



Güneş Takip Sistemli Bir Güneş Enerjili Pişirici Geliştirilmesi ve Performansının Belirlenmesi

Hakan POLATCI^{1*}

Adil Koray YILDIZ²

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60150, Tokat

² Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Yozgat
e-posta: hakan.polatci@gop.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 08.08.2016

Kabul tarihi (Accepted): 22.08.2016

Online Baskı tarihi (Printed Online): 29.08.2016

Yazılı baskı tarihi (Printed): 31.08.2016

Öz: Ülkelerin gelişmişlik düzeyini belirlemek için önemli bir parametre olan kişi başına tüketilen enerji miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Fosil yakıtların çevreye verdikleri zarar ve hızla tükeniyor olması yenilenebilir enerji kaynaklarına olan arzı tekrar arttırmıştır. Güneş enerjisi en temel yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Gelişmekte olan ülkelerde (Çin, Hindistan vs.) hem ısıtma hem de pişirme amacıyla basit yemek pişiriciler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada parabolik bir güneş enerjili pişirici tasarlanmıştır. Pişirici üzerine verimliliği arttırmak amacı ile tek eksenli bir güneş takip sistemi yerleştirilmiştir. Denemeler sırasında sıcaklığa bağlı olarak pişiriciden günlük veriler alınmış ve güneş takip sisteminin verimi belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Güneş takip sistemlerinin pişiriciler üzerinde yaklaşık %35 verim artışı sağladığı görülmektedir. Kontrol ve güneş takip sisteminde en yüksek sıcaklıklar sırası ile 138,91 ve 205,62 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan güneş takip sistemlerinde kullanılan parçaların günümüzde oldukça yaygın ve ucuz olması bu sistemlerin kullanılabilirliğini arttırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneş takip sistemi, Pişirici, Arduino, Fotodirenç

Development of a Solar Cooker with Solar Tracking System and Determination of Performance

Abstract: The energy consumption per capita which is one of the important parameter that determine the level of development of the countries is increasing day by day. Fossil fuels' damage to the environment and their rapidly running out of has increased over the supply of renewable energy sources. Solar energy is one of the main renewable energy sources. In developing countries (China, India, etc.) for the purpose of both heating and cooking simple meals the solar energy is widely used. In this study a parabolic solar cooker was designed. A solar tracking system was placed on the solar cooker to increase the efficiency. Daily data was gained from and the efficiency of the solar tracking system was determined during the experiments. Results of the study showed that the solar tracking system made about 35% increase in efficiency of the solar cooker. The highest temperatures on control and solar tracking system were 138,91 and 205,62 respectively. On the other hand the parts used on the solar tracking system to be quite common and cheap is increases the availability of these systems nowadays.

Keywords: Solar tracking system, Solar cooker, Arduino, Photoresist

1. Giriş

Fosil yakıtların çevreye verdikleri zarar ve hızla tükeniyor olması yenilenebilir enerji kaynaklarına olan arzı tekrar arttırmıştır. Ayrıca fosil yakıtların kullanımının ülkemizde enerji dış

bağımlılığı açısından önemli problemlere yol açacağı düşünülmektedir. Bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının temelde güneş enerjisinden elde edildiği düşünüldüğünde bu kaynaktan yeterince faydalanılamadığı bilinen bir gerçektir.

Konum olarak güneşlenme alanı ve süresi oldukça iyi olan ülkemizde güneş enerjisi öne çıkmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, ülkemizde yılda metrekare başına 1400-2000 kwh arasında güneş enerjisi potansiyelinin olduğunu belirlenmiştir (Anonim 2016).

Güneş enerjisi doğrudan kullanılabilirdiği gibi dolaylı olarak elektriğe çevrilip de kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde (Çin, Hindistan vs.) hem ısıtma hem de pişirme amacıyla basit yemek pişiriciler yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneş enerjili pişiriciler, güneş ışınları iç yüzeyi parlak parabolik çanak vasıtasıyla yoğunlaştırmakta, odakta bulunan kabın tabanında ısıya dönüşmektedir. Pişirme kabı altındaki sıcaklık, güneşin parlak olduğu günlerde, 150-160 °C değerine kadar çıkabilmektedir.

Güneş enerjili pişiriciler genel olarak kutu şeklinde, katlanır plakalı ve parabolik olarak üçe ayrılır. Parabolik tip ise temel olarak en yaygın kullanılan pişiricilerdir. Parabolik pişiriciler çanak şeklinde, parlak metal plakalar kullanılarak tasarlanır. Bu pişiriciler, güneş ışınlarını pişirme kabının altına odakladıkları için, sadece kabın altının karartılması yeterlidir. Parabolik güneşli pişiriciler sadece açık havalarda verimli çalışırlar. Kutu şeklinde pişiricilerin üst yüzeyi cam örtü ile kaplanmış, yansıtıcı yüzeylerle donatılmış, yan ve alt yüzeyleri yalıtılmış kutular şeklindedir. Kutu içine giren güneş enerjisi ısıya dönüşür. Katlanır plakalı pişiricilerde ise, güneş enerjisi pişirme kabına yoğunlaştırılır. Yansıtıcı plakalar gelen güneş enerjisini, pişirme kabına yoğunlaştırdığı için, plakaların zaman içerisinde gölgeleme yapmamasına dikkat edilmelidir.

Güneş enerjisi teknolojisinin verimini arttırmak için her geçen gün yeni gelişmeler kaydedilmektedir. Bu gelişmelerin en önemlilerinden birisi de güneş takip sistemleridir. Gelişmekte olan ülkelerde kullanılan pişiricilerin verimlerinin artırılması için basit ve ucuz güneş takip sistemlerinin geliştirilmesi önemlidir. Güneş takip sistemleri, güneş enerjisi ile çalışan sistemlerin gün içerisinde sürekli olarak güneşi takip ederek verimliliklerini arttırmaya yönelik olarak tasarlanmış izleyici sistemlerdir. Bu

sistemler sayesinde, daha fazla miktarda güneş ışını soğurur ve bu sayede günlük performans ve verim değerleri artar. Elde edilen enerjideki bu verim artışının sınırları %25 ile %55 değerleri arasındadır (İrina and Catalin 2010).

Güneş takip sistemlerinin geliştirilmesiyle ilgili son yıllarda çok fazla çalışma yapılmıştır. Çeşitli kontrol teknikleri kullanılarak panellerin güneş ışınlarını dik olarak alması için çalışmalar yürütülmektedir. Yapılan çalışmalara göre güneş takip sistemlerinde, foto direnç ya da fotosel kullanılması bulutlu ortamlarda daha yaygındır (Benghanem, 2011). Bazı çalışmalarda ise güneş takibinin optimal hale getirilmesi için PLC (programlanabilir lojik kontrol) ve adım motoru kullanarak SCADA sistemi geliştirilmiştir (Figueiredo and Costa, 2008). Ayrıca mikro işlemci tabanlı bir güneş takip sistemi geliştirilerek takip sistemin çok kararlı olduğu gözlenmiştir (Saxena and Dutta, 1990).

Güneş enerjisinden tam verimli yararlanılması için mümkün olduğunca ışınların dik olarak sisteme girişi sağlanmalıdır. İstenilen odaklanmanın sağlanabilmesi için sistemin eğimi güneşin pozisyonuna göre ayarlanmalıdır (Li ve ark., 2005). Güneş gün boyu eliptik bir eksen üzerinde ekvator eksenine yakın hareket ettiği için sistemin bu düzleme çevrilmesi gereklidir (Lane, 2008). Güneşin bu hareketini otomatik olarak takip eden sistemlere “güneş izleyiciler” denmektedir. Güneş izleyicileri sadece yatayda veya dikeyde hareket eden tek eksenli veya her iki eksenli de hareket kabiliyetine sahip iki eksenli olarak ikiye ayrılır (Muntasser, 2000). En çok verim iki eksenli izleyicilerden elde edilmektedir. Tek eksenli sistemlerin ise daha düşük olan maliyetlerine göre yüksek verim sağladıkları bilinmektedir (Khan ve Ali, 2005).

Bu çalışmada parabolik bir güneş enerjili pişirici tasarlanmıştır. Pişirici üzerine verimliliği arttırmak amacı ile tek eksenli bir güneş takip sistemi yerleştirilmiştir. Denemeler sırasında sıcaklığa bağlı olarak pişiriciden günlük veriler alınmış ve güneş takip sisteminin verimi belirlenmiştir.

2. Materyal Yöntem

2.1. Güneş enerjili pişiricinin tasarlanması

Çalışma kapsamında parabolik tip bir pişirici tasarlanmıştır. Bu tip pişirici temel olarak en yaygın kullanılan pişiricilerdir. Parabolik çanak 90 cm çapında olup 2 mm sac malzemeden imal edilmiştir. Tasarlanan pişiricinin kenar açısı 81° ve odak noktasının merkezden uzaklığı 77 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca yansıtmayı arttırmak amacıyla parlak metalik yapışkan bant ile iç kısmı kaplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Güneş takip sistemli pişirici genel görünümü

Güneş takip sistemi ihtiyacı olan enerjiyi üzerindeki güneş pilinden karşılamaktadır. Bu amaçla 15W gücünde 12 V bir PV panel kullanılmıştır. G Sistem 12 volt elektrikle çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Gün içerisinde 24x48 boyutlarındaki güneş pili 12V ve 7Ah'lik aküyü şarj etmektedir. Böylece parabolik çanak bulutluluk oranı arttığında ve sabah erken, akşam geç saatte güneş ışınları azaldığından akü yardımı ile hareket edebilmektedir. Diğer zamanlarda enerjisini doğrudan güneş pilinden almaktadır.

Pişirici odak noktası belirlenmiş ve 30x30x50 cm boyutlarında pişirme kabı imal edilerek odak noktasına yerleştirilmiştir. Pişirme kabı üst

kısımından delinerek orta noktasına pt100 sıcaklık sensörü yerleştirilmiştir.

2.2. Güneş takip sistemi

Güneş takibi tek eksenli güneş izleyici ile gerçekleştirilmiştir. Dikey eksen, pişiricinin coğrafi konumuna göre ayarlanmıştır. Yatay eksendeki hareket doğu-batı ekseninde hareket eden kendinden sürücülü motor sistemi ile sağlanmıştır. Motor sistemi $\pm 80^\circ$ 'lik hareket kabiliyetine sahiptir. İlk anda motor 0° 'deyken pişirici tam güneşe bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Motor sistemi tek bir giriş ile sayısal olarak kontrol edilmiştir. Giriş sıfırdan bire çıkarıldığı sürece sistem doğu yönünde hareket etmektedir. Yarım saniyelik bir kare dalgadan sonra bire çıkarsa batı yönünde hareket etmektedir. Giriş sıfır olunca hareket durmaktadır.

Güneşin yatay eksen boyunca hareketi fotodirençler üzerine düşen ışık şiddetinin karşılaştırılması ile takip edilmiştir. Doğu ve batıda olmak üzere iki adet fotodirenç aralarında gölgelik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Fotodirençler, dirençler ile voltaj bölücü olarak kullanılmaktadır. Üzerlerine düşen ışıkla doğru orantılı olarak voltajları değişmektedir.

Sistemin karar mekanizması olarak ARDUİNO kontrol kartı kullanılmıştır. Fotodirençlerle oluşturulan voltaj bölücü çıkışları kartın analog girişlerine bağlanmıştır. Motor hareket sisteminin tek girişi de kartın sayısal çıkışlarından birine bağlanmıştır.

Sistemin genel çalışma algoritması Şekil 2'de verilmiştir. Kontrol kartı öncelikle analog okuma yapmaktadır. 0-5 Volt analog giriş aralığı, 0-255 arasında sayısal bir değere çevrilmektedir. Doğu tarafındaki fotodirençten okunan değer Doğu Değeri, batı tarafından okunan değer Batı Değeri olarak kaydedilmektedir. Bu iki değer karşılaştırıldığında güneş büyük değerini okunduğu fotodirenç yönünde bulunmaktadır. Sistemin sürekli salınım yapmaması için aradaki fark onun üstüne çıkmadıkça işlem yapılmamaktadır. Aradaki fark ondan daha çok olduğunda büyük olan değer yönüne doğru motorun çalışması için sayısal sinyal motor sürücüyeye iletilmektedir. Motor istenilen yönde hareketi sağlar. Bu esnada sürekli fotodirenç

voltajları okunarak istenilen pozisyona ulaşıp ulaşmadığı kontrol edilmektedir. Değerler arasındaki fark onun altına düştüğünde motorun çalışması durdurulmaktadır.



Şekil 2. Sistem algoritması

Güneş doğu batı yönünde hareket ettikçe sürekli olarak izleme sistemi de güneşe yönelmeye devam etmektedir. Sistemin prensibi ışığın en şiddetli geldiği tarafa yönelmektir. Dolayısıyla zamansal olarak herhangi bir ayarlama yapmaya gerek kalmamaktadır. Güneş battığı anda batı yönünde kalmaktadır. Sabah gün ağarırken ışık farkından dolayı doğuya yönelmekte ve güneşin doğuşundan itibaren takibe devam etmektedir.

3. Bulgular Tartışma

Denemeler farklı günlerde kontrol (güneş takip sistemi çalıştırılmadan) ve güneş takip sistemli olarak 10' ar kez tekrarlanmıştır. Denemeler sırasında ortam sıcaklığı ve pişirme kabı içerisindeki sıcaklık 5'er dakika aralıklarla ölçülmüştür. Çizelge 1'de denemeler sırasında

ölçülen ortalama değerler verilmiştir. Pişirici günlük ortalama çalışma süresi 11,75 saat olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada kontrol ve takip sistemi denemelerini hata payını azaltmak amacı ile birbirini takip eden günlerde yapılmıştır. Ayrıca günlük olarak denemeler meteoroloji tahminleri göz önünde bulundurularak başlatılmıştır.

Çizelge 1 incelendiğinde kontrol ve güneş takip sisteminde en yüksek sıcaklıklar sırası ile 138,91 ve 205,62 olarak belirlenmiştir. Bu iki yöntem arasında literatürde yer alan değerlere paralel olarak ortalama % 34,74 artış sağlandığı görülmektedir (İrina and Catalin 2010). Diğer taraftan gün içinde ortam sıcaklığı ve buna bağlı güneş ışınım şiddetinin artması güneş takip sisteminin verimliliğini arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 1. Kontrol ve Takip sistemi ile ölçülen sıcaklıklar

	Ortam Sıcaklığı (°C)	Kontrol (°C)	Güneş Takip Sistemi (°C)	Yüzde Artış (%)
1	24,02	128,88	167,68	30,11
2	28,98	127,46	162,56	27,54
3	27,54	131,72	168,99	28,29
4	26,27	128,57	168,96	31,41
5	26,95	127,65	171,45	34,31
6	28,21	138,70	205,62	48,25
7	30,19	138,91	198,72	43,06
8	29,46	134,71	176,88	31,30
9	31,17	141,33	204,45	44,66
10	24,38	122,49	157,38	28,48

4. Sonuç

Güneş takip sistemleri, güneş enerjisi ile çalışan sistemlerin gün içerisinde sürekli olarak güneşi takip ederek verimliliklerini arttırmaya yönelik olarak tasarlanmış izleyici sistemlerdir. Bu sistemler sayesinde, daha fazla miktarda güneş ışını soğurulur ve bu sayede günlük performans ve verim değerleri artar. Elde edilen enerjideki bu verim artışının sınırları %25 ile %55 değerleri arasındadır (İrina and Catalin 2010). Araştırma sonuçlarına göre güneş takip sistemlerinin pişiriciler üzerinde yaklaşık %35 verim artışı sağladığı görülmektedir.

Çalışma kapsamında parabolik tip bir pişirici tasarlanmıştır. Parabolik çanak 90 cm çapında olup 2 mm sac malzemeden imal edilmiştir. Tasarlanan pişiricinin kenar açısı 81° ve odak noktasının merkezden uzaklığı 77 cm olarak belirlenmiştir. Literatürde kenar açısı (θ_r) 70-120° arasında değişmektedir. (Kıncay, 2008).

Diğer taraftan güneş takip sistemlerinde kullanılan parçaların günümüzde oldukça yaygın ve ucuz olması bu sistemlerin kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan güneş takip sistemi pişiricilerde kullanılabileceği

gibi özellikle daha geniş ve büyük ekonomik değeri olan güneş pilleri ve güneş enerjisi santrallerinde de verimli olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2016, <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (Alıntı 01.06.2016)
- Benghanem M (2011). Optimization of tilt angle for solar panel: Case study for Madinah, Saudi Arabia, Applied Energy 8, s:1427–1433.
- Figueiredo G and Costa G (2008). Intelligent Sun-Tracking System for Efficiency Maximization of Photovoltaic Energy Production. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICRE PQ'08), s: 201-250.
- Khan MF and Ali RL (2005). Automatic sun tracking system. presented at the All Pakistan Engineering Conference, Islamabad, Pakistan.
- Kıncay 2008, <http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/ye.html>
- Lane, B.,(2008), "Solar Tracker", EEC 517.
- Li DHW, Cheung GHW ve Lam JC (2005). Analysis Of The Operational Performance And Efficiency Characteristic For Photovoltaic System _n Hong Kong, Energy Conversion And Management, 46 1107-1118. Make Solar Energy Economical, <http://www.engineeringchallenges.org/9082.aspx> (25 Mayıs 2016).
- Muntasser MA, Bara MF, Quadri HA, El-Tarabelsi R ve La-Azabi I.F, (2000) Fotovoltaic Marketing in Developing Countries, Applied Energy, 65, 1 67-72.

Saxena AK and Dutta V (1990). A Versatile Microprocessor Based Controller for Solar Tracking, 21.IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Kissimmee.

Yenilenebilir Enerji,
http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji (25 Mayıs 2016)
Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets, Information and Control, 8, 338-353.