



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 2A0047

**TECHNOLOGICAL APPLIED SCIENCES**

Received: May 2009  
Accepted: March 2010  
Series : 2A  
ISSN : 1308-7231  
© 2010 www.newwsa.com

**Ali Etem Gürel**  
**Sezayi Yılmaz**  
**İlhan Ceylan**  
Karabuk University  
etemgurel@gmail.com  
Karabuk-Turkey

**GÜNEŞ ENERJİLİ VE NEM KONTROLLÜ KURUTUCUNUN DENEYSEL ANALİZİ**

**ÖZET**

Bu çalışmada, nem kontrollü güneş enerjili bir kurutucuda biberiye, maydanoz ve nane kurutulması deneysel olarak incelenmiştir. Kurutma sırasında ürünlerde meydana gelen nem değişimi kütle ölçüm metodu ile takip edilmiştir. Biberiye, maydanoz ve nane sırası ile 2.7 g su/ g kuru madde, 7.05 g su/g kuru madde ve 5.71 g su/g kuru madde nem miktarlarından 0.18 g su/g kuru madde, 0.28 g su/g kuru madde ve 0.28 g su/g kuru madde nem miktarlarına kadar 7 saatte kurutulmuşlardır. Kurutma sonrası yapılan analizler dış ortamın kontrolsüz değişen hava şartlarında yapılan kurutmaya göre, kurutucuda yapılan ağırlık ölçümü ve nem kontrollü kurutmanın ürün kalitesini arttırdığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi, Kurutma, Enerji Analizi,  
Nem Kontrolü, Isı Borusu

**EXPERIMENTAL ANALYSIS OF SOLAR DRYER AND HUMIDITY CONTROLLED**

**ABSTRACT**

In this study, Rosemary, Parsley and Mint drying have been experimentally investigated in humidity controlled solar dryer. Moisture changing in during drying was determined with the weight measurement method. Rosemary, Parsley and Mint were dried from the moisture contents of 2.7 g water/g dry matter, 7.05 g water/g dry matter and 5.71 g water/g dry matter to 0.18 g water/g dry matter, 0.28 g water/g dry matter and 0.28 g water/g dry matter respectively in humidity controlled solar dryer in a period of 7 hours. The analysis of after drying showed increases product quality by weight measurement and humidity controlling in solar dryer according to uncontrolled changing drying air conditions in external environment.

**Keywords:** Solar Energy, Drying, Energy Analysis,  
Humidity Control, Heat Pipe

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kuruma; bir madde içinde bulunan sıvının uzaklaşmasıdır. Teknik kurutmada, kuruma işlemine dış müdahale yapılarak madde içerisinde bulunan nem değişik metotlarla alınır. Bu nedenle kurutma, kuruyacak ürün neminin istenilen kuruluk değerlerine belli bir süreçte indirgenmesi olarak tanımlanır. Belli bir süreçte ürünün kurutma değerlerine gelmesini sağlayan ve değişik birimlerden oluşan (ısıtma, nem alma) ünitelerin bütününe kurutma sistemi denir [1].

Kurutma işleminde kullanılan sistemler sanayinin bir çok dalında yaygın olarak (gıda, kağıt, çimento, kereste ve kimya sanayi gibi endüstri dallarında) uygulanmaktadır. Kurutma, genel olarak gıdaların kurutulmasında nemin gıda maddesinden uzaklaştırılması olarak tanımlanır. Gıda maddelerine uygulanan kurutmanın birçok amacı vardır ve bunların belki de en belirgin olanı, uzun süreli depolamalarda ürünün bozulmasını önlemektir. Kurutma işlemi uzun süreli depolamalarda ürünün bozulmadan kalmasını ürünün nemini mikrobiyal gelişme veya diğer reaksiyonları sınırlamaya yeterli seviyeye düşürerek sağlar. Buna ek olarak nem miktarının düşürülmesi ile aroma ve besin değeri gibi kalite özelliklerinin muhafazası da sağlanmaktadır. Kurutma işleminin diğer amacı ürün hacmini azaltarak, gıda maddesinin önemli bileşenlerinin taşınmasında ve depolanmasında verimliliği artırmaktır [2].

Yaygın olarak kullanılan güneş altında kurutma yönteminde, kurutulacak ürün toprak veya beton zemin üzerine serilerek kurutulmaktadır. Bu tip açıkta yapılan kurutmada, kuruma esnasında böcekler, kuşlar ve rüzgarın olumsuz etkileri sebebiyle ürün kayıpları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca hava koşullarının uygun olmaması nedeniyle ürün neminin kısa sürede uzaklaştırılamadığı durumlarda mikrobiyal aktiviteler sonucu üründe küflenme ve verim kayıpları ortaya çıkmaktadır. Açıkta güneş altında kurutmanın bu dezavantajlarını azaltmak mümkündür. Kurutmada kullanılacak havanın ısıtılarak kurutulacak ürün üzerinde kapalı bir ortamda dolaştırılması açıkta kurutma ile karşılaştırıldığında daha kontrollü bir kurutma sağlamaktadır. Kurutma havasının güneş enerjisi ile ısıtıldığı yöntem, havanın uygun bir güneş kolektörü üzerinden geçirilerek ısıtılması ve ürün üzerine doğal konveksiyon veya zorlamalı konveksiyon yolu ile iletilmesi esasına dayanmaktadır [3].

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde; Ceylan vd. (2006), güneş enerjili bir kurutucuda elma kurutmuş ve kurutma sonrası yapılan analizlerle ürün kalitesinin, dış ortamda yapılan kontrolsüz kurutmaya göre arttığını belirlemişlerdir [2]. Koç vd. (2004), kırmızıbiber kurutmada kullanılan güneş enerjili bir kurutucu performansını incelemiştir [3]. Atmaca (2003), güneş enerjili paket tip bir kurutucu tasarlamış ve gerektiğinde kullanmak üzere sisteme destek bir ısıtıcı ilave etmiştir [4]. Aktaş vd. (2004), güneş enerjili kurutma sistemlerinin fındık kurutulmasına uygulanabilirliği üzerine çalışmış ve bu tip kurutmanın fındığın kimyasal yapısını bozmadığını saptamışlardır [5]. Gülçimen (2008), tasarladığı yeni tip havalı kolektörle reyhan ve nane kurutmuş bu ürünlerin kuruma eğrilerini karşılaştırmıştır [6]. Doğan (1999), ısı borulu bir güneş kolektörü tasarlamış ve sistemde kullanılan ısı borusunun kurutma süresini azalttığını tespit etmiştir [7]. Pekmez (2004), nane yapraklarını tepsili kurutucu, donduruculu kurutucu ve dolaylı güneş enerjili kurutucu olmak üzere üç farklı biçimde kurutmuş, 65°C sıcaklıkta 1.0 m/s hava hızıyla ve 60°C sıcaklıkta 2.0 m/s hava hızında güneş enerjili kurutucu ve tepsili kurutucuda kurutulan nanein kuruma eğrilerini elde etmiştir [8]. Popescu vd. (1972), maydanoz numunelerini üç aşamalı kurutma işlemi ile kurutmuşlardır. Bu yöntemde, sıcak hava ile %30-50 nem içeriği sağlanıncaya kadar kısmi

ön kurutma yapılmış, sonra nem dengesi sağlanmış ve son aşamada ise nem içeriği %5-7 oluncaya kadar sıcak hava ile kurutmuşlardır. Bu yöntemle kurutulan ürünlerin tekrar su alma yetenekleri ve pişirme özellikleri sıcak hava ile kurutulan ürünlere göre yüksek ve kuruma süresinin kısa olduğu belirtilmiştir [9].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, ilk yatırım maliyeti düşük, işletme giderleri az ve çalışması karmaşık olmayan bir güneş enerjili nem kontrollü kurutucu (GENKK) tasarlanmış ve tarafımızdan imalatı yapılmıştır. İmalatı yapılan GENKK'da biberiye maydanoz ve nane kurutulması deneysel olarak analiz edilmiştir.

Ağırlık değişimine göre nem miktarlarının belirlenebilmesi için ürünlerin tam kuru ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Kurutma işlemine başlamadan önce ürünler (biberiye, maydanoz ve nane) sırayla 110°C'de sabit tutulan bir fırında belirli aralıklarla ağırlık ölçümleri yapılarak kurutulmuş, birbirini takip eden 2 ölçüm sonunda ağırlığın %1'den az olması durumunda ürünler tam kuru kabul edilmiştir. Kurutma işlemi sırasında ürünlerin ağırlık değişimi, kurutma havası sıcaklıkları ve nem değerleri, nem oranları değişimleri ve GENKK'dan elde edilebilecek kullanılabilir enerji miktarı belirlenmiş ve grafiklerle bu çalışmada verilmiştir.

## 3. TEORİK ANALİZ (THEORETIC ANALYSIS)

Ürünlerde kuru esasa göre hesaplanan su oranı için;

$$MC_{KA} = \frac{M_t - M_g}{M_t} \quad (1)$$

Eşitliği kullanılmıştır.

Ürünlerde yaş esasa göre hesaplanan su oranı için;

$$MC_{YA} = \frac{M_t - M_g}{M_g} \quad (2)$$

Eşitliği kullanılmıştır [10].

Nem oranın hesaplanmasında ise aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$MR = \frac{M_t - M_g}{M_o - M_o} \quad (3)$$

Kurutma en önemli verim etkinliği kg nem kaldırmak için harcanması gereken enerjidir. Özgül nem çekme oranı (SMER) olarak tanımlanan bu ifade Eşitlik 4'te verilmiştir [11].

$$SMER = \frac{\dot{m}_a}{W_f} \quad (4)$$

Eşitlikleri ile hesaplanmıştır [12].

Kuru hava için kütle korunumu;

$$\sum \dot{m}_t = \sum \dot{m}_o \quad (5)$$

Hava ile taşınan su buharı için kütle korunumu;

$$\sum (\dot{m}_{wt} - \dot{m}_{mp}) = \sum \dot{m}_{wo} \quad (6)$$

Ya da

$$\sum (\dot{m}_{ta} \cdot \omega_t + \dot{m}_{mp}) = \sum \dot{m}_{oa} \cdot \omega_o \quad (7)$$

Eşitliği ile ifade edilir.

Genel enerji korunumu denklemi;

$$\dot{Q}_{sc} - W = \sum \dot{m}_{ta} \cdot (h_{oa} - h_{ta}) \quad (8)$$

Kurutucu içersinde buharlaşma süresince enerji miktarı;

$$\dot{Q}_{sc} = \dot{m}_a \cdot (h_{ta} - h_{oa}) \quad (9)$$

Kollektörden kazanılan enerji ise aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir;

$$\dot{Q}_{sc} = \dot{m}_{ta} \cdot C_{p,atr} \cdot (T_{ta} - T_{ct}) \quad (10)$$

$$\dot{m}_{ia} = \rho_{ia} \cdot \dot{V}_i \quad (11)$$

Bu eşitlikler neticesinde faydalı enerji;

$$\dot{W} = \dot{m}_a \cdot (h_{ia} - h_{oa}) - [\dot{m}_a \cdot (h_{fg} - h_{fs})] \quad (12)$$

Şeklinde ifade edilir.

Burada  $m_{ia}$  havanın kütleli debisi,  $C_p$ , havanın özgül ısısı,  $V_i$ , havanın hacimsel debisi,  $\rho_{ia}$ , havanın yoğunluğu,  $T_{ia}$  ve  $T_{aai}$  ise sırasıyla kollektöre giren ve çıkan ortalama sıcaklıklardır.

Güneş enerjili kurutucudan elde edilecek verim Eşitlik 13 kullanılarak hesaplanabilir.

$$\eta = \frac{Q_{ik}}{F_k \cdot I_{GR}} \quad (13)$$

Belirsizlik analizi verilen bilgilerin doğruluk sınırlarını belirler. Kurutucuda kullanılan 3 ölçüm cihazının standart sapmaları göz önünde bulundurularak belirsizlikleri Eşitlik 14-18'den hesaplanmış ve Tablo 1'de gösterilmiştir.

$$X_M = \frac{1}{N} \sum X_i \quad (14)$$

$$V = \frac{1}{N} \sum (X_i^2 - X_M^2) \quad (15)$$

$$S = \sqrt{V} \quad (16)$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{N}} \quad (17)$$

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^N a_i^2 - S_i^2} \quad (18)$$

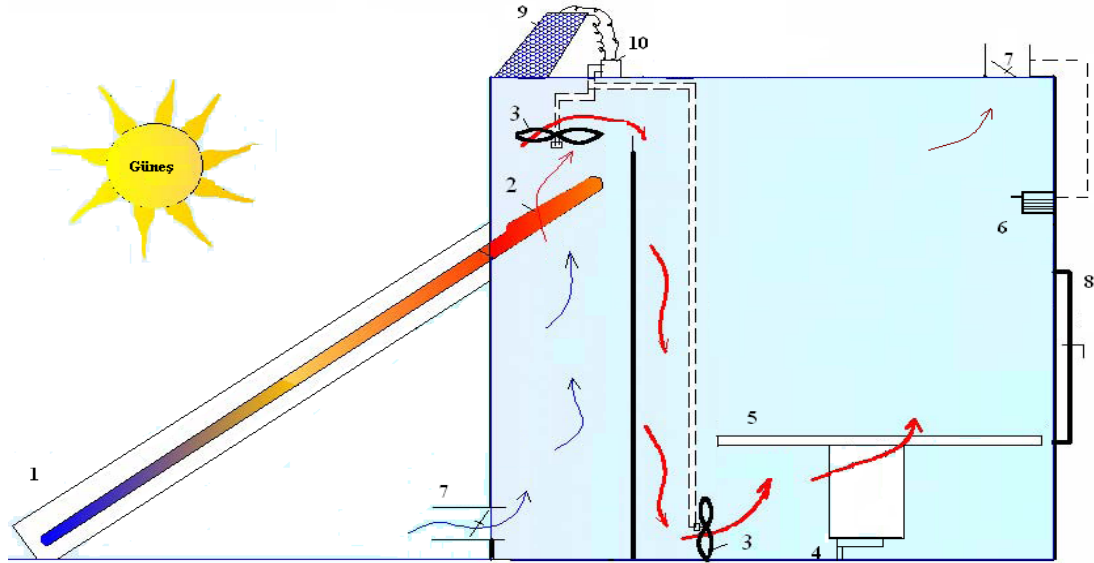
Eşitliklerde " $X_M$ " gözlemlerin aritmetik ortalaması, " $X_i$ " yapılan gözlemler, " $N$ " gözlem sayısı, " $a$ " hassasiyet, " $S$ " standart sapma, " $V$ " varyans " $U$ " belirsizliktir [13].

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL METHOD)

Tasarlanıp imal edilen GENKK; kanatçıklı ısı borulu kolektör, fan, ayar damperi, güneş pili ve kurutma kabininden oluşmaktadır. Sistem enerji kaynağı olarak ısı borulu güneş kolektöründen aldığı ısıyı kullanacak şekilde tasarlanmıştır. Kolektörün sisteme gerekli ısıyı sağlaması için on adet ısı borusu çinko sac tabakaya monte edilip mat siyaha boyanarak kullanılmıştır. Sistemde kurutma kabini içerisindeki havanın sirkülasyonu için kullanılan fanlar güneş piliyle çalıştırılmıştır.

Kurutma fırını içerisinde yerleştirilen ürünlerin nemi, ısı borulu güneş kolektöründen aldığı ısı ile buharlaşarak kurutma havasına karışmaktadır. Bunun sonucunda nemi artan hava zamanla kurutma yeteneğini kaybetmektedir. GENKK'da bağıl nemi artan hava higrostat vasıtasıyla kumanda edilen kanal damperinden dışarıya atılmıştır. Kurutma sırasında aynı havanın bağıl nemi artana kadar kurutucuda kullanılması ile yüksek kurutma sıcaklığı elde edilecektir. Kurutmada hava sıcaklığı en önemli etkidir.

Tasarımı ve imalatı yapılan kurutucu Şekil 1'de gösterilmiştir. Kurutma sırasında kolektör üzerine gelen güneş radyasyonu, kurutma havası sıcaklığı, dış hava sıcaklığı, kurutma havası bağıl nemi, fan hızı ve ürünlerdeki ağırlık değişimleri yapılmıştır.



Şekil 1. Güneş enerjili nem kontrollü kurutucu (GENKK)

1. Isı borulu güneş kolektörü, 2. Isı borusu kanatçıkları, 3. Sirkülasyon fanları, 4. Ağırlık ölçer, 5. Raf, 6) Nem ölçer, 7. Hava kanalı, 8. Kurutucu kapağı, 9. Güneş pilleri, 10. Batarya

(Figure 1. Solar dryer with humidity controlled)

(1. Sun collector with heat pipe, 2. Heat pipe fins, 3. Circulation fans, 4. Scales, 5. Shelf, 6. Humiditymeter, 7. Air duct, 8. Dryer cover, 9. Sun provinces, 10. Battery)

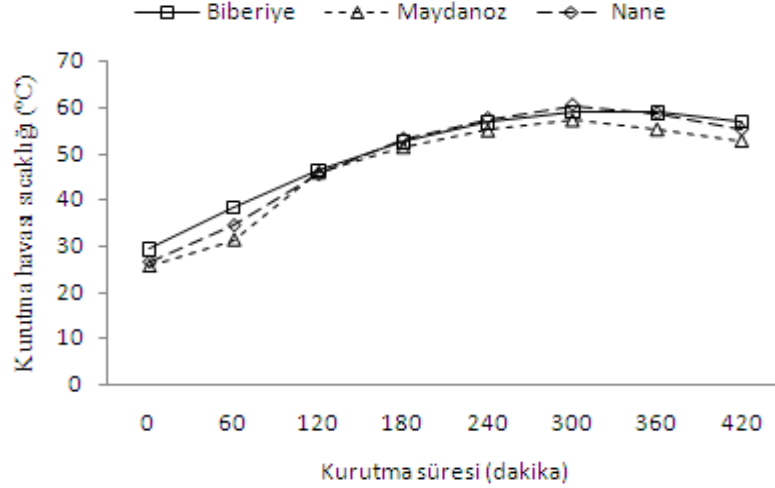
#### 5. DENEY SONUÇLARININ ANALİZİ (ANALYSIS OF EXPERIMENTAL RESULTS)

Biberiye, maydanoz ve nane yapraklarının tam kuru ağırlığı 110 °C'de sabit tutulan bir fırında 6 saat bekletilerek bulunmuştur. Birbirini takip eden iki ölçüm sonunda ağırlığın %1'den az olması durumunda ürünler tam kuru kabul edilmiştir. Ürünlerin tam kuru haldeki su oranı kuru esasa göre Eşitlik 1'den biberiye için 2.7 g su/g kuru madde, maydanoz için 7.05 g su/g kuru madde ve nane için 5.65 g su/g kuru madde olarak bulunmuştur. Ürünlerin tam kuru haldeki su oranı yaş esasa göre Eşitlik 2. kullanılarak biberiye için 0.73 g su/g yaş madde, maydanoz için 0.88 g su/g yaş madde ve nane için 0.85 g su/g yaş madde olarak bulunmuştur. Eşitlik 14-18 kullanılarak cihazlara ait belirsizlikler hesaplanmış ve kullanılan cihaz özellikleri ile birlikte Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Deney sisteminde kullanılan ölçüm ve kontrol cihazları  
(Table 1. Description of measurement devices)

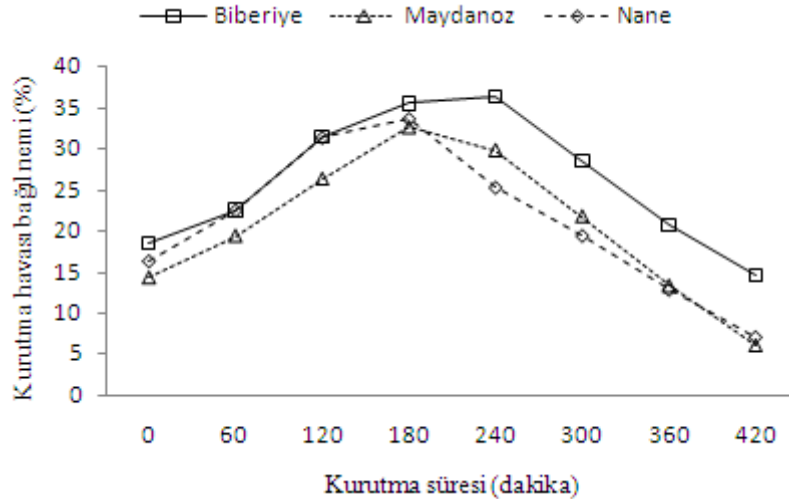
Kullanılan Cihaz	Özellikleri	Belirsizlik
Dijital Tartı	Mettler Toledo, Excellence XS6002S model, en yüksek ölçülebilecek miktar 6100g, ölçüm hassasiyeti 0.01g	± 6.206 g
Hava Hızı ve Sıcaklık Ölçüm Cihazı	Testo, sıcaklık -20,+70°C, hız 0-20 m/s ölçüm hassasiyeti 0.01 m/s, 0.1°C heated wire, NTC sensör.	± 0.446 m/s
Sıcaklık ve Nemölçer	Testo, 635 model, 0-100% bağıl nemde ± 0.3 ölçüm hassasiyeti -50,+150°C sıcaklıkta ± 0.5 ölçüm hassasiyeti	± 1.42 °C
Solarmetre	Haenni marka -130 model, en yüksek ölçülebilecek değer 1500 W/m <sup>2</sup> , ölçüm hassasiyeti ± % 1.5	± 16.09 W
Higrostat	Lae firmasına ait LTR 5 model, -50,+150°C ölçüm sıcaklığı, 0-100% bağıl nem	-
Güneş Paneli	Kyocera, maksimum güç 54W, 17V, 3.11 A	-

Kurutma havası sıcaklığı ve bağıl neminin değişimleri Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir. Kurutma havası hızı ürün üzerinde 0.6 m/s olarak ölçülmüştür. Deney yapılan günler için kolektör yüzeyine gelen güneş ışınımı solarmetre ile ölçülmüştür. Eşitlik 13 kullanılarak GENKK'nin verimi hesaplanarak Tablo 2'de gösterilmiştir. Kurutma sırasında aynı havanın ısı borulu kolektör kanatçıklarından geçmesi ile kurutma havası sıcaklığı 60°C'ye kadar yükselmiştir.



Şekil 2. Kurutma süresine göre kurutma havası sıcaklıkları  
(Figure 2. Drying air temperature according to drying time)

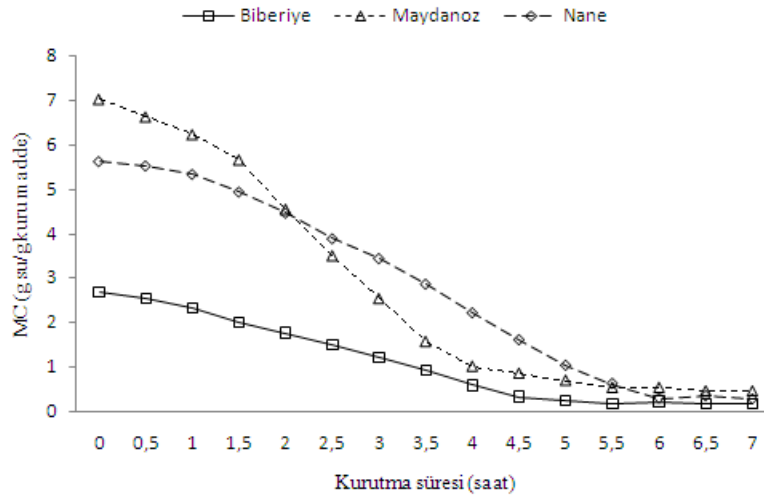
Üründen kurutma havasına aktarılan nem ile birlikte bağıl nemde artmıştır. Ürünlerdeki nem azaldıkça ve kurutma havası sıcaklığı arttıkça kurutmanın devamında bağıl nemde azalmıştır. Bu ilişki Şekil 3'den görülmektedir. Deneyler sırasında higrostat vasıtasıyla kumanda edilen kanal damperini seyrek olarak devreye girmiştir.



Şekil 3. Kurutma süresine göre kurutma havası bağıl nemleri  
(Figure 3. Drying relative humidity according to drying time)

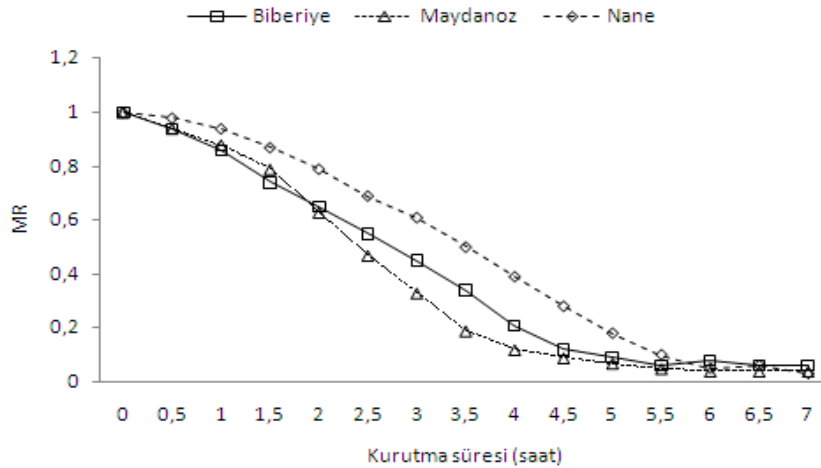
Deneyler sırasında %30 üst set değerine ayarlanan higrostat, kurutucu içerisindeki havanın bağıl nemi set değerine ulaştığında kanal damperini açarak bağıl nemi ve sıcaklığı yükselen havayı dışarı atmıştır. Higrostatın ayarlandığı alt set noktası olan %20 kurutucu bağıl nemine gelerek higrostat kanal damperini kapatmıştır.

Deneyler süresince ürünlerin ağırlıkları dijital tartıyla kaydedilmiş ve Eşitlik 1. kullanılarak biberiye, maydanoz ve nane yapraklarına ait nem miktarı belirlenerek Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Kurutma süresince ürünlerdeki nem içeriği değişimi  
(Figure 4. Variation of moisture content with drying time)

Ürünlerin kuruma hızları, eşitlik 3'den hesaplanarak şekil 5'de gösterilmiştir. Şekil 5'den de görüleceği üzere başlangıç nem miktarları diğerlerine göre daha fazla olan nane en yüksek kuruma hızına sahip olmuştur. Ürünlerdeki serbest nemin alınmasından sonra kuruma sabit hızda kuruma periyodunda devam etmiştir. Kurutma sistemine ait ürünlerin özgül nem çekme oranları Eşitlik 4'ten hesaplanmış ve Tablo 2'de gösterilmiştir.



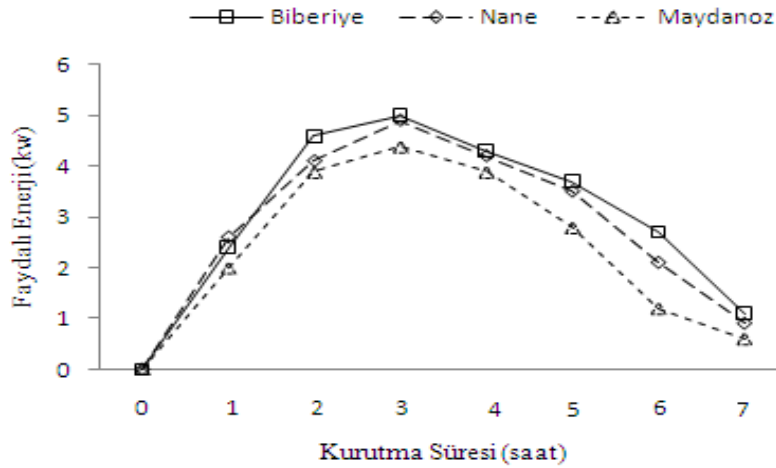
Şekil 5. Nem Oranının Kurutma Süresine Bağlı Olarak Değişimi  
(Figure 5. Variation of moisture ratio with drying time)

Tablo 2'den görüleceği üzere ürünlerdeki başlangıç nem oranları ile özgül nem çekme oranları arasında doğru orantı söz konusudur. Başlangıç nem miktarı diğerlerine oranla fazla olan maydanozun özgül nem çekme oranı da fazla olmuştur. Kurutucu verimi ortalama %52 olarak bulunmuştur. Kurutucuda hava sızıntıları ile kayıplar olmuştur ve verim hava sızıntılarının giderilmesi ile artabilecektir.

Tablo 2. Güneş enerjili kurutucunun performansı  
(Table 2. Evaluation of solar dryer performance)

Ürün	SMER (g/Wh)	Verim (%)	Başlangıç Nem Miktarı (g su/ g kuru madde)	Son Nem Miktarı (g su/g kuru madde)
Biberiye	0.242	51	2.7	0.18
Maydanoz	0.317	53	7.05	0.28
Nane	0.289	53	5.71	0.28

GENKK'da faydalı enerji, eşitlik 12'den hesaplanmış ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Faydalı enerji, güneş radyasyonu ile orantılı bir şekilde değişim göstermektedir. Özellikle ürünlerden buharlaşan nem miktarının arttığı öğle saatlerinde, GENKK'da faydalı enerji artmış nem miktarının dolayısıyla da entalpi değerinin düşmesiyle faydalı enerji de azalmıştır.



Şekil 6. Kurutma zamanına göre faydalı enerjinin değişimi  
(Figure 6. Variation of energy utilization with drying time)

## 6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yapılan deneysel analizler ile birlikte aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- GENKK'da yapılan kurutma işlemi doğada kontrolsüz hava şartlarında yapılan kurutmaya göre daha kaliteli ürün elde edilmesini daha kısa sürede sağlayabilmiştir.
- GENKK'nun gece kurutma işlemine devam ettirememesi sistemin dezavantajı olarak gözükmektedir. Kurutma süresi uzun olan ürünler için sistemin ısı pompası ya da başka ek enerji kaynağı kullanılarak gece de kurutma işlemine devam ettirilebilmesi sağlanmalıdır.
- GENKK'nun ilk yatırım ve işletme maliyetleri oldukça düşük, çalışması karmaşık değildir.
- GENKK özellikle yazın nem oranı düşük, kurutma süresi kısa olan ürünlerin kurutulmasında rahatlıkla kullanılabilir. GENKK 7 saatlik çalışma periyodunda çalışabilmektedir.
- Kurutmada kuruma hızını etkileyen en önemli etkenlerden (Sıcaklık, hava hızı, nem miktarı vb) biri sıcaklıktır. Kurutucuda aynı havanın sirküle etmesi ve sistemden havanın sadece gerektiği zaman higrostat ve kanal damperi kullanılarak atılması kurutma havası sıcaklığını 60°C kadar çıkarmıştır. Bu da sistem verimini yükselterek, ürünlerin kurutma süresini kısaltmıştır.



- Kurutucuda herhangi bir sıcaklık kontrolü sağlanmadığından kurutulacak ürünün yüksek sıcaklıktan etkilenmeyen ürünler olması gerekmektedir. Ya da sıcaklık değişimlerinden etkilenmeyen ürünler olmalıdır.

#### SEMBOLLER VE KISALTMALAR (NOMENCLATURES AND SUBSCRIPTS)

<b>MC<sub>YA</sub></b>	Yaş maddeye göre ürün içerisindeki nem miktarı (g su/g yaş madde)
<b>MC<sub>KA</sub></b>	Kuru maddeye göre ürün içerisindeki nem miktarı (g su/g kuru madde)
<b>M<sub>t</sub></b>	Kurutmadan önce numune kütlesi, g
<b>M<sub>e</sub></b>	Kurutmadan sonra numune kütlesi, g
<b>ṁ</b>	Havanın kütleli debisi (kg/s)
<b>ṁ<sub>d</sub></b>	Kuruma oranı (g/h)
<b>ω</b>	Özgül nem (g/kg)
<b>W<sub>f</sub></b>	Fan gücü (W)
<b>h</b>	Entalpi (kJ/kg)
<b>T</b>	Sıcaklık (°C)
<b>V<sub>i</sub></b>	Havanın hacimsel debisi (m/s)
<b>C<sub>p,air</sub></b>	Havanın özgül ısısı (kJ/kg °C)
<b>Q̇</b>	Kurutma havasına aktarılan enerji (kJ/s)
<b>F<sub>k</sub></b>	Kolektör yüzey alanı (m <sup>2</sup> )
<b>I</b>	Güneş radyasyonu (W/m <sup>2</sup> )
<b>MR</b>	Nem oranı
<b>MC</b>	Nem miktarı (%)
<b>SMER</b>	Özgül nem çekme oranı (g/Wh)
<b>m<sub>p</sub></b>	Nem üretimi
<b>oa</b>	Çıkış havası
<b>ia</b>	Giriş havası
<b>w<sub>i</sub></b>	Su girişi
<b>w<sub>o</sub></b>	Su çıkışı
<b>SC</b>	Güneş kolektörü
<b>GENKK</b>	Güneş enerjili nem kontrollü kurutucu

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ceylan, İ. ve Doğan, H., (2004). Nem Kontrollü Kondenzasyonlu Kereste Kurutma Fırını, II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi., Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, ss:155-166.
2. Ceylan, İ., Aktaş, M., ve Doğan, H., (2006). Güneş Enerjili Kurutma Fırınında Elma Kurutulması, Politeknik Dergisi, Cilt: 9 Sayı: 4 ss: 289-294.
3. Koç, A.B., Toy, M. ve Vardın, H., (2004). Kırmızı Biber Kurutmada Kullanılan Güneş Enerjili Bir Kurutucu Performansı, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:8, Sayı: 2 ss:57-65.
4. Atmaca, H., (2003). Güneş Enerjili Paket tip Kurutucu Tasarımı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, Mersin, ss: 14-22.
5. Aktaş, M., Ceylan, İ. ve Doğan, H., (2004). "Güneş Enerjili Kurutma Sistemlerinin Fındık Kurutulmasına Uygulanabilirliği", Teknoloji Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 4, ss: 557-564
6. Gülçimen, F., (2008). Yeni Tasarlanan Havalı Kolektörler Yardımı ile Reyhan ve Nane Kurutulması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Elazığ.
7. Doğan, H., (1999). Isı Borulu Güneş Kolektörü ile Kurutma, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 5 Sayı: 1 ss:431-435.

8. Pekmez, H., (2004). Güneş Enerjili, Tepsili ve Donduruculu Kurutucularla Naneyi Kurutma Çalışması, Gaziantep Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep.
9. Popescu C., Marinescu I., and Flueraru, M., (1972). Manufacture of Dehydrated Vegetables with Improved Rehydration Properties, For Use in Soup Concentrates, *Lucrari de Cercetare, Cilt: 10, ss: 103-117.*
10. Ashrae Temel El Kitabı Bölüm 10, (1993). Tarım ürünlerinin kurutulmasında ve depolanmasında göz önüne alınacak fizyolojik etkenler, Tesisat mühendisleri derneği teknik yayınlar:2, Sayı: 10 Cilt:5.
11. Ceylan, İ., (2007). Programlanabilir (PLC) Isı Pompalı Kurutucunun Tasarımı, İmalatı ve Kereste Kurutma İşleminde Deneysel İncelenmesi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, ss:45-80.
12. Shariah, A., Al-Akhras, M.A., and Al-Omari, I.A., (2002). Optimizing The Tilt Angle of Solar Collectors, *Renewable Energy, Sayı: 26, ss: 587-598.*
13. Ceylan, I., Aktaş, M. ve Doğan, H., (2007). Isı pompalı Destekli Bir Kurutucuda Kerestelerin Kurutma Süresinin Belirlenmesi" Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:22, Sayı: 4, ss:847-854.