

Design, Manufacturing and Performance Analysis of Solar Energy Assisted Heat Pump of Mint Leaves Dryer

Mustafa ERTÜRK¹, Yusuf ÇAY^{*2}, Can COSKUN³ Zuhul OKTAY³, Ali KEÇEBAŞ⁴, Ali DAŞDEMİR⁴

¹Department of Mechanical Engineering, Balıkesir University, Balıkesir, Turkey

^{*2}Department of Mechanical Engineering, Sakarya University, 54187 Sakarya, Turkey

³Energy Modelling Group, Energy System Engineering Department, Recep Tayyip Erdogan University, Rize, Turkey

⁴Energy System Engineering Department, Mugla University

Abstract

In this study, design, production and performance analysis of solar energy-assisted air/air heat pump and mint drying stove have been carried out. The system designed and produced as closed cycle. Temperature of air, that has been preheated by hot air collectors, is increased by making it passed through heat pump condenser. Drying air temperature in control system has been set to 40 C . Electrical resistance system is activated in a condition of temperature drops to below 40 C . The moisture that had been sent away from mint is passed over evaporator. The air ,dehumidificated in evaporator exit, is sent again to hot air collector to be reheated. Mint were dried at 40 C dry bulb temperature and average 0.5 m/s air velocity in a period of 420 min. According to experiment results, average heating coefficient performance (COP_{wh}) and specific moisture extraction rate (SMER_{ws}) were calculated for whole system as 2.32 and 0.218 kg/kWh respectively.

Key words: Solar Energy, Heat Pump, Drying, Mint

1. Giriş

Son yıllarda ilaçlardaki sentetik maddelerin yan etkilerinin artması, insanları doğal veya kültürel ortamlarda yetişen bitkilerle tedaviye yöneltmiştir. Bunları inceleyen etnofarmakognozi, etnobotanik, etnofarmakoloji gibi bilim dalları kurulmuş, geliştirilmiş ve günümüzde popüler bilim dalları haline gelmişlerdir [1]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından tıbbi bitkiler üzerinde 1990'lı yıllarda 91 ülkede yapılan yayınlara ve farmakopellerine dayanarak hazırladığı raporda, tedavi amacıyla kullanılan tıbbi bitki sayısının 500 civarında olduğu ve bu sayının her geçen gün arttığı belirlenmiştir [2]. Türkiye coğrafi konumundan dolayı nedeniyle zengin bir floraya sahiptir. Türkiye endemik bitki türlerinin de fazlaca bulunduğu bir ülkedir [3, 4]. Son yıllarda birçok ülkedeki insanlar, tıbbi ve baharat bitkilerine yani doğal ürünlere ilgi göstermektedir. Örneğin Yeni Zelanda'da 1043 kişi arasında yapılan bir araştırmada her üç kişiden birinin bu bitkilerin bazılarını kullandıkları ve faydasına inandıkları görülmüştür. Yine aynı çalışmada kadınların erkeklere göre bu bitkilere eğilimlerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir [5]. Tıbbi ve aromatik bitkilerin hasat döneminde üretim çok, tüketim sınırlı olmaktadır. Hasat dönemindeki talep fazlası ürünleri saklayabilmek için çeşitli kurutma teknikleri geliştirilmiştir. Bu tekniklerle hasat sonrası dönemi sonrasında da bu ürünlere ulaşılabilir. Aromatik bitkiler arasında en fazla rabet gören ürünlerden biride nane'dir. Nananın kurutulması üzerine literatürde farklı çalışmalar bulunmaktadır.

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: caglar@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955752

Kadam [6], nane yapraklarının kurutma kinetiklerini nem içeriği, nem oranı, kuruma süresi ve hızı bakımından araştırmıştır. Kuruma davranışını 45, 50, 55, 60 ve 65 °C'de incelemek için 30 devir/dakikalık bir hızda bir laboratuvar tünel modeli kurutucu kullanıldı. Park et al [7] nane yapraklarının kuruma parametrelerini ve desorpsiyon izotermelerini değerlendirmiştir. Ampirik Page modelinin, 50 °C -1.0 m / s eğrisi haricinde, Fick modeli ile karşılaştırıldığında deneysel nane kurutma verilerine daha iyi uyum göstermiş olduklarını tespit ettiler. Boulemtafes-Boukadoum ve Benzaoui [8] Mint'in güneş kurutma işleminin enerji ve ekserji analizini araştırmışlardır. Deneysel çalışma yaz mevsiminde Cezayir'in eteklerinde Bouzareah'da gerçekleştirilmiştir. Doymaz [9] nane yapraklarının ince tabakalı kuruma davranışını araştırmıştır. Nane yapraklarının 35-60 ° C'lik bir sıcaklık aralığı için ince tabakalı kuruma davranışı bir dolap kurutucuda belirlenmiştir. Akpınar [10], nane yapraklarının bir güneş kurutucusunda kurutulmasının performans analizlerini araştırmıştır. Kurutma dolabının enerji kullanım oranı (EUR) değerlerinin% 7.826 ile% 46.285 aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Ekserjetik etkinlik değerleri 34.760-87.717% aralığında belirlenmiştir. Therdthai ve Zhou [11] nane yaprakları mikrodalga vakum kurutma ve sıcak havada kurutmayı karakterize etmiştir. Sıcak hava ile kurutma için 60 ° C ve 70 ° C'de iki kurutma sıcaklığı incelendi. Lewis's, Page's ve Fick'in modelleri çeşitli kuruma koşullarında kuruma kinetiğini tanımlamak için kullanılmıştır.

Yapmış olduğumuz çalışmada aromatik bitkilerden olan nane'nin kurutulması için yenilikçi bir fırın tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan ve üretimi gerçekleştirilen fırın hem güneş enerjisinden hem de ısı pompasından faydalanmaktadır. Yapılan testler sonrasında nane kurutması için üretilen fırından olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

2. Nane Kurutulması

Nane kurutulması noktasında uygulamada farklı yaklaşımlar yer almaktadır. Bunlar sırasıyla; güneşte kurutma, gölgede kurutma, cam sera içinde kurutma ve sıcak hava ile kurutma olarak ifade edilebilmektedir. Güneşte kurutma üründe bazı zararlı maddelerin oluşumuna sebep olduğu için ticari ürünlerde pek tercih edilen bir yöntem değildir. Gölgede kurutma değerlendirildiğinde güneş ışınının ürüne direk temas etmediği kurutma yöntemidir. Bu yöntemde üstü kapalı, yanları açık çardak, sundurma veya hangarlar içinde kurutulma yapılmaktadır. Kurutulacak ürünler kurutma rafları üzerine serilerek kurutulmaktadır. Cam sera içinde kurutma sistemi şu şekilde meydana gelmektedir. Güneş radyasyonu yeterince yüksek olmadığı yerlerde cam sera gibi bir mekânda demetler halinde ya da raf sistemlerinde çok ince serilerek kurutma işlemi yapılır. Sıcak hava ile kurutma yöntemi işletme masrafı olmasına rağmen kalitenin yüksek olması istenen ürünlerde kullanılan bir yöntemdir. Kurutulacak ürünün miktarına ve cinsine bağlı olarak farklı sıcak hava kurutma yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; kurutma dolabı (küçük miktarların kurutulması), kurutma odası (orta ölçüde ürün kurutulmasında) ve kurutma tüneli (büyük miktarlardaki malzemenin kurutulması) yöntemleridir.

3. Analiz Yapılan Kurutma Sistemi

Bilindiği üzere, atmosfere açık direkt güneş ve rüzgar yardımıyla kurutmanın dezavantajlarını azaltmak kapalı devre kurutma sistemleriyle mümkün olmaktadır. Kapalı devre kurutma için

kullanılan ısı kaynaklarından biride güneş enerjisidir. Güneş enerjisi destekli kapalı devre kurutma sistemlerinde; sıcak kurutma havası güneş kolektörleri içerisinde geçirilerek kontrollü bir kurutma sağlamaktadır. Sıcak hava ile ürün kurutma işleminde kurutma havası belli bir sıcaklığa kadar yükseltilerek nem alabilme özelliği artırılmaktadır. Sıcak hava zorlanmış olarak kurutulacak ürün üzerine belli bir hızda gönderilmektedir. Ürün ile temas eden sıcak hava ürünün nemini almakta ve kurutma işlemi gerçekleşmektedir. Kontrollü ortamda kurutulan ürünler, güneş ışınımına direkt maruz kalan ürünlere göre daha hijyenik ve kuruma sonunda doğal renk, tat, koku ve besin maddelerinde daha az değişim olmaktadır.

Deney sistemi ısı pompası sisteminin yoğunlaştırıcısını ve güneş kolektörünü enerji kaynağı olarak kullanacak şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir. Kurutma fırını içerisindeki nane'nin nemi, güneş kolektöründen ve ısı pompasından alınan ısıyla yapılmaktadır. Kapalı devre çalışan güneş enerjisi destekli kurutucuda, ısı borulu kolektörü girişine konulan fanın devri kurutma havası sıcaklığı olarak belirlenen 40 °C sıcaklığı ürün üzerinde sağlayabilmek için frekans invertörü ile kontrol edilmiştir. Kurutma sisteminin imalatında kullanılan ekipmanların özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Güneş kolektörü ısı borulu tip olup ısı borusunun kondenser kısmındaki kanatçıklı yüzeyden kurutma havası geçirilerek kurutma havasının ısıtılması sağlanmıştır. Isı pompası sisteminde soğutucu akışkan olarak R-134a gazı kullanılmıştır.

3.1. Sistem Ekipmanları

Bu çalışmada nane bitkisinin yenilenebilir enerji kaynaklı hibrit sistemle kurutması araştırılmıştır. Tasarımı, imalatı ve performans testleri yapılan güneş enerjisi destekli ısı pompalı kurutma fırınına ait ekipmanlar; kompresör, yoğunlaştırıcı (kondenser), buharlaştırıcı (evaporatör), kurutucu filter (dryer), kılcal boru, fan, frekans invertörü, proses control cihazı, kurutma odası ve güneş kolektöründen oluşmaktadır (Şekil 1). Sistem ekipmanları ve özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

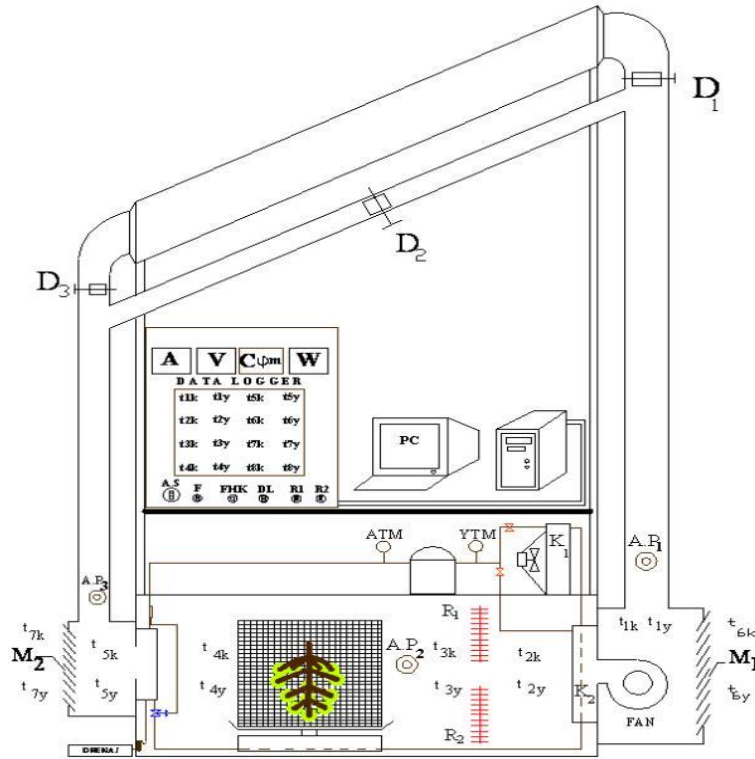
3.3.1. Sıcak Hava Kolektörü

Sıcak hava kolektörü 1130x755x175 mm ebatlarında imal edilmiştir. Emici yüzeyin üst bölümü bakır levha olarak seçilmiştir. Kolektör ısı transfer yüzeyini arttırmak için bakır emici yüzeyin altına ters Z şeklinde görülen galvanizli saçtan imal edilmiş 10 adet kanat film kalmayacak şekilde 8 cm aralıklarla perçinle birleştirildi. Kanatların altında galvanizli saç levha punta kaynak makinasıyla birleştirilerek kolektör içerisinde dikdörtgen kesitli 10 adet kanal Şekil 2'deki gibi imal edilmiştir. Şekil 3'te görüleceği üzere kanallarda havanın eşit miktarda dağıtımı için girişe dağıtıcı distribütör (DD), çıkışa toplayıcı distribütör (TD) takılmıştır. Kurutma fırını üzerine monte edilen sıcak hava kolektörünün eğim açısı 24.6° olarak belirlenmiştir. Belirlenen açı yaz uygulaması düşünüldüğünde Balıkesir ili için en uygun açı değeridir.

3.3.2. Kurutma fırını, ısı pompası ve kanal sistemi

Kurutma fırının ölçüleri 570x600x960 mm ebatlarında olacak biçimde yapılmıştır. Kurutma fırını üzerindeki 1 numaralı kondenser, 2 numaralı kondensere bağımsız olarak çalışabilmektedir. Bu durum sistemin sadece güneş radyasyonu ile çalıştırılması halinde, üründen buharlaşan nemi fırın

içerisindeki evaporatörde yoğunlaşmasını sağlayacaktır. Fırın içerisindeki kondenserin önüne iki adet 1500 Watt gücünde elektrikli rezistans bulunmaktadır. Bu rezistanslar kurutma havası debisi ayarlamamızı sağlamaktadır.



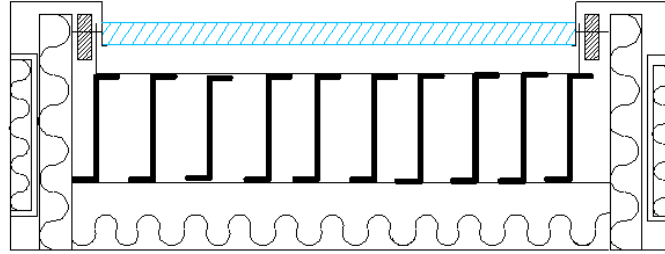
Şekil.1 PLC Kontrollü Hibrit Kurutma Fırını

Tablo 1. Güneş enerji destekli ısı pompalı kurutucuda kullanılan ekipmanların özellikleri

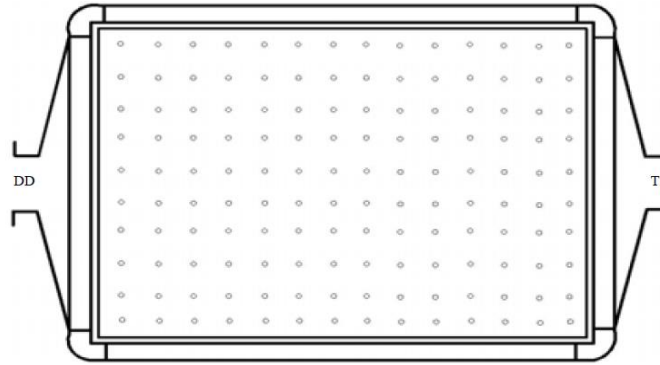
Kullanılan ekipmanı	Teknik özellik
Kompresör	Embraco marka, 1/3 HP gücünde
KondensEr	Günay marka, 2 adet, 1/2 HP gücünde
Evaporatör	Günay marka, 1 adet, 1/3 HP gücünde
Radyal fan	700 Watt, 1700 m³/h, 2860 d/d, 50 Hz, 220 V
Valfler	2 adet 1/4" glop valf, 1adet Danfoss marka içten dengelemeli termostatik genişleme valfi
Güneş kolektörü	Bakır emici yüzeyin altına ters Z şeklinde galvanizli saçtan imal edilmiş 10 adet kanat film, 1130x755x175mm ebatlarında
Proses kontrol ekipmanı	Endkon marka, 16 çıkışlı data logger
Invertor (driver)	ABB ACS310-03E-09A7-4 4kW 3FAZ 380-480 V AC
Termokaple	OMEGA Marka, Giriş TP-100, R/T tip, Skala 0-100 C, Besleme 24 V-DC, Çıkış 4-20 mA.

üfleme sıcaklığının 40 C'nin altına düşmesi durumunda devreye girmekte ve sistemin güvenilirliğini arttırmaktadır. Fırın çıkışındaki santrifüj fan sistemi frekans kontrollü olup hava

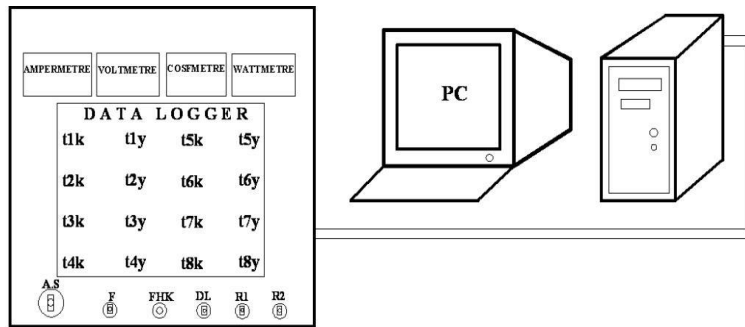
Fırın üzerinde 3 adet klape bulunmaktadır. K_1 ve K_3 klapeleeri kapatılıp K_2 klapesi açıldığında by-pass devresi sisteme girmektedir. Bu durumda güneş enerji sistemi devreden çıkarak sadece ısı pompası sistemi aktive olmaktadır. Bu özellik sayesinde kurutmanın gece ve gündüz döneminde devamlılığı sağlanabilmiştir. Fırın içerisine konulan nene tel kafesli bir sepet içerisine yerleştirilmiştir. Fırın içerisindeki dijital terazi sayesinde ağırlık kontrolü sağlanabilmiştir. Sıcaklık ölçümlerinde kullanılmak üzere Endkon marka 16 çıkışlı bilgisayar bağlantılı data logger kullanılmıştır (Şekil 4). Bu data logger tüm ölçüm noktalarındaki sıcaklıkları 15 saniye aralıkla kaydetmektedir.



Şekil 2. Sıcak hava kolektörünün kesit resmi



Şekil.3 Sıcak Hava Kolektörü Üstten Görünüş



Şekil 4. 16 kanallı bilgisayar bağlantılı data logger sistemi

Ölçüm alınan sıcaklık noktaları aşağıda verilmektedir.

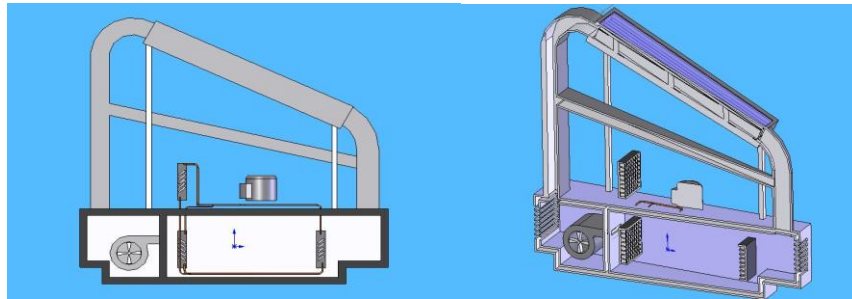
- Sıcak hava kollektör çıkışındaki havanın sıcaklığı
- Kondenser çıkışındaki havanın sıcaklığı
- Elektrikli rezistanstan sonraki havanın sıcaklığı
- Ürün sepeti çıkışındaki havanın sıcaklığı
- Evaporatör çıkışındaki havanın sıcaklığı
- Fırın çıkışındaki havanın sıcaklığı

Fırın girişine ve çıkışına konulan 300x300mm ebatlarındaki menfezler ürün üzerinden sadece doğal havanın dolaştırılıp egzoz edilmesi için düşünülmüştür. Sistemi bu şartlarda çalıştırmak için K₁, K₂ ve K₃ klapeleleri kapatılıp damperlerin açılması gerekmektedir. Bu durum hava hızının ürün kalitesine etkisinin araştırılması için değerlendirilecektir. Kurutma fırını ısı pompası ve kanallara ait kesit resimler Şekil 5’de verilmiştir.

Kontrol panelinde kullanılan ana ekipmanlar maddeler halinde aşağıda sunulmuştur.

- Bir adet 0-1 konumlu ana pako şalter (AS)
- Tüm birimlerin bağımsız sigorta grupları,
- Fırın girişindeki santrifüj fan motoruna enerji aktaran 0-1 konumlu (F) şalteri,
- Fanı 0~1400m³/h debide modülasyonlu çalıştıran frekans kontrollu elektronik devre kartı ve potansiyometresi (FHK),
- Veri toplayıcıya enerji aktaran 0-1 konumlu (DL) pako şalteri,
- Fırın içerisinde 1500 Watt gücünde birinci elektrikli rezistansa enerji aktaran 0-1 konumlu (R₁) pako şalteri,
- Fırın içerisinde 1500 Watt gücünde ikinci elektrikli rezistansa enerji aktaran 0-1 konumlu (R₂) pako şalteri kullanılmıştır.
- Ampermetre, voltmetre ve cosφ metre farklı çalışma şartlarında bu birimlerdeki değişikliği tespit etmek için, Wattmetre ise sistemin anlık güç tüketim değerini ölçmek için kullanılmıştır.

Sıcaklık ölçümleri için 16 çıkışlı bilgisayar bağlantılı veri toplayıcı kullanılmıştır. Bu veri toplayıcı tüm ölçüm noktalarındaki sıcaklıkları her bir dakikada ölçerek kaydetmekte ve zamana bağlı olarak sıcaklıktaki değişiklikleri grafik halinde bilgisayar ekranında göstermektedir. Bu verileri PLC sisteminde değerlendirilerek kapasite hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil 5. Sistemin katı model resmi

4. Kurutma Sisteminin Enerji Analizi

Sistemde kondenslerden atılan ısı miktarı ($\dot{Q}_K$) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$\dot{Q}_K = \dot{m}_{ia} \cdot c_p \cdot (T_{ia} - T_{aai}) \quad (1)$$

$$\dot{m}_{ia} = \rho_{ia} \cdot \dot{V}_i \quad (2)$$

Eşitlikte $\dot{m}_{ia}$ kurutma havasının kütsel debisini ifade etmektedir. c_p kurutma havasının özgül ısınma ısı ve $\dot{V}_i$ kurutma havasının hacimsel debisi göstermektedir. ρ_{ia} kurutma havasının yoğunluğudur. T_{ia} ve T_{aai} ise sırasıyla kondenslerden çıkan ve kondensere giren havanın sıcaklığıdır. Kondenser sıcaklığı ($T_{Cond.}$) ile evaporatör sıcaklığı ($T_{Evap.}$) arasında ideal bir soğutma çevrimi için maksimum ısıtma tesir katsayısı ($COP_{heating}$) Carnot çevrimi ile aşağıdaki eşitlik ile belirlenir.

$$COP_{heating} = \frac{T_{Cond.}}{T_{Cond.} - T_{Evap.}} \quad (3)$$

Bir ısı pompası sisteminde ısıtma tesir katsayısı (COP_h) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$COP_{hp,heating} = \frac{\dot{Q}_{Cond.}}{\dot{W}_{Total}} \quad (4)$$

Formülde yer alan $\dot{W}_{Total}$ kompresör, fan ve diğer ekipmanlarda tüketilen elektrik enerjisi miktarını ifade etmektedir.

Kurutma fırınlarında en önemli verim etkinliği 1 kg nemi uzaklaştırmak için harcanması gereken enerjidir. Specific Moisture Extraction Rate (SMER) olarak tanımlanan bu ifade aşağıdaki eşitlikte sunulmuştur.

$$SMER = \frac{\dot{m}_{EM}}{\dot{W}_{Total}} \quad (5)$$

Eşitlikte yer alan $\dot{m}_{EM}$ terimi üründen uzaklaştırılan nem miktarını kg cinsinden ifade etmektedir.

4.1. Kurutma Analizi

Nane yapraklarının nem içeriği, nem oranları (MR) cinsinden ifade edilerek aşağıdaki eşitlikten (6) hesaplanmıştır;

$$MR = \frac{(M - M_e)}{(M_0 - M_e)} \quad (6)$$

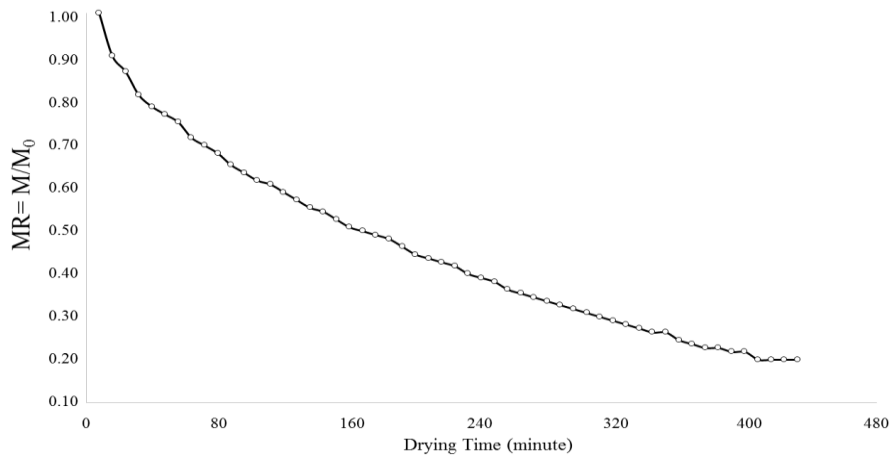
Burada, M ortalama nane nemi içeriğini gösterir. M_0 ilk nane nemi içeriğidir. M_e denge nem içeriğini belirtir. M_e ile M 'yi kıyaslarken çok küçük, dolayısıyla M_e ihmal edilebilir. Nem oranı aşağıdaki formda ifade edilebilir (7).

$$MR = \frac{M}{M_0} \quad (7)$$

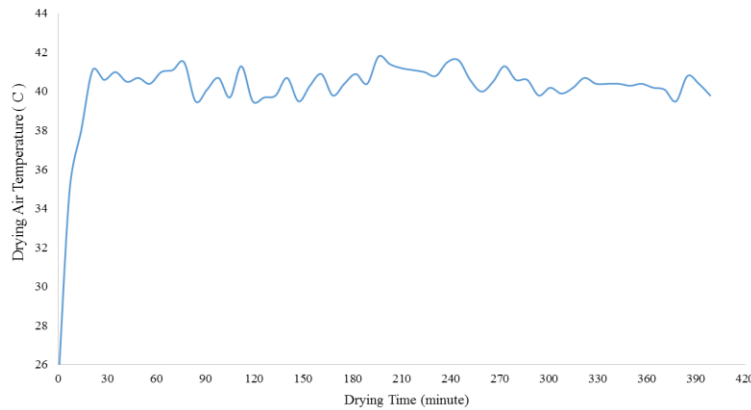
Nane yapraklarının kuruma eğrisi denklemini tanımlamak için en iyi modeli seçmek için yedi ince katmanlı kurutma denklemi test edilmiştir (Tablo 2). Araştırılan yedi ince tabaka modeli için logaritmik model en iyi model olarak belirlenmiştir. Kuruma süresi, 200 g nane nemi yaprakları numunelerinin 40 ° C sıcaklıkta kurutulması için 420 dakika olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Taze nane yaprakları ortalama kalınlık ve nem içeriği sırasıyla 0,28 mm ve % 450 (db) olarak tespit edilmiştir. 40 ° C kurutma hava sıcaklığındaki nem içeriği verileri, nem oranına (MR) dönüştürüldü ve aynı ince tabaka kurutan modeller için yeniden tanımlanmıştır. Kurutma havası sıcaklığının zamanla değişimi kaydedilir ve Şekil 7'de verilmiştir.

Table 2. Investigated seven tin layer model

Temp, °C	Name of model	Equation
40	1. Newton model	$MR = \text{Exp}(-k \cdot t)$
	2. Henderson and Pebis	$MR = a \cdot \text{Exp}(-k \cdot t)$
	3. Logarithmic	$MR = a \cdot \text{Exp}(-k \cdot t) + c$
	4. Two term	$MR = a \cdot \text{Exp}(-k \cdot t) + b \cdot \text{Exp}(-n \cdot t)$
	5. Two-term exponential	$MR = a \cdot \text{Exp}(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \text{Exp}(-k \cdot a \cdot t)$
	6. Wang and Singh	$MR = 1 + (a \cdot t) + (b \cdot (t \cdot t^2))$
	7. Diffusion approach	$MR = a \cdot \text{Exp}(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \text{Exp}(-k \cdot b \cdot t)$



Şekil 6. MR histogram of dried mint leaves



Şekil 7. Variation of drying air temperature

Yapılan deney sonuçlarına göre tüm sistem için SMER ve COP değerleri hesaplanmış ve Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. DeneySEL sonuçlara göre SMER ve COP değerleri

	SMER	COP
40 drying air temperature	0.218	2.32

5. Sonuçlar

Çalışma sonrasında ortaya çıkan temel sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Sistem 24 saatlik süreçte kurutma yapabilmektedir. Gündüz sürecinde güneş enerjisi+ ısı pompası kullanılırken, gece sürecinde sadece ısı pompası kullanılmaktadır.
- Sıcaklığın PID olarak kontrol edilmektedir. Bu sayede kurutma havasının sıcaklığı sabit tutulmaktadır. Bu yaklaşım ürün kalitesinin artmasını sağlamaktadır.
- Güneş enerjisi kullanımı sistemin toplam enerji verimini artırmıştır.
- Kapalı devre kurutma sistemi olması nedeniyle daha hijyenik kurutma yapılabilmektedir. Ayrıca kurutma süresi kısaltılmıştır.
- Fırın altındaki drenaj kabına evaporatörden yoğunlaşarak toplanan sıvının (ürün nemi+ üründen buharlaşmış uçucu maddeler) kullanılabilirliği konusunda araştırmalar yapılması düşünülmektedir.
- Bu çalışmanın ardından sistem üç boyutlu güneşi takip eden hibrit sistem haline getirilmesi planlanmaktadır.

Referanslar

- [1] Yücel E. Tülükoğlu A. Gediz (Kütahya) Çevresinde Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkiler. Çev Kor. Cilt: 9, Sayı: 36, 12-14, 2000.
- [2] Erdemir D. A. At Kestanesi (ve Prepagel) Doğanın Harika İlacı. Uludağ Üniv. Tıp Fak. Nobel Kitap Evi İstanbul, 1998.
- [3] Baytop T. Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitapevleri İstanbul,

1999.

- [4] Davis P. H. Flora Of Turkey and the East Aegean Island. Vol. 11, Edinburgh University Press, Edinburgh, 2000.
- [5] Nicholson T. Complementary And Alternative Medicines (Including Traditional Māori Treatments)Used By Presenters To An Emergency Department InNew Zealand: A Survey Of Prevalence And Toxicity. Journal of the New Zealand Medical Association. Vol 119 No 1233, 2006.
- [6] Kadam D. M., Goyal R. K., Singh K. K., Gupta M. K. Thin layer convective drying of mint leaves. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5(2), pp. 164-170, 2011.
- [7] Park K. J., Vohnikova Z., Brod F. P. R. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.) Journal of Food Engineering Volume 51, Issue 3, February 2002, Pages 193-199
- [8] Boulemtafes-Boukadoum A., Benzaoui A. Energy and exergy analysis of solar drying process of Mint. Energy Procedia 6 (2011) 583–591
- [9] Doymaz I. Thin-layer drying behaviour of mint leaves. Journal of Food Engineering. Volume 74, Issue 3, June 2006, Pages 370-375
- [10] Akpınar E. K. Drying of mint leaves in a solar dryer and under open sun: Modelling, performance analyses. Energy Conversion and Management Volume 51, Issue 12, December 2010, Pages 2407-2418
- [11] Therdthai N., Zhou W. Characterization of microwave vacuum drying and hot air drying of mint leaves (*Mentha cordifolia* Opiz ex Fresen). Journal of Food Engineering Volume 91, Issue 3, April 2009, Pages 482-489
- [12] Midilli A (2001). Determination of pistachio drying behavior and conditions in solar drying systems. Int. J. Energy Res., 25: 715-725.
- [13] Erenturk S, Gulaboglu MS, Gultekin S (2004). The thin layer drying characteristics of rosehip. Biosyst. Eng., 89 (2): 159 – 166.
- [14] Doymaz I (2004). Effect of pre-treatments using potassium metabisulphite and alkaline ethyl oleate on the drying kinetics