

DİYARBAKIR İLİNDE ÇOK FONKSİYONLU GÜNEŞ ENERJİLİ KURUTMA SİSTEMİ OLUŞTURULMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Nermin TOSUN*, Hasan BAYINDIR**, Hüseyin AYDIN***

*, ** Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, 21280 Diyarbakır.

*** Batman Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, 72060 Batman.

E-mail: nermin_2103@hotmail.com, hbayindir21@gmail.com, huseyyinaydin@gmail.com

ÖZET

Geleneksel olarak kullanılan en yaygın kurutma şekli güneş altında sererek yapılan kurutmadır. Kurutma, enerji girdisi yüksek olan bir işlemdir. 1980'lerden itibaren enerji fiyatlarındaki artış, kirliliğin önlenmesi üzerine yapılan yasal düzenlemeler, sağlığa uygun ortamda gıda üretimi gibi konular önem arz etmektedir. Kurutma için harcanan enerji tüketimini azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinden daha çok yararlanmak üzere çeşitli kurutma yöntemleri geliştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında tek enerji kaynağı olarak güneşin kullanıldığı bir gıda kurutma sistemi oluşturulmuştur. İmal edilen kurutma sistemi ile gıda ürünlerinin olumsuz (toz, is, kurum, gaz emisyonları, böcek vs.) çevresel koşullardan etkilenmeden ve güneş ışınlarına direkt maruz kalmadan kurutulması amaçlanmıştır. Güneş fırını adı da verilebilen bu kurutma sisteminin iç sıcaklığı belli derecelerde tutularak mevsimine göre incir, üzüm, domates, patlıcan, biber, kabak, salça vb. gıdalar fiziksel kalite ve özellikleri bozulmadan güneş enerjisi ile ekolojik olarak kurutulabilecektir. Bu sistemde ilk olarak salça kurutma denemesi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Güneşli kurutma, Kurutma odası, Salça kurutma.

1. GİRİŞ

Gıda maddeleri üretimlerinden tüketimlerine kadar geçen süre içerisinde pek çok enzimatik, mikrobiyal ve kimyasal süreç dolayısıyla hızlı bir şekilde bozulma eğilimi gösterirler. Gıdaların bozulmasını geciktirerek korumasını sağlamak amacıyla çeşitli teknikler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu yöntemlerden en yaygın olanı güneş altında sererek kurutmadır. Bu teknik yenilenebilir enerji kaynağından yararlandığı için ekonomik olmasına rağmen, günümüzün gelişen kalite talepleri düşünüldüğünde bu yöntem ile kurutulan ürünün mikrobiyal bulaşmaya, gelişmeye ve böcek istilasına açık olması nedeniyle dezavantajları bulunmaktadır. Bu bağlamda, kurutmanın kontrollü bir şekilde yapılması önem kazanmakta ve bu konudaki çalışmalar günümüzde hızla sürmektedir[1]. Kurutma yoğun enerji girdisine ihtiyaç duyan bir işlem olup, çoğu sanayileşmiş ülkede kurutmanın sanayide kullanılan enerji payı % 7- 15 civarındadır. Tarım ürünlerinin üretiminde kullanılan enerjideki payı ise %60'ı aşan kurutma işlemi, % 25- 50 arasında değişen ısı verimliliğiyle gerçekleştirilmektedir[2].

Bu çalışmanın temel amacı; Diyarbakır İli şartlarında domates, biber ve salça kurutmada tamamen güneş enerjisine dayalı bir kurutucu imal etmek ve kurutmadaki performansını belirlemektir.

Sistem sağlık boyutuyla ele alındığında sistemin özellikle kurutma odası kısmında plastik ve plastik türevi malzemelerin mümkün olduğunca kullanılmamasına özen gösterilmiştir. Kurulan sistem ile birçok ürünün kurutma işlemine tabii tutulabilmesi hedeflenmiştir. Çalışmalar özellikle tüketimi fazla olan salçanın kurutulması üzerine yoğunlaştırılmıştır. Bu ürünün seçilmesindeki temel neden sistem içerisinde kurutulması en zor olacak gıda ürünlerinin başında gelmesi ve ülke ekonomisinde önemli bir yer tutmasıdır. Bunun yanı sıra özellikle yerel üretimde karpuzdan sonra en başta gelen tarımsal gıda ürününün domates olması önem arz etmiştir. Domates, Dünyada 1700'lü yıllarda keşfedilmiş 1900 yıllarda da mutfakların vazgeçilmezleri arasında yer almak üzere yetiştirilmeye başlanmıştır. Anavatanı Peru'dur. Ucuz ve bol vitamin kaynağı olan domates besleyici ve lezzetli özelliğinden dolayı dünyanın birçok ülkesinde en çok üretilen ve tüketilen sebzelerdendir. Turfanda olarak yetiştirilebilmesi nedeni ile her mevsimde tüketilebilmektedir. İçinde

A, B1, B2, C, K vitaminleri, niacin, protein, yağ, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum ve demir bulunur. Taze olarak yenildiği gibi salça, domates suyu, konserve turşu, sos, reçel, ketçap, şeklinde de tüketilmektedir. 5-6 kg domatesten yaklaşık 1 kg salça elde edilebilir[4,5]. Ülkemizde de bolca üretilip-tüketilen domatesin Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerine göre ürün bazında ekim alanları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. 2003 yılı itibariyle illere göre üretilen sebze miktarları(ton) ve toplam ekim alanları(ha)[3].

Sebzeler	Adıyaman	Batman	Diyarbakır
Domates	25931	14098	85038
Biber (Dolmalık)	2777	3520	8157
Biber (Sivri)	1156	2122	8864
Patlıcan	6867	5820	52133
Hıyar	5389	9510	19244
Kavun	14950	21960	92107
Karpuz	47372	54850	218575
Kabak	477	8	325
Bamya	81	10	60
Fasulye	341	52	2513
Marul	864	10	417
İspanak	28	-	138
Pazı	-	-	-
Semizotu	-	-	-
Tere	-	-	-
Nane	-	-	75
Maydonoz	195	13	171
Sarımsak	259	30	138
Soğan	1652	996	768
Havuç	175	-	-
Turp	516	-	134
Lahana	-	-	-
Balkabağı	-	-	-
Top. Üretim	109030	112999	488857
Top. Ekim Alanı	5183	4252	18296

Tablo incelendiğinde, domates için Diyarbakır ilinde 85038 hektarlık alanın kullanıldığı görülmektedir.

Tablo.2. Dünyadaki Önemli Domates Üretici Ülkeler, (milyon ton)[5]

Çin	31.6
Amerika Birleşik Devletleri	11.0
Türkiye	9.7
Hindistan	7.6
Mısır	7.6
Dünya toplamı	125

Güneş enerjisi potansiyelini belirleme çalışmaları sonucunda Diyarbakır ilinin güneş ışınımı ve güneşlenme süresi açısından güneş mimarisi, kurutma, sıcak su, soğutma ve iklimlendirme ile ilgili güneş enerjisi uygulamaları için oldukça uygun olduğu görülmüştür[6].

Tablo 2’de 2005 yılı verilerine dayanarak dünyada yapılan domates üretimine dair ilk 5 ülke ve bunların

üretim miktarları verilmiştir. Türkiye’nin 9,7 milyon ton ile dünyadaki domates üretiminde 3. sırada yer aldığı görülmüştür.

Tablo 3 ve Tablo 4’te bazı gıda ürünlerinin nem içerikleri ve kurutma sıcaklıkları verilmiştir. Sebzelerin Tabloda önerilen kurutma sıcaklıklarında aşağıdaki nem oranlarına getirilmek üzere kurulmuştur.

Tablo 3 Bazı gıda ürünlerinin ilk ve son nem içerikleri[7]

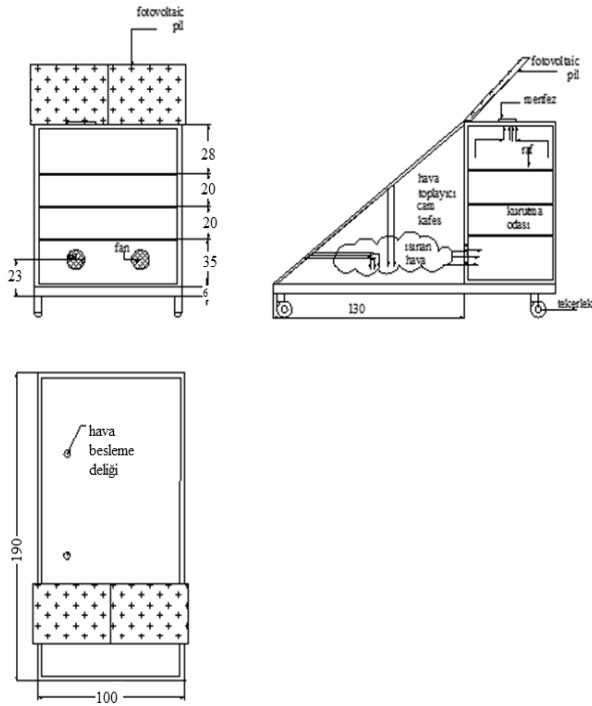
Ürün	İlk Nem İçeriği(%)	Son Nem İçeriği(%)
Bamya	81	6
Bezelye	60-70	5-10
İspanak	80	10
Domates	93	7
Elma	84.8	24
Erik	78.7	35
Fasulye	60-70	5-10
K. biber	90	20
Havuç	80-90	5-10
İncir	77.5	26
Hurma	65	40

Tablo 4 Bazı gıda ürünlerinin kurutma sıcaklıkları[7]

Sebze	Kurutma Sıcaklığı °C	Sebze	Kurutma Sıcaklığı °C
Fasulye	75	Kayısı	71
Lahana	63	Havuç	79
Kırmızı biber	35-40	Hindistan Cevizi Kurutma	35-40
Tıbbi Bitkiler	35-50	Soğan	88
Domates	70	Biber	55
Sarımsak	55	Patates	66

2. MATERYAL METOD

İmal edilen güneşli kurutma sisteminde, hava akışlı güneş toplayıcı kafeste kullanılan saydam örtünün UV ışınlarına dayanıklı olması gerektiğinden sera camı kullanımı tercih edilmiştir. Kullanılacak olan yüzey alanına ve çevresel etkenlere göre cam kalınlığı 6 mm olarak seçilmiştir. Hava akışlı güneş toplayıcı kafes dizaynı güneş ışınlarının Diyarbakır iline en düşük geliş açısına bağlı olarak kış şartlarına göre yapılmıştır. Sistemin görünümü Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Güneşli Kurutma Sistemi

Sistemin fotoğraik görünümü Foto 1’de verilmiştir.

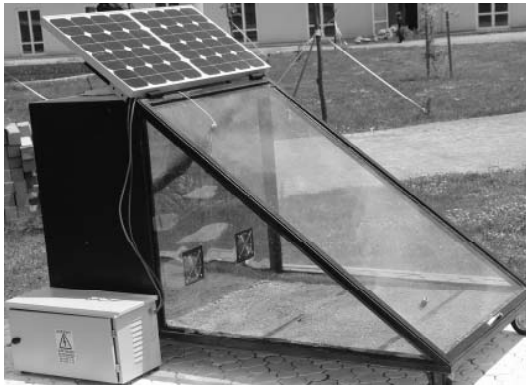


Foto 1. Güneşli Kurutma Sisteminin Profil Görünümü

Hava akışlı güneş toplayıcı kafesin görevi, üzerine gelen güneş ışınlarını tutarak ısı enerjisine çevirmek ve kurutma havasına aktarmaktır. Toplaç içinde ısınan hava termal kuvvet etkisiyle kurutma odasına girer ve domateslerin yerleştirildiği kurutma tepsilerinden geçerek ürünün nemini alır ve menfezden dışarı çıkar.

Hava akışlı cam kolektör yüzeyin güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak 40°’lik eğimli olarak tasarlanmıştır. Açılı yüzeyin uzunluğu 130 cm dir. Dik kenarları

$$\tan \alpha = 110 \text{ cm} / 130 \text{ cm} \quad \text{ise} \quad \alpha = 40^\circ$$

olacak şekilde imal edilmiştir. Taban içerisine 1 cm yüksekliğe kadar 3 mm çap büyüklüğündeki kum dökülmüştür. Kum üzerine siyah bazalt taşları döşenmiştir. Döşenen taşların emici plaka görevi görmesi amaçlanmıştır. Altına döşenen kum ile ısının sistem içerisinde kalması sağlanmıştır. Böylece yavaş yavaş ısınan hava fanlar aracılığıyla rafli kurutma odası kısmına taşınmaktadır. Sistemin verimli çalışması için hava akışlı cam kolektör yüzeyin üzerinde 1.5 cm çapında filtreli iki adet hava besleme deliği açılmıştır. Isının hava akışlı cam kolektörden kurutma odası kısmına geçişi için sistemde 12.5 cm çaplı 12 volt’luk 12*12*3.8 cm boyutlarında, AC 220-240V, 50/60Mhz, 0.14A özelliğinde fanlar kullanılmıştır. Fanların ısıya karşı dayanıklı olmasına dikkat edilmiştir. Fanlar sayesinde hava akışının kolaylaşması sağlanmıştır. Bu sayede ısı, hava akışlı cam kolektör kısmından sistemin kurutma odası kısmına taşınması sağlanmıştır. Raflara yerleştirilmiş bulunan kurutulacak materyal fanlar aracılığıyla sisteme verilen sıcak hava ile kurutulmaktadır.

Kurutma odası 50x100x100 cm ebatlarında dizayn edilmiştir. Kurutma odası kısmının tasarımında hava akışlı cam kolektörün hacmi de göz önünde bulundurulmuştur. Kurutma odası içerisine 3 tane raf yerleştirilmiştir. Raflar baklava dilimli ızgaralar şeklinde seçilmiştir. Sistemde salça dışında kurutmaların yapılabilmesi için bu tarz ızgaralar tercih edilmiştir. Iızgaralar takılıp çıkarılabilir nitelikte tasarlanmıştır.



Foto 2. Kurutma odası görünümü

Eğer parça ürün kurutulacaksa ızgaraların kullanılması, salça vb. akışkan gıdalar için ise tepsilerin de kolayca yerleştirilebileceği şekilde raflar tasarlanmıştır. Kurutma odasının görünümü Foto 2’de verilmiştir.

Uygun havalandırma yapılmaz ise sistem içerisinde ısı birikimi olacağından sıcaklığın istenilen sınırların üzerine çıkabileceği düşünülmüştür. Böylece kurutma odası içerisinde oluşabilecek istem fazlası ısı dışarı atılabilmesi için 20x20 cm ebatlarında bir havalandırma deliği açılmıştır. Delik üzerine 20x20 ebatlarında hareketli bir menfez takılmıştır. Menfez ile ısı yoğunlaştığı saatlerde menfez tam olarak açılarak daha kolay bir hava akışı oluşması sağlanmıştır.

Kurutma odası üzerine iki adet 40 voltluk fotovoltaiik pil yerleştirilmiştir. Piller taban ile 45°lik açı yapacak şekilde monte edilmiştir. Böylece güneş enerjisinden maksimum verim elde edilmesi planlanmıştır. Kullanılan fotovoltaiik piller ihtiyacın 4 katı üstünde enerji üretebilmektedir, başka alıcılar da bu fazla üretimden beslenebilmektedir. Pillerden alınan enerji fazlası 2 Adet 45 Ah akümülatörlerde depolanmıştır. İnvertör kullanılarak pillerden gelen DC akım AC akıma çevrilmektedir. Çevrilen ve akümülatörde depolanan elektrik enerjisi bir prize bağlanarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Bu priz aracılığıyla elde edilen elektrik sisteme eklenecek bir ısıtıcıda, sistemdeki fan sayısını artırmada, ışıktandırma yada elektrik gereksinimi olan başka bir cihazda(lamba, laptop, telefon şarj cihazı vb.) kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

Hareket serbestisi sağlamak üzere, imal edilen kurutma odasının her dört köşesinin altına birer adet olmak üzere toplam 4 adet 14 cm çaplı tekerlek monte edilmiştir. Sabit kalması istendiğinde problem oluşmaması için tekerlekler emniyet kilidiyle kilitlenebilmektedir.

İhtiyaçlarının karşılanabilmesine ve AC fan prize takılarak sistem içerisinde hava dolaşımı sağlanmasına olanak tanınmıştır. Isınan havanın genişterek yükseleceği ve sistemi uygun bir şekilde terk edecek biçimde tasarlama yapılmıştır. Isınan havanın en hızlı şekilde kurutma odasına aktarılabilmesi ve buharın nakliyesinin daha kolay olabilmesi için fanlar özellikle kurutma odasının alt kısmının girişine monte edilmiştir.

Güneşli kurutma sistemi, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesine ait Güneş Evi Eğitim ve Uygulama Merkezi’nin bahçesine kurulmuştur. Burada bir platform oluşturulup, beyaz kilitli taşlar kullanılarak hazırlanan platform ile ortamın yansıtıcılığı artırılmıştır.

3. SALÇA KURUTMA DENEYİ

Kurutulmak üzere hazırlanan salça tepsiler içerisinde kurutma odası raflarına yerleştirilmiş ve kurutulmaya başlanmıştır.

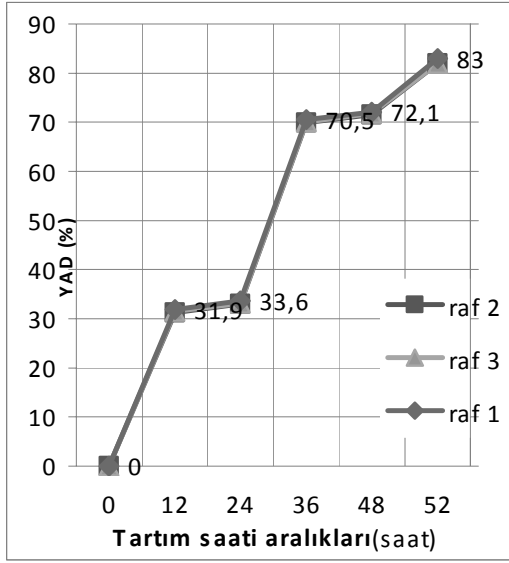
Kurumakta olan salça örneklerinin yüzde ağırlık değişimlerini (YAD) belirlemek amacıyla aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$YAD = [(M_i - M_s) / M_i] * 100 \quad (1)$$

M_i =numunelerin kurutma öncesindeki ağırlıkları

M_s =kurutmadan sonra tartım anındaki ağırlıkları

Ağırlıklar oranlandığı için YAD birimi yoktur. Ağırlık değişimi kg/saat’tir. Bu işlem ilk aşamada ikişer saat arayla gün içerisindeki kurutma oranının tespiti için uygulanmış ikinci aşamada ise 12 ve 24 saatlik zaman aralıklarıyla kurutma süresince kaybettiği sıvı miktarının belirlenmesinde kullanılır. Kurutma sırasında elde edilen veriler grafiğe dönüştürülmüştür. Şekil 2, zaman aralıklarına bağlı olarak ve Şekil 3 de ise günün saatlerine bağlı olarak yaş değişim miktarları oranlanmıştır. Kurutmanın % 83’ü ilk 52 saatte gerçekleşir. Tartıma sabah 6:00, da başlanmıştır. Saat aralıkları buna göre belirlenmiştir.



Şekil. 2. Zamana Bağlı Yüzde Ağırlık Değişimi

Bu ölçümler fanlar gece durdurularak yapılmıştır. Fanlar çalıştırıldığı taktirde gece de bir miktar kurutma yapılabilir.



Şekil. 3. Saatlere Göre Yüzde Ağırlık Değişimi

Gün içerisinde maksimum kurutma miktarı 1,33 gr/dk ile öğle saatlerinde görülmüştür. Minimum kurutma ise 0,07 gr/dk ile gece görülmüştür.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İmal edilen sistemin fonksiyonel olması nedeniyle ilk olarak salça kurutma testi başarı ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerlerin çeşitli gıda ürünlerinin kolaylıkla kurutulabileceğini

göstermiştir. Deney sonuçları kurutmada maksimum verimin 10⁰⁰ ve 15⁰⁰ saatleri arasında elde edildiğini göstermiştir.

Kurutma sisteminden uygun iklim koşullarında istenen sonuçlar elde edilmiştir. Sistemde kullanılan fanlar güneş enerjisinden hareket aldıkları için herhangi bir güç kaynağına bağlı olmaksızın kurutma sistemi bir bütün olarak istenilen yere taşınabilir. Kullanılan fotovoltaik pilin kapasitesi yüksek tutulduğu ve invertör kullanıldığı için kullanıcının basit elektrik gereksinimlerini kolaylıkla karşılayabilecek kapasitede olduğu görülmüştür.

Mayıs ayının ortalarında yapılmış olan çalışmaya göre ideal kurutma süresinin bu mevsimde yaklaşık 5 gün olduğu belirlenmiştir. Yaz aylarında kurutma süresinin azalacağı ve ortalama üç günde ideal bir kurutma yapılabileceği düşünülmüştür. Elde edilen ürünün renginin güneşte kurutmaya nazaran daha iyi görüldüğü saptanmıştır. İlk aşamada küf oluşumu gözlenmemiştir. Tamamen güneş enerjisi ile çalışan bu kurutma sisteminin verimli çalışabilmesi için Diyarbakır ilindeki ışınlam değerleri çok uygundur.

Kurutma sisteminde kullanılacak tüm enerji doğal enerji kaynağı olan güneşten temin edilmiştir. Ekstra bir enerji kaynağı kullanılmaması nedeniyle üretim maliyeti dışında herhangi bir gideri bulunmamaktadır.

Güneş enerjisi ile çalışan bu ve benzeri makinelerin tarımda kullanılması, ürünlerimizin kalitesini yükseltecek ve uluslararası pazarlarda ülkemizin rekabet gücünü ve pazar payını arttıracaktır. Tarımda fosil yakıt tüketiminin azalması da ülke ekonomisine büyük bir katkıda bulunacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan sistemlerin uygulamalarının artırılmasını sağlamak gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik araştırmalar ülkelerin gelişmişlik düzeyleriyle doğru orantılıdır. Ülkemizin güneş kuşağı denilen iyi ışınlam değerlerine sahip ülkelerin arasında bulunması, özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinin iyi ışınlam değerlerine sahip oluşu bu araştırmaların uygulanabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Sahip olunan avantajlı konumun hem tarımda hem de sanayide en iyi şekilde kullanılması büyük yarar sağlayacaktır.

Diyarbakır ilinde kurulan bu sistemin çok amaçlı kurutma işleminde kullanılabileceği belirlenmiştir. Sistem daha büyük boyutlu imal edilerek, sebze ve meyve kurutmada verimli bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi tarafından Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiş olup, sistem proje kapsamında Diyarbakır Büyükşehir Belediyesine ait Güneş Evi Eğitim ve Uygulama Merkezi'nin bahçesine kurulmuştur. Desteklerinden dolayı Diyarbakır Büyükşehir Belediyesine ve Güneş Evi yöneticisi Gültekin Aydeniz 'e teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- 1) Hepbaşlı A., Erbay Z., İçier F. ve Hancıoğlu E. Isı Pompalarının Genel Tanımı İle Gaz Motoru Tahrikli Isı Pompaları Ve Kurutucusu, TESKON 2007, 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Isı Pompalarının Konutsal Ve Endüstriyel Uygulamaları Kurs Kitabı, 25-28 Ekim, İzmir, 2007.
- 2) Hepbaşlı A., Erbay Z., İçier F. ve Hancıoğlu E. Güneş Enerjisi Destekli Gaz Motoru Tahrikli Bir Isı Pompası Sistemi Uygulaması, İKLİM 2007 2. Ulusal iklimlendirme kongresi bildiriler kitabı, 15-18 Kasım Antalya, 2007.
- 3) DİE tarımsal yapı ve üretim, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü DİE Yayınları; 2004.
- 4) <http://tr.wikipedia.org/wiki/Domates>
- 5) Birleşmiş Milletler gıda & tarım organizasyonu (FAO); <http://faostat.fao.org/>
- 6) Kavak A. E., Koçyiğit F. Ve Biçer Y. Enerji Çalışmaları İçin Diyarbakır İlinin İklim Verilerinin Rüzgar Ve Güneş Enerjisi Potansiyelinin Değerlendirilmesi 4. Ege Enerji Sempozyumu 21-23 Mayıs, 2007.
- 7) Ertekin C., Bazı Sebze Ve Meyvelerin Kurutulması. Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği Çalıştayı, E.Ü.Z.F. Tarım Makinaları Bölümü Çalıştaylar Dizisi No:1, s.33-57, 21-22 Mart, İzmir, 2002.
- 8) Ekechukwu O.V., Norton B., Review of Solar Energy Drying Systems II: An Overview Of Solar Drying Technology. Energy Conversion and Management. vol. 40, pp. 615-655. 1999.