



Biyoyakıt Pillerinde Kaktüs Bitkisinin Elektrolit Olarak Kullanılması

Yusuf ÇELİK^{1*}

¹Fırat Üniversitesi Keban MYO Gıda Teknolojisi Bölümü, Elazığ, Türkiye
*e-posta: yusufcelik1223@gmail.com

Geliş Tarihi: 24.04.2015; Kabul Tarihi: 26.06.2015

Özet: Artan çevre kirliliğine çözüm olmak için insanoğlu, alternatif enerji kaynakları kullanımını her geçen arttırmayı amaçlamaktadır. Alternatif enerji kaynaklarından biri de yakıt pili, çevre dostu olması ve yüksek verimlerde çalışabilmesi gibi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Biyolojik katalizleme ile enerji üreten biyoyakıt pilleri de yakıt pili içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan bu çalışmada kaktüs bitkisinin biyolojik yapısında değişiklik yapılmadan elektrik enerjisi üretilmiştir. Böylece kaktüs bitkisinden doğrudan elektrik enerjisi üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoyakıt pili, kaktüs, elektrik enerjisi, yenilenebilir enerji.

Investigation of Appropriate Biofuels Cell for Use As Cactus Electrolyte

Abstract: Human to be a solution to the increasing environmental pollution, seeks to increase the use of alternative energy sources with each passing. One of the alternative sources of energy in the fuel cell is able to operate at the forefront with features such as an eco-friendly and high efficiency. Biological catalysis with energy producing biofuel cells is also an important place in the fuel cell. In this study, electricity is produced without changes in the biological structure of the cactus plant. Thus, electricity is produced directly from the cactus plant.

Key Words: Biofuel cell, cactus, electricity energy, renewable energy.

Giriş

Biyokütle enerjisi tamamen biyolojik kaynaklardan elde edilmekte olup geleceğin yakıtı olarak nitelendirilen gaz ve sıvı yakıtlara (etanol, metanol, metan, hidrojen vb.) biyolojik olarak dönüşebilir. Biyokütle enerjisi; biyodizel, biyogaz, biyoetanol olarak arabalarda, elektrik üretiminde, hidrojen üretiminde ve ısıtma-soğutma sistemleri gibi

teknolojilerde kullanılmaktadır (Çek, 2013). Biyokütle enerjisinden elektrik üretimine yönelik birçok yöntem geliştirilmiştir. Biyokütle enerjisinden elde edilen sıvı ve gaz yakıtlar yakılarak ısı enerjisi açığa çıkarılır, açığa çıkarılan ısı enerjisinin jeneratörün türbinlerini hareket ettirmesi sonucu elektrik enerjisi üretilmektedir (Kobayashi, 2011; Wang, 2008). Ayrıca biyokütle enerjisinden doğrudan elektrik enerjisi üretilmektedir. Biyokütle (bitki, hayvan vb. canlı ve canlı atıkları) enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren aletlere biyoyakıt pilleri denilmektedir (Inamuddin ve ark. 2014). Kaktüs; kurak (çöl vb.) ve yarı kurak iklime uyum sağlayan bitkidir (Chkir ve ark. 2015). Kaktüs bitkisi, çok yavaş büyümekte ve fotosentez yapmaktadır (Martinez-Berdej ve Valverde, 2008). Fotosentez yapan bitkiler biyokütle enerjisi kaynağıdır (Acaroğlu, 2013; Şen, 2002). Bu nedenle kaktüs bitkisi de biyokütle enerjisi kaynağıdır.

Yapılan bir çalışmada fotosentez sonucu açığa çıkan glukozun, kaktüs bitkisi yaprakları kullanılarak, anotta glukozu yükseltgeyen glukoz oksidaz enzimi ile biyoyakıt pilleri tasarlanmış ve bu pillerden 9 μW düzeyinde enerji elde edilmiştir (PrévotEAU ve ark. 2010). Bir başka bilimsel çalışmada da kaktüs bitkisine elektrot yerleştirilerek tasarlanan biyoyakıt pilinin maksimum güç yoğunluğu 47.2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ olmuştur (Hancı ve ark. 2014).

Yapılmış olan bilimsel çalışmalardan esinlenerek bu çalışmada; kaktüse farklı elektrotlar yerleştirilerek tasarlanan biyoyakıt pilinde literatürdeki çalışmalardan daha yüksek güçlerde elektrik enerjisi üretilmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılan malzemeler ve özellikleri şöyledir:

Multimetre: Elektrik birimlerini (Volt, Amper, Direnç vb.) ölçmeye yarayan alet olup deneylerde kullanılan Multimetre 0-1000 Volt Doğru Akım, 0-750 Volt Alternatif Akım, 0-10 Amper ve 0-2000 kilo Ohm direnç ölçme özelliğine sahiptir.

Grafit: Karbonun allotropu olup elektrik akımını iletir. Yüksek değerlerde ısıya dayanıklıdır. Karbon atomlarının hegzagonal dizilişi sonucu Grafit oluşmuştur [13].

Çinko: Çinko hem asitlerle hem de bazlarla tepkimeye giren anfoter metallere dendir. Çinko Karbon pillerden temin edilmiştir.

Bakır: %99 saflıktadır. Elektrik diğer bütün metaller içinde gümüşten sonra en iyi iletken metaldir.

Çelik: Düşük karbonlu Çelik (% 0.2 C) kullanılmıştır.

Alüminyum Folyo: Alüminyum folyonun ham maddesi Alüminyumdur. Alüminyum folyo alüminyumun çok ince ve esnek halidir. Alüminyum hem asitlerle hem bazlarla tepkimeye girer.

Kaktüs: Çiçekçiden alınmış, 6 aylık ve 8 cm uzunluğundadır.

Kaktüs içerisinde Çinko-Grafit yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 1'de gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 1. Kaktüs içerisine yerleştirilen Çinko-Grafit çiftinin üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Çinko-Grafit yerleştirilerek 1.12 Volt (V) 583 mikroamper (μA) elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Alüminyum Folyo-Grafit yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 2’de gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 2. Kaktüs içerisine yerleştirilen Alüminyum Folyo-Grafit çiftinin üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Alüminyum Folyo-Grafit yerleştirilerek 1.10 V, 727 μA elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Bakır-Grafit yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 3’te gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 3. Kaktüs içerisine yerleştirilen Bakır-Grafit çiftinin üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Bakır-Grafit yerleştirilerek 0.54 V, 302 μ A elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Çelik-Grafit yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 4'te gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 4. Kaktüs içerisine yerleştirilen Çelik-Grafit çiftinin üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Çelik-Grafit yerleştirilerek 1.32 V, 784 μ A elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Bakır-Çelik yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 5'te gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 5. Kaktüs içerisine yerleştirilen Bakır-Çelik çiftinin üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Bakır-Çelik yerleştirilerek 0.78 V, 239 μ A elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Alüminyum folyo-Bakır yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 6’te gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 6. Kaktüs içerisine yerleştirilen Alüminyum folyo-Bakır çiftinin üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Alüminyum folyo-Bakır yerleştirilerek 0.50 V, 116 μ A elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Çinko-Bakır yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 7’de gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 7. Kaktüs içerisine yerleştirilen Çinko-Bakır çiftinden üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Çinko-Bakır yerleştirilerek 0.55 V, 73 μ A elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Çinko-Alüminyum folyo yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 8’de gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 8. Kaktüs içerisine yerleştirilen Çinko-Alüminyum folyo çiftinden üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Çinko-Alüminyum folyo yerleştirilerek 0.03 V, 3 μ A elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Çelik-Çinko yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 9’da gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



Akım (mikroamper)

Şekil 9. Kaktüs içerisine yerleştirilen Çelik-Çinko çiftinden üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Çelik-Çinko yerleştirilerek 0.26 V, 46 µA elektrik enerjisi üretilmiştir.

Kaktüs içerisine Çelik-Alüminyum folyo yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu durum Şekil 10'da gösterilmiştir.



Gerilim (Volt)



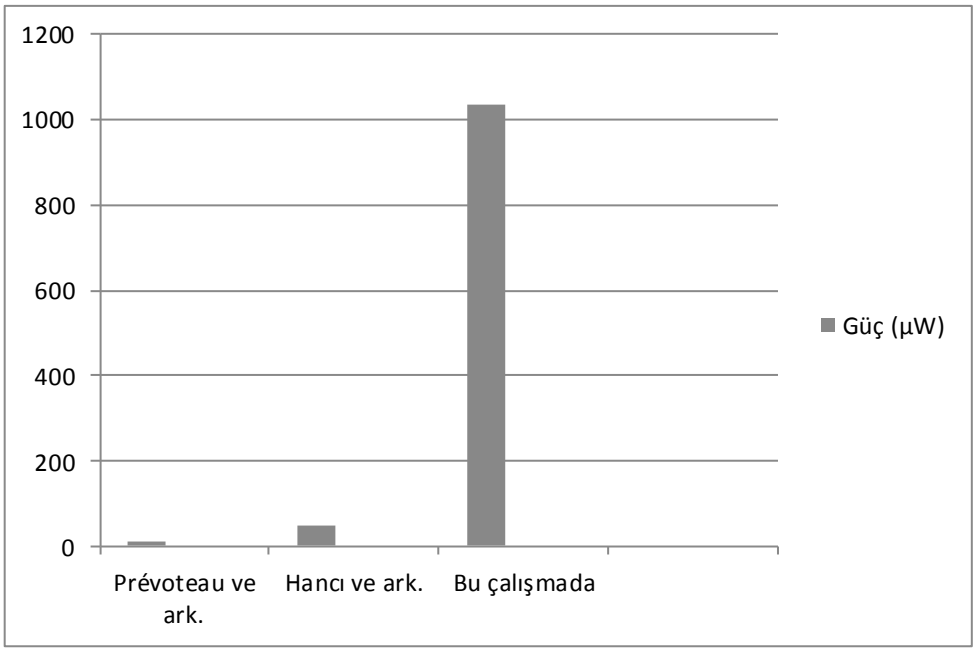
Akım (mikroamper)

Şekil 10. Kaktüs içine yerleştirilen Çelik-Alüminyum folyo çiftinden üretilen elektrik enerjisi

Kaktüs içerisine Çelik-Alüminyum folyo yerleştirilerek 0.27 V, 10 µA elektrik enerjisi üretilmiştir.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu çalışmada kaktüs içerisine yerleştirilen elektrotlardan en fazla enerji Çelik-Grafit elektrot ile 1.32 V, 784 µA, 1034.88 µW değerleri üretilmiştir. Kaktüs bitkisinden elektrik enerjisi üreten literatürdeki biyoyakıt pilleri ile bu çalışmadaki biyoyakıt pilinin ürettikleri elektrik enerjisi değerleri Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Kaktüs bitkisinden tasarlanan biyoyakıt pillerinin elektrik üretim değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 11’de görüldüğü gibi bu çalışmada tasarlanan biyoyakıt pilinden literatürdeki değerlerden daha yüksek değerlerde enerji elde edilmiştir. Bu çalışmada üretilen elektrik enerjisi kondansatörlerde veya akülerde depolanarak kullanılabilir.

Tablo 1. Bu çalışmada kullanılan elektrotlar ve yükleri

Kullanılan elektrotlar	(+) Yüklü Elektrot	(-) Yüklü Elektrot
Çinko-Grafit	Grafit	Çinko
Alüminyum folyo-Grafit	Grafit	Alüminyum folyo
Bakır-Grafit	Grafit	Bakır
Çelik-Grafit	Grafit	Çelik
Bakır-Çelik	Bakır	Çelik
Alüminyum folyo-Bakır	Bakır	Alüminyum folyo
Çinko-Bakır	Bakır	Çinko
Alüminyum folyo-Çinko	Alüminyum folyo	Çinko
Çelik-Çinko	Çinko	Çelik
Alüminyum folyo-Çelik	Alüminyum folyo	Çelik

Tüm canlılarda olduğu gibi kaktüs bitkisini oluşturan biyolojik yapılar arasında redoks tepkimesi gerçekleşmekte ve buna bağlı olarak da canlılardaki elektron taşıma sisteminde elektronlar hareket etmektedir. Elektron taşıma sisteminde hareket eden elektronlar canlının tüm hücrelerine ulaşmaktadır (Çek, 2013; Steiner ve ark. 2009). Bu durum kaktüsten elektrik enerjisi üretilebileceğinin kanıtıdır. Redoks tepkimelerinde, elektrolit sayesinde elektrotlar arasında elektron alışverişi ile gerçekleşmektedir (Steiner ve ark. 2009; Çek, 2013; Çek 2014, Çelik 2013). Bu nedenle Tablo 1’de görüldüğü gibi kaktüs bitkisi içerisine yerleştirilen elektrotlar (+) ve (-) yüklü olmaktadır. Üretilen elektrik enerjisi Doğru Akım (DC)’dir. Bu çalışmada kaktüs bitkisi, biyoyakıt pilinde elektrolit görevinde kullanılmıştır. Redoks tepkimesi esas alınarak yapılan biyoyakıt pilleri, dünyadaki enerji ihtiyacını bir nebze de olsa faydalı olma yolunda ilerlemektedir. Bu çalışmada da redoks tepkimesi esas olarak alınıp tasarlanan biyoyakıt pilinde, kaktüs içerisine iki farklı elektrot yerleştirilerek literatürde kaktüs ile yapılan biyoyakıt pili çalışmalarından daha yüksek değerlerde elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu sayede yeni bir enerji kaynağı daha bilim dünyasına kazandırılmıştır.

Kaynaklar

- Acaroğlu, M. 2013. Alternatif Enerji Kaynakları. Nobel Yayıncılık, 654 sayfa. Ankara.
- Chkir, I., Baltib, M.A., Ayeda, L., Azzouz, S., Kechaou, N., Hamdi, M. 2015. Effects of air drying properties on drying kinetics and stability of cactus/brewer's grains mixture fermented with lactic acid bacteria. *Food and Bioproducts Processing*, Vol.94:10-19.
- Çek, N. 2013. Yeni Biyoenerji tekniğiyle Elektrik Üretilmesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık fakültesi Dergisi, Cilt 28: 35-49.
- Çek, N. 2014. Biyoyakıt Pillerinde Korozyonun Elektriksel Üretkenliğe Etkisinin İncelenmesi. 13. Uluslararası Korozyon Sempozyumu. Bildiriler:159-163. 15-17 Ekim 2014, Elazığ.
- Çelik, Y. 2013. Atık Çaydan Elektrik ve Gübre Üretilmesi. 9. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. Bildiriler: 149-154. 25-28 Aralık 2013, Konya.
- Hancı, A., Özkan, T., Mutlu, S. 2014. Enerji Üretiminde Fotosentetik Biyoyakıt Pili, 11. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi. 2-5 Eylül 2014, Eskişehir.
- Inamuddin., Ahmada, K., Naushad, Mu. 2014. Optimization of glassy carbon electrode based graphene/ferritin/glucose oxidase bioanode for biofuel cell applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol.39: 7417–7421.
- Kobayashi, N., Fan, L.S. 2011. Biomass Direct Chemical Looping Process: A Perspective. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 35: 1252–1262.
- Martínez-Berdej, A., Valverde, T. 2008. Growth response of three globose cacti to radiation and soil moisture: An experimental test of the mechanism behind the nurse effect. *Journal of Arid Environments*, Vol. 72:1766–1774.
- PrévotEAU, A., Courjean, O., Mano, N. 2010. Deglycosylation of glucose oxidase to improve biosensors and biofuel cells. *Electrochemistry Communications*, Vol. 12: 213-215.
- Steiner, S., Dietzela, L., Schrötera, Y., Feya, V., Wagnera, R., Thomas, P. 2009. The Role of Phosphorylation in Redox Regulation of Photosynthesis Genes *psaA* and *psbA* during Photosynthetic Acclimation of Mustard. *Molecular Plant*, Vol.2: 416-429.
- Şen, Z. 2002. Temiz Enerji Kaynakları. Su Vakfı Yayınları, 206 sayfa. İstanbul.
- Wang, L., Weller, C.L., Jones, D.D., Hanna, M. 2008. Contemporary issues in thermal gasification of biomass and its application to electricity and fuel production. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 32: 573-581.

