53.3 oranında O_2 bulunmaktadır. Mohs sertlik cetvelinde sertlikleri 7, birim hacimlerinin ağırlığı 2.65 gr/cm^3 olarak gözlenmiştir. Aynı zamanda ergime sıcaklıkları $1785 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Yeryüzünde olabildiğince fazla şekilde bulunan minerallerdendir. Katı haldeki saf kuvarslarda temel olarak Al, Ti, Mg, Na ve Li elementleri bulunmaktadır. Yaygın olarak renksiz olmakla beraber geniş bir renk yelpazesi vardır. Renkli halleri sıvı, katı ve gaz kapanımlar şeklinde oluşmuşlardır. Bu kapanımlar; hidrokarbon, NaCl, H_2O ve O_2 gibi minerallerle oluşmaktadır. Kuvars kristalinin erime özelliği yoktur, yalnızca hidroflorik asit ile tepkimeye girerek çözünmektedir. Ayrıca kuvarslar özellikleri bakımından piezoelektrik ve piroelektrik davranış sergilemektedirler [1].

Kuvarslar elektrik ile ilgili alanlarda osilatör olarak tercih edilmektedir. Aynı zamanda eritildiklerinde genişleme düzeyleri çok düşük camlar ortaya çıkmaktadır. Tercih edilmelerinin bir diğer sebebi ise anlık gerçekleşen ısı değişimlerinden etkilenmemeleridir. Kuvars malzemeler piezoelektrik özellikler sergilemektedirler. Kuvars bir malzemeye kuvvet uygulandığında elektrik enerjisi üretmektedirler. Kristal osilatörlerde oldukça yaygın bir kullanımı vardır. Özellikle hassas ölçümlerde kullanılmaktadırlar [2].



Şekil 1. Kuvars Çeşitleri

Turmalin, oldukça pahalı ve yarı değerli olarak bilinen bor kristal madeni olarak bilinir. Çeşitli amaçlarda kullanılan turmalin taşı özellikle estetik görünümüne sahip olması ile takı malzemesi olarak tercih edilmesi ile popülerdir.

Turmalin kristalleri $Na(Mg,Fe,Li,Al,Mn)_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH,F)_4$ şeklinde ifade edilen bir kristaldır. Bu kristallerin sertlikleri 7 ve birim hacimlerinin ağırlıkları $3-3.2 \text{ gr/cm}^3$ olarak görülmektedir. Yaygın olarak yapısındaki kristaller paralel, ışınal ve çizikli olarak karşımıza çıkmaktadır fakat bazen masif yapıda da görülebilir. Çoğunlukla yeryüzünde mavi-siyah, şeffaf, siyah, yeşil ve pembe olarak bulunmaktadır [3]. Genelde takı malzemesi olarak kullanılması ile birlikte Turmalin, mikrofonlarda, titreşim algılayıcılarında, hızölçerlerde, sigortalarında, sonik dönüştürücülerde, kulaklıklarda, sonarlarda ve osilatörlerde kullanılır [4].



Şekil 2. Turmalin Çeşitleri

Piezoelektrik malzemelerle çalışırken önce bu malzemelerin kuvvet uygulandığı zaman yeterli miktarda enerji üretimi gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun sebebi, verimli bir şekilde yeterli miktarda enerji üretimi için, sürekli bir enerji kaynağı olarak yaygın olarak kullanılmamaktadır. Ayrıca piezoelektrik malzemeler kolay taşınması ve sisteme kolay adapte olması sebebiyle avantajlıdır [5,6]. Bu çalışmada, iki farklı kuvars ve turmalin piezoelektrik özellikleri sensör tasarlanması açısından karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler ve Cihazlar

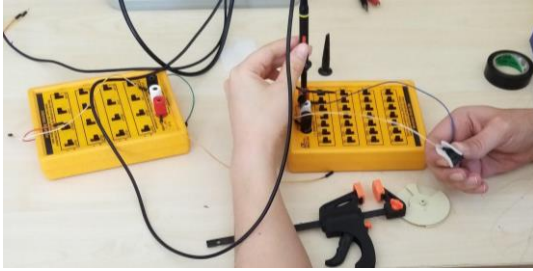
İlk olarak işlem görmemiş kuvars ve turmalin malzemeleri temin edilmiştir. Temin edilen malzemeler boyut olarak büyük olduğundan dolayı üzerlerinde öncelikle kırma işlemi yapılmıştır. Gravür seti ile oldukça düzensiz olan parçalar, dikkörtgenler

prizması geometrisinde ve pürüzsüz olacak şekilde zımparalanmıştır.



Şekil 3. Zımpara ile Taş Şekillendirme

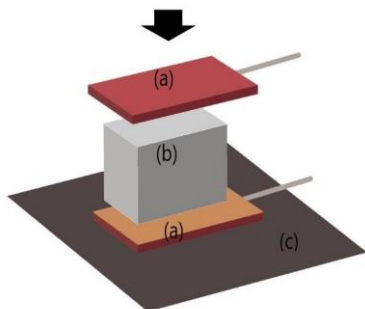
Zımparalama işleminde dikkat edilen ilk husus, oluşturulan parçalarda herhangi sivri bir yüzey bırakmamaktır çünkü sivri kalan kısımlara yük akışı daha fazla olmaktadır. Sivri kenarlarda oluşabilecek bu yük yoğunluğu ölçümleri olumsuz etkileyeceğinden olabildiğinde pürüzsüz ve yumuşak kenarlar oluşturmak amaçlanmıştır. Bu işlemlerin sonucunda 13x12x8 mm ve 20x18x17 mm olacak şekilde iki farklı boyutta kuvars ve turmalin malzemesi elde edilmiştir.



Şekil 4. Osiloskop ile Ölçüm Alma Aşaması

2.2. Deney Aşaması

Deney aşamasında 7,5x10cm büyüklüğünde bakır plaketter temin edilmiştir. Malzemeler ile multimetrenin bağlantısını sağlamak amacıyla bakır plakettere delme işlemi yapılmıştır. Delinen noktalardan iletken tel geçirilerek lehimleme işlemi yapılmıştır. Ardından ölçümü alınacak olan malzeme iki bakır plaket arasına yerleştirilmiştir ve kaymaması için bant ile sabitlenmiştir. Krokodil kısıkaçlar sayesinde lehimlenen tellerin multimetre ile bağlantısı yapılmıştır.

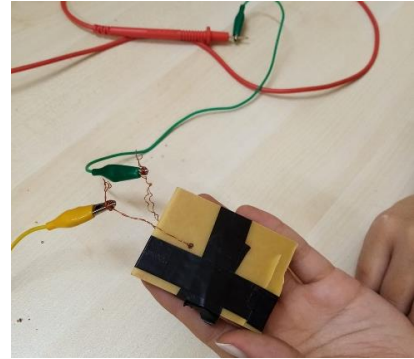
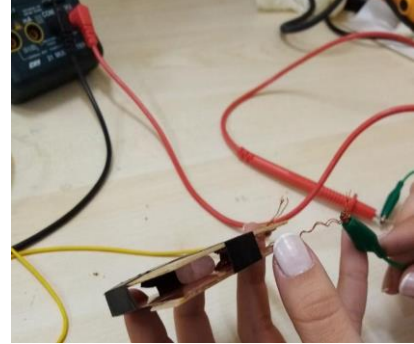


Şekil 5. Deneyin Şematik Gösterimi

Şekil 5'de yapılan deneyin şematik gösterimi verilmektedir. Burada bulunan;

- (a) Bakır Plaket
- (b) Malzeme
- (c) Sabit Yüzey'i göstermektedir.

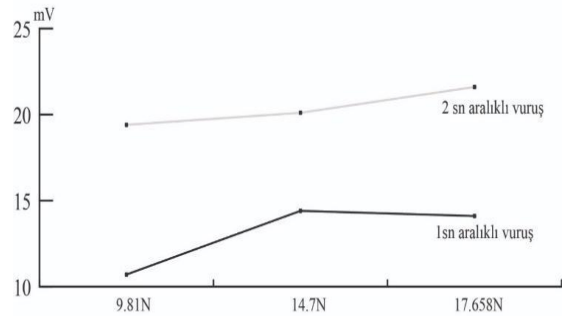
Ölçümü alınacak olan malzemeden doğru ölçümü alabilmek için bakır plaketter arasına malzeme koyulduktan sonra düzenek sabit bir yüzeye bağlanmıştır.



Şekil 6. Deneyin Uygulanması

Deney yapılacak olan düzenek tamamlandıktan sonra 9.8 N, 14,7 N ve 17,658 N ağırlığında farklı kuvve değerleri uygulanmıştır. İlk ölçümlerde kuvvet 10 saniye boyunca birer saniye aralıklarla olacak şekilde uygulanmıştır. İkinci ölçümler ise yine 10 saniye boyunca ikişer saniye aralık olacak şekilde uygulanmıştır.

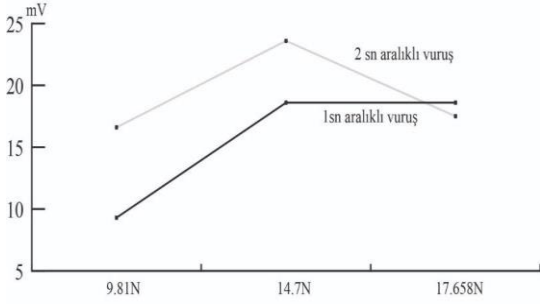
3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma



Şekil 7. Küçük Boyuttaki Kuvars Malzemesi için Farklı Kuvvetlerde Alınan Max Değer Grafiği

13x12x8 mm boyutlarındaki kuvars malzemeye farklı değerlerde kuvvet uygulanmıştır. 1 sn. aralıklı vuruşta max; 9.81 N'da 10.7 mV, 14.7 N'da 14.4 mV, 17.658 N'da 14.1 mV elde edilmiştir. 2 sn. aralıklı vuruşta; 9.81 N'da 19.4 mV, 14.7 N'da 20.1 mV, 17.658 N'da 21.6 mV elde edilmiştir.

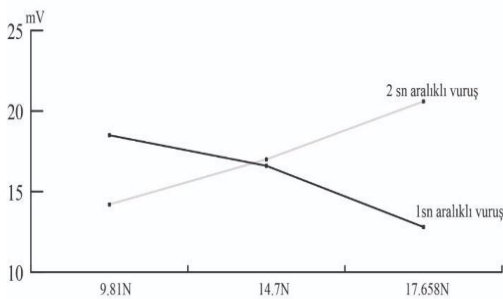
1 sn. aralıklarla kuvvet uygulandığında 9.81 N ve 14.7 N kuvvet altında doğru orantılı arttığı görülmüştür fakat 17.658 N'da 0.3 mV değerinde düşüş görülmektedir. 2 sn. aralıklarla uygulandığında ağırlık ile doğru orantılı bir şekilde arttığı gözlenmektedir.



Şekil 8. Küçük Boyuttaki Turmalin Malzemesi için Farklı Kuvvetlerde Alınan Max Değer Grafiği

13x12x8 mm boyutlarındaki turmalin malzemeye farklı değerlerde kuvvet uygulanmıştır. 1 sn. aralıklı vuruşta; 9.81 N'da 9.3 mV, 14.7 N'da 18.6 mV, 17.658 N'da 18.6 mV elde edilmiştir. 2 sn. aralıklı vuruşta; 9.81 N'da 16.6 mV, 14.7 N'da 23.3 mV, 17.658 N'da 17.5 mV elde edilmiştir.

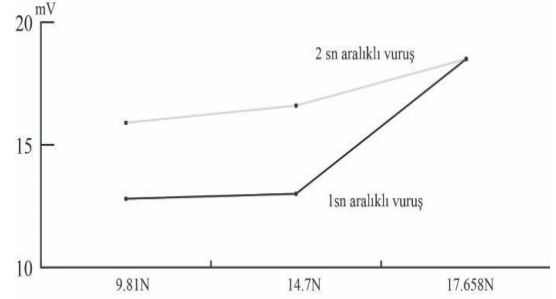
1 sn. aralıklarla kuvvet uygulandığında 9.81 N ve 14.7 N kuvvet altında doğru orantılı arttığı görülmüştür fakat 17.658 N'da sabit olarak devam ettiği görülmektedir. 2 sn. aralıklarla kuvvet uygulandığında 9.81 N ve 14.7 N kuvvet altında doğru orantılı arttığı görülmüştür fakat 17.658 N'da 5,8 mV azalış gözlemlenmektedir.



Şekil 9. Büyük Boyuttaki Turmalin Malzemesi için Farklı Kuvvetlerde Alınan Max Değer Grafiği

20x17x16 mm boyutlarındaki turmalin malzemeye farklı değerlerde kuvvet uygulanmıştır. 1 sn. aralıklı vuruşta max; 9.81 N'da 18.5 mV, 14.7 N'da 16.6 mV, 17.658 N'da 12.8 mV elde edilmiştir. 2 sn. aralıklı vuruşta; 9.81 N'da 14.2 mV, 14.7 N'da 17.0 mV, 17.658 N'da 20.6 mV elde edilmiştir.

1 sn. aralıklarla basınç uygulandığında kuvvet ile doğru orantılı olarak azaldığı görülmektedir. 2 sn. aralıklarla kuvvet uygulandığında doğru orantılı arttığı görülmüştür.



Şekil 10. Büyük Boyuttaki Kuvars Malzemesi için Farklı Kuvvetlerde Alınan Max Değer Grafiği

22x18x17 mm boyutlarındaki kuvars malzemeye farklı değerlerde kuvvet uygulanmıştır. 1 sn. aralıklı vuruşta; 9.81 N'da 12.8 mV, 14.7 N'da 13.0 mV, 17.658 N'da 18.5 mV elde edilmiştir. 2 sn. aralıklı vuruşta; 9.81 N'da 15.9 mV, 14.7 N'da 16.6 mV, 17.658 N'da 18.5 mV elde edilmiştir.

1 sn. ve 2 sn. aralıklarla kuvvet uygulandığında her ikisinde de kuvvet ile doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmada iki farklı piezoelektrik malzeme incelenerek karşılaştırılması yapılmıştır. Yüzey alanı küçük olan kuvarstan maksimum 21.6mV değeri elde edilirken, yüzey alanı büyük olan kuvarstan maksimum 18.5mV değeri elde edilmiştir. Yüzey alanı küçük olan turmalinden elde edilen maksimum değer 23.3mV iken, yüzey alanı büyük olan turmalinden 20.6mV değeri elde edilmiştir. Bu sonuçlar karşılaştırıldığında her iki malzemede de üretilen elektrik sinyalinin yüzey alanı ile ters orantılı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada 3 farklı kuvvet değeri uygulanmıştır. En az uygulanan kuvvet ile en yüksek uygulanan kuvvet arasında voltaj değerlerinde çok yüksek farklılıklar görülmemiştir. Ayrıca bütün değerler incelendiğinde, 1sn aralıklarla uygulanan kuvvet ile 2sn aralıklarla uygulanan kuvvet arasında farklar görülmüştür. Kuvvet uygulanma aralığı arttıkça daha yüksek voltaj değeri elde edilmiştir. Gelecekte bu malzemelerin akım voltaj karakteristikleri de, enerji üretimi açısından incelenecektir.

Sonuç olarak üretilen enerjinin düşük olduğu görülmektedir. Fakat hassas ölçüm yapan basınç sensörü tasarlanmasında malzeme olarak turmalin kullanılabilir.

Kaynakça

- [1] Kuvars. (tarih yok). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kuvars> adresinden alındı
- [2] Kuvars. (tarih yok). Vikipedi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kuvars> adresinden alındı

- [3] *Turmalin*. (tarih yok). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/turmalin> adresinden alındı
- [4] Aslan, E., Bilgin, Z. M., & Erfidan, T. (2016). Piezoseramik Malzemelerle Elektrik Enerjisi Üretilmesi ve Depolanması. *Journal of Advanced Technology Sciences*, 66-76.
- [5] Ergün, Yılmaz, Özdemir, Gül, & Kalenderli. (2006). Piezoelektrik Malzemeler ve Uygulamaları. *11th International Materials Symposium*. Denizli.
- [6] Sodano, H., Inman, D., & Park, G. (2004). A Review of Power Harvesting from Vibration using Piezoelectric Materials.
- [7] Nechibvute, A., Chawanda, A., & Luhanga, P. (2012). Piezoelectric Energy Harvesting Devices: An Alternative Energy Source for Wireless Sensors. *Smart Materials Research*.