
Araştırma Makalesi / Research Article

Kızılötesi Kurutucuda Nane Bitkisinin Optimum Kurutma Sıcaklığının Belirlenmesi

Özgür DEMİR*

*Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Muş
(ORCID: 0000-0001-6889-7940)*

Öz

Bu çalışmada, tasarım ve imalatı yapılan kızılötesi ısıtıcı kurutma fırınında, nane bitkisi farklı sıcaklıklarda kurutularak optimum kurutma sıcaklığı belirlenmiştir. Kurutma fırınında kurutma işlemine tabi tutulan nane yaprakları 50°C, 60°C, 70°C, 80°C ve 90°C sıcaklıklarda kurutulmuştur. Kurutma süreleri özgül enerji tüketimleri, yaş ve kuru esasa göre nem miktarları ortaya koyulmuştur. Nane yapraklarının kurutma işlemleri başlangıç nem oranı 8,12 g su/ g kuru madde iken bu oranın 0,094545 g su/ g kuru madde ye kadar düştüğü görülmüştür. Özgül enerji tüketimi ise 21,10 MJ/kg ile 52,08 MJ/kg arasında bulunmuştur. Tüm deneylerde elde edilen kuru ürün kaliteleri farklılık gösterirken renk, aroma, koku ve enerji tüketimi bütün olarak değerlendirildiğinde optimum kurutma sıcaklığının 70°C olduğu ortaya koyulmuştur. Bu sıcaklığın altında yapılan kurutma işlemlerinde aroma ve koku artmakta, lakin enerji tüketimi de artmaktadır. 70°C üzeri sıcaklıktaki kurutma işlemleri incelendiğinde aroma ve koku azalırken enerji tüketimi de düşmektedir.

Anahtar kelimeler: Kızılötesi kurutucu, Nane, Kurutma.

Optimum Drying Temperature of Mint Plant in Infrared Dryer

Abstract

In this study, mint plants were dried at different temperatures to determine the optimum drying temperature in infrared heat dryers. The mint leaves were dried at 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, and 90 °C in the drying oven. Specific energy consumption of leaves during drying time and their moisture contents according to dry and wet basis were determined. Whereas the initial moisture contents of leaves were 8.12 g water / g dry matter, this value decreased to 0.094545 g water / g dry matter after drying process. With regard to specific energy consumption, it was between 21.10 MJ / kg and 52.08 MJ / kg. Whereas the dry product quality obtained in all experiments varied, all other parameters including the color, aroma, odor, and energy consumption were optimum at 70 °C. The drying processes below this degree causes increase of aroma and smell in parallel with energy consumption. On the other hand, at higher temperatures from 70 °C smell, aroma and energy consumption decrease.

Keywords: Infrared drying, Mint, Dry.

1. Giriş

Gıda maddelerinin uzun süre korunması için uygulanan birçok yöntem vardır. Gıdalara uygulanan kurutma işlemi en eski ve en çok kabul gören muhafaza yöntemidir. Gıda ürünlerinin kontrollü bir şekilde kurutulması çok büyük bir öneme sahiptir. Gıda maddeleri yetiştirilebildikleri aylar dışında da kullanılabilmesi veya iklim, toprak şartları yetiştirilmesine uygun olmayan bölgelere ulaştırılabilmesi veya ihtiyaç anında kullanılabilmek üzere muhafaza edilmektedir. Gıda muhafaza yöntemi olarak kurutmanın tercih edilmesinin sebebi, mikrobiyolojik ve enzimsel değişimlerin önüne geçmesi veya azaltmasıdır [1]. Kullanım açısından en yaygın kurutma yöntemi olan güneş altında yaygıda kurutma, kalite ve hijyen noktasında olumsuz sonuçlar vermektedir. Her enlem boylamda bulunan yerleşim

*Sorumlu yazar: o.demir@alparslan.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.04.2019, Kabul Tarihi: 26.07.2019

bölgesinin sahip olduğu güneş ışınımının kurutma için yeterli olmayışı, kurutulan ürünün yaygıda toz, böcek, mikroorganizma vb. etkenlere maruz kalması, kurutma süresine bağlı olarak fermantasyon riski gibi önemli etkenler göz önüne alındığında güneşaltında kurutma zamanla uzaklaşılabilir bir yöntem haline gelmiştir [2]. Hijyen, kalite vb. problemler ortaya koyulmaya başlandıkça daha profesyonel kurutma sistemlerinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Teknik kurutma önem kazanmaya başlamıştır [3]. Gıdalar için kurutucu tasarımı yapılırken kurutulacak gıda için kurutma gereksinimlerini iyi tespit etmek gerekir [4]. Nane (*Mentha spicata* L.) yenilebilir, menthol içeriği sebebi ile de tıbbi bir aromatik bitki olarak tanımlanabilmektedir. Mutfak kültürümüze yaş ve kuru yaprak olarak yerleşen nane bitkisi tükettiğimiz birçok yemek, salata, meze vb içerisinde çokça kullanılmaktadır. Nane bitkisi tıbbi etkisi vesilesi ile ilaç sektöründe, hoş kokusu sebebi ile kimya sanayinde, güzel ve keskin aroması nedeni ile gıda ve içki sanayisinde kullanımı yaygındır [5]. Nane limon ve limon kabuğu ile demlenerek kullanıldığında üst solunum ve sindirim rahatsızlıklarına iyi gelmektedir, ayrıca kuru hali baharat çeşidi olarak kullanılmaktadır [6] Nane bitkisi içeriğinde bulunan su miktarı göz önüne alındığında bozulmadan uzun süre saklanması mümkün olmayan bir bitki olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun süre muhafazası için kurutma işlemine tabi tutulması en geçerli yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Gıdalar için birçok kurutma yöntemi kullanılmaktadır. Kızıl ötesi ısıtıcı ile kurutma yöntemi enerji tüketimi açısından birçok yönetime göre avantajlı olup çalışmamızda bu yöntem kullanılmıştır. Kocabıyık ve Demirtürk [7], 1080W/m² yoğunlukta infrared radyasyonla farklı hava hızlarında nane yaprağı kurutmuş hava hızı artışının kurutma süresini (64dk-180dk arası) olumsuz etkilediği bilgisini ortaya koymuşlardır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde 37.04 ile 106.58 MJ/kg özgül enerji tüketimi olduğu bildirilmiştir. Doymaz [8], 35-60 °C sıcaklıklarda nane yaprağı kurutmuşlardı ve sıcaklık artışının kurutma süresinde azalmaya sebep olduğunu ortaya koymuştur. Park vd. [9], nane kurutma parametrelerinin değerlendirilmesi üzerine yaptığı çalışmada nane bitkisini konveksiyonel sıcak havalı bir kurutucuda kurutmuşlardır. Nane yaprakları ve kızılötesi kurutma ile ilgili kurutma çalışmaları incelenmiş ve tespit edilen üstünlüklerinden dolayı kurutma sistemi ısı kaynağı tercihi olarak kızıl ötesi ışınım kullanımının doğru olacağı birçok çalışmada irdelenmiştir [10-13].

2. Teorik Analiz

Çalışmada deneysel metot kullanılmış olup hesaplamalar için faydalanılan eşitlikler ve eşitliklere ilişkin gösterimler aşağıda verilmiştir.

Ürünlerin kuru esasa göre hesaplanan nemliliği MR_K ;

$$MR_K = \frac{m_Y - m_K}{m_K} \quad (1)$$

Ürünlerde yaş esasa göre hesaplanan nemliliği MR_Y ;

$$MR_Y = \frac{m_Y - m_K}{m_Y} \quad (2)$$

$$No = \frac{m_Y - m_K}{Mo - m_K} \quad (3)$$

Özgül enerji tüketimi kurutulan birim kütle ürün için harcanan enerji miktarı olup Es ;

$$Es = \frac{Et}{Wr} \quad (4)$$

Özgül nem çekme oranı üründen 1 kg suyu uzaklaştırmak için harcanan enerjidir $SMER$;

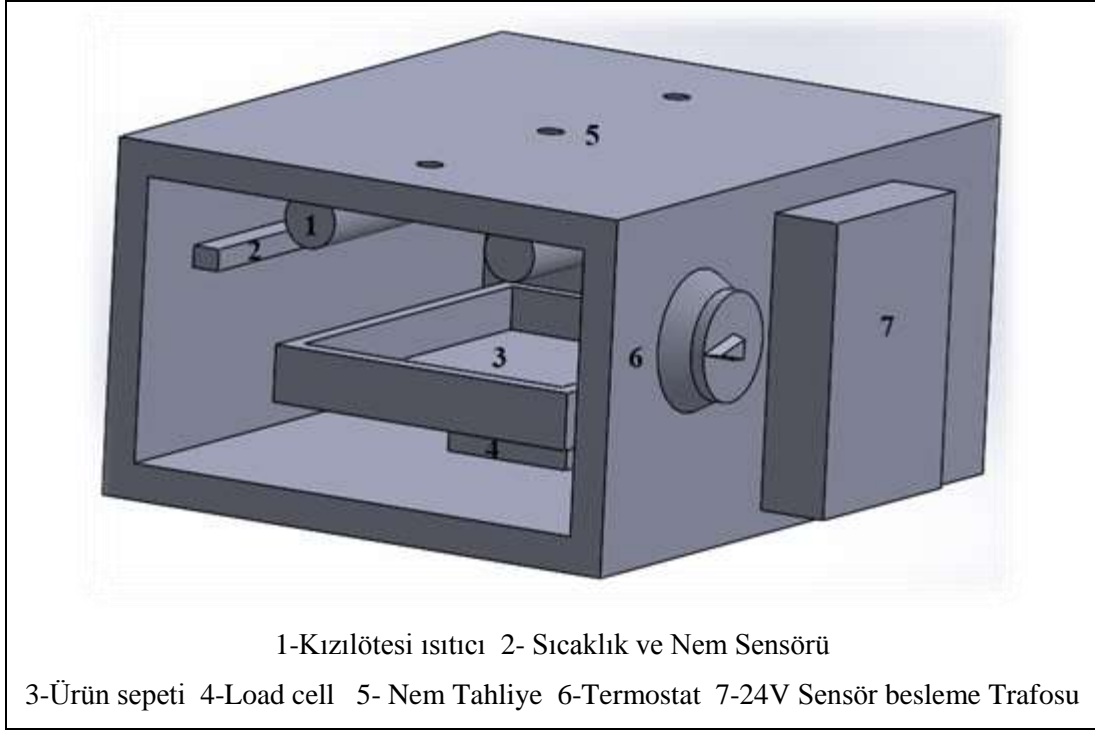
$$SMER = \frac{m_{su}}{Q_h} \quad (5)$$

Burada;

- m_Y : Yaş ürün kütlesi (g)
 m_K : Kuru ürün kütlesi (g)
 M_0 : İlk kütle (g)
 N_0 : Nem Oranı
 E_s : Özgül enerji tüketimi (MJ/kg),
 E_t : Toplam enerji (MJ),
 W_r : Örnekten uzaklaştırılan suyun kütlesi (kg)
 m_{su} : Üründen çekilen su kütlesi, $kg s^{-1}$
 Q_h : Kurutucuda harcanan enerji, kJ

3. Kurutma Sistemi

Kurutma fırını, özellikleri bakımından deneysel çalışma için uygun şekilde tasarlanmış ve imalatı yapılmıştır. İmalatı yapılan kurutma fırınında 2 adet 100W halojen ısıtıcı kullanılmıştır. Kurutma havası sıcaklığı için analog termostat kullanılmıştır. Loadcell den gelen veri ışığında sistemi kapatma işlemi veri toplama cihazı özelliği olarak bulunan röle sayesinde sağlanmıştır.



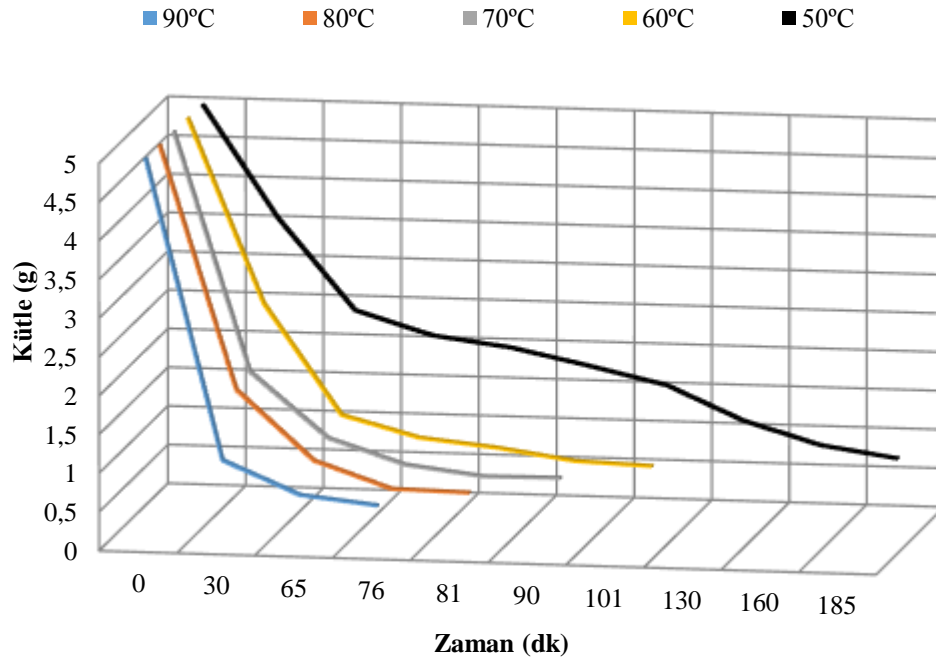
Şekil 1. Kurutma Fırını Bileşenleri

Kurutucu sistem Şekil 1’de gösterilen bölüm ve bileşenlerden oluşmaktadır. Sistemde kullanılan ölçüm alet ve cihazları Tablo 1’de verilmiştir. Deneyler esnasında load-cell ile anlık kütle ölçümü yapılmış olup son üç değer aynı ölçülene kadar kurutmaya devam edilmiştir. Sıcaklık ve bağıl nem değerleri, hem ortam havası hem de kurutucu iç hacmi için veri toplama ve izleme cihazı ile kayıt edilmiştir. Ürünlerin başlangıç ve deney sonu kütleleri yüksek hassasiyetli dijital terazi ile teyit edilmiştir. Kurutucu hacmi $0,3375 m^3$ olup kurutma tepsi $0,0169 m^2$ ’dir. Kurutulacak ürünler delikli tepsiye dağınık ve olabildiğince eşit yükseklikte serilmiştir. Deneylerde kullanılan ürün kütlesi 5 g ($\pm 0,1$) olarak belirlenmiştir. Kurutma fırınına $295,8 g/m^2$ kurutulacak ürün yüklemesi yapılmıştır. Kurutucuda hava hareketi $0,2 m/s$ altında olup cebri bir sistem kullanılmamıştır. Ürünün tam kuru ağırlığı belirlenmesi işlemi için etüv fırını kullanılmıştır. Tam kuru ağırlık belirlenirken ön hazırlıktan geçirilen $100 g$ ’lık ürün $105 ^\circ C$ sıcaklıkta ön ısıtması yapılmış etüv fırınında son üç kütle ölçüm değeri için aynı değer gözlemlenene kadar kurutulmuştur. Kurutulan ürün kütlesinin $100 g$ ’dan $10,5 g$ ’a düştüğü görülmüştür. Tüm ölçü aletleri kalibrasyonu ve hata analizi yapılarak deneysel çalışmada kullanılmıştır.

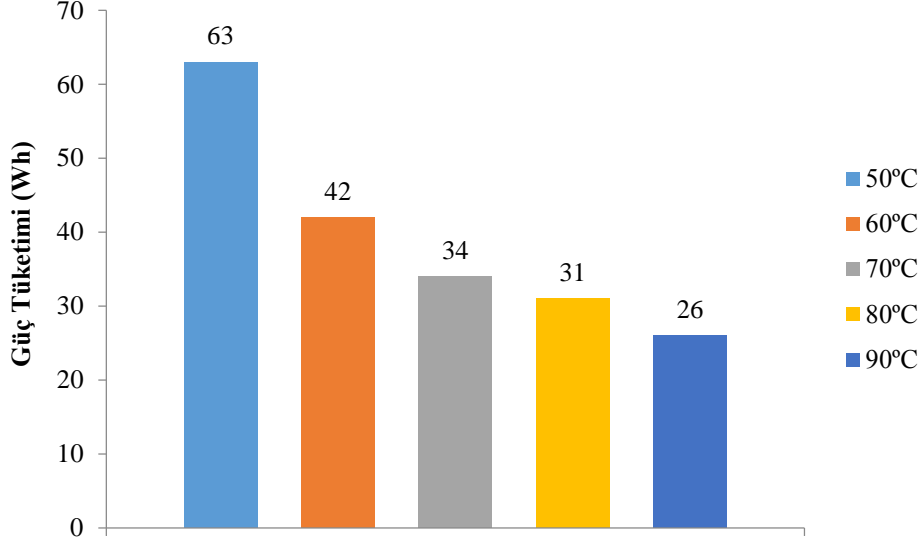
Tablo 1. Kullanılan ölçü aletleri ve özellikleri

Kullanılan Cihaz	Marka Model	Teknik Özellikleri	Hata Analizi
Dijital tartı	Desis Ehb 300	300g kapasiteli 0,001g hassasiyetli	$\pm 0,012g$
Sıcaklık ve bağıl nem ölçüm cihazı	Blitz-sens TH2-3W-U	Sıcaklık Ölçüm Aralığı: -30..+70°C Nem Ölçüm Aralığı: 0..100 Rh Sinyal Çıkışı: 4..20 mA / 0-10 V	$\pm 0,04^{\circ}C$ $\pm \%0,02$
Veri Toplama ve İzleme Cihaz	Graphtec GL 240	10 Kanallı	
Etüv	Kenton GX40	40lt PID kontrollü $\pm 5-50^{\circ}C$	%2
Yük Hücresi	Celtron Lps	0,6kg, alüminyum, tek nokta,	$\pm 0,024$
Yük Hücresi Transmitteri	Esit TR03	0-10V çıkış, 1 kanal röle çıkışı	0,03

Deneylere başlamadan önce nane yaprakları dallarından koparılmış, ön hazırlık işleminden geçirilmiştir. Oda sıcaklığından kaynaklı nem kaybına maruz kalmaması için hemen kurutma işlemine başlanmıştır. İlk olarak tam kuru ağırlık için $105^{\circ}C$ 'de etüv fırınında kurutulan nane yapraklarının içeriğindeki su oranı belirlenmiştir. Deneyler sırasında sıcaklık, bağıl nem ve kütle değişimi dakikalık olarak takip edilmiş olup kurutma süreleri ortaya koyulmuştur (Şekil 2). Kurutma işlemi süresince harcanan enerji Wh cinsinden ölçülmüş olup Şekil 3'te verilmiştir.

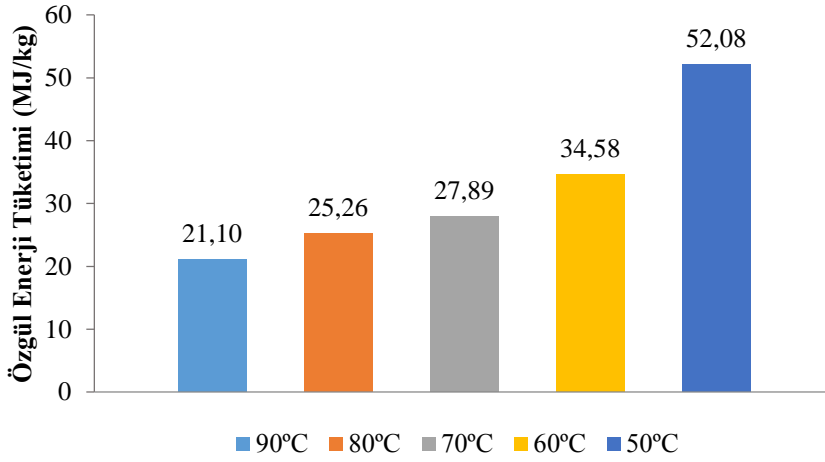
**Şekil 2.** Nananın değişik sıcaklıklarda kızılotesi kurutulmasında Kütle-Zaman değişimi

Şekil 3 incelendiğinde tüketilen enerji miktarı kurutma süresi ile ters orantılı olduğu, kurutma havası sıcaklığı arttıkça tüketimin düştüğü görülmektedir.



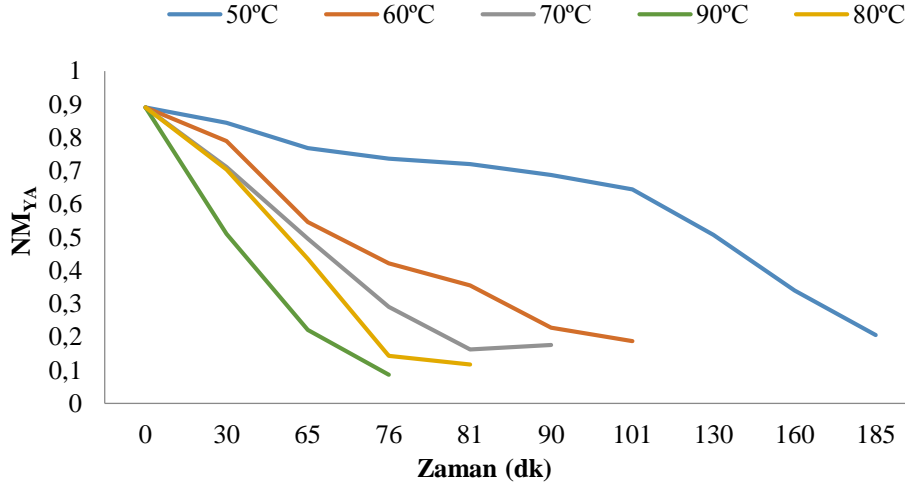
Şekil 3. Nananin değişik sıcaklıklarda kızılötesi kurutulmasında tüketilen enerji miktarları

Özgül enerji tüketimi Eşitlik 4 yardımı ile her bir kurutma sıcaklığı için hesaplanmış ve Şekil 4'te verilmiştir. Özgül enerji tüketimi kurutma sıcaklığı ile doğru orantılı olduğu ortaya konulmuştur.



Şekil 4. Nananin değişik sıcaklıklarda kızılötesi kurutulmasında özgül enerji tüketimi

Yapılan her deney için kurutma süresince ürün içinde kalan su miktarı Eşitlik 2 yardımı ile hesaplanmış yaş esasa göre hesaplanmış olup Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Kurutma esnasında zamanla yaş esasa göre nemliliğin değişimi

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada nane bitkisi kurutmak amacı ile halojen lambalı bir kurutucu tasarlanmış ve imalatı yapılmıştır. Ön hazırlıktan geçirilen ve dalından kopartılan nane yaprakları 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, ve 90°C sıcaklıklarda kurutulmuştur. Her bir kurutma işlemi için kurutma işlem süreci takip edilmiştir. Kurutma işlemleri sonucu ürünlerin nem miktarları 8,12g su/ g kuru madde değerinden 0,259928 g su/ g kuru madde, 0,230677 g su/ g kuru madde, 0,214318 g su/ g kuru madde, 0,133477 g su/ g kuru madde, 0,094545 g su/ g kuru madde değerlerine kadar düşürülmüştür. Kurutma süreleri yine sırasıyla 185 dakika, 101 dakika, 90 dakika, 81 dakika, 76 dakika olarak belirlenmiştir. Alınan veriler ışığında yapılan hesaplamalar sonucu özgül enerji tüketimleri sırasıyla 52,08MJ/kg, 34,58 MJ/kg, 27,89 MJ/kg, 25,76 MJ/kg, 21,10 MJ/kg olarak bulunmuştur. Deney sonuçlarına göre eitlik 5 ile hesaplanan SMER değerleri sırasıyla 0,42 kg buharlaştırılan nem/ kWh, 0,48 kg buharlaştırılan nem/ kWh, 0,52 kg buharlaştırılan nem/ kWh, 0,57 kg buharlaştırılan nem/ kWh ve 0,59 kg buharlaştırılan nem/ kWh olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler literatürde Kocabıyık H. Ve Demirtürk B.S.(2008) in ulaştığı 37,04 ile 106,58 MJ/kg özgül enerji tüketimi değerleri ile karşılaştırıldığında da verimli bir kurutma sistemi ortaya koyulduğu görülmektedir. Deneyler sonucu elde edilen ürünlerde duyusal analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonucu optimum kurutma sıcaklığı 70°C olarak belirlenmiştir. 70°C altındaki sıcaklıklarda yapılan kurutma işlemi neticesinde, ürün içeriğinde kalan nem miktarının nispeten fazla olduğu görülmüştür. 70°C üzeri sıcaklıklarda yapılan deneylerde enerji tüketimi ve süresi aşırı düşmekte lakin elde edilen kuru ürünlerde yapısal bozulmalar gözlemlenmiştir. 70°C kurutma havası sıcaklığının üzerine çıkıldıkça üründe bölgesel olarak yeşilden, açık kahve rengine dönüşen renk değişimi olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bize yüksek sıcaklıklarda yapılan kurutma işleminin, üründe yanmalara yol açtığını göstermiştir. İlerleyen çalışmalarda 70°C kurutma sıcaklığında, farklı hava hızlarında kurutma işlemi yapılması ve optimum kurutma havası hızının belirlenmesi düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Heybeli N., Ertekin C. 2007. Elma Dilimlerinin İnce Tabaka Halinde Kuruma Karakteristiği. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3 (3). 179-187.
- [2] Cemeroglu B. 2004. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi. 2. Cilt. ISBN 975-98578- 2-0, Ankara.
- [3] Doymaz İ. 2003. Convective Air Drying Characteristics of Thin Layer Carrots. Journal of Food Engineering, 61: 359-364.
- [4] Ertekin C., Yıldız O. 2001. Patlıcan kurutmada kurumanın çeşitli modeller ile açıklanması. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 399-404, Şanlıurfa.
- [5] Özbek B., Dadalı G. 2007. Thin-layer drying characteristics and modelling of mint leaves undergoing microwave treatment. Journal of Food Engineering, 83: 541-549.

- [6] Türkan Ş., Malyer H., Özaydın S., Tümen G. 2006. Ordu ili ve çevresinde yetişen bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,10 (2).
- [7] Kocabıyık H., Demirtürk B.S. 2008. Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (3): 239-246
- [8] Doymaz İ. 2005. Sun Drying of Figs: an Experimental Study. Journal of Food Engineering, 71: 403-407.
- [9] Park K.J., Vohnikova Z., Brod F.P.R. 2002. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L). Journal of Food Engineering, 51: 193–199.
- [10] Fasina O. 2003. Infrared heating of food and agricultural materials. ASAE Paper No.036219 St. Joseph, Mich.: ASAE.
- [11] Strumillo C., Kudra F.T. 1986. Drying: Principles, Applications and Design. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- [12] Lewis M.J. 1996. Physical Properties of Food and Food Processing Systems, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- [13] Hebbar H., Vishwanathan K.H., Ramesh M.N. 2004. Devolopment of combined infrared and hat air dryer for vegetables. Journal of Food Engineering, 65: 557-563.