

Araştırma Makalesi - Research Article

Döner Tepsili Kabin Tipi Kurutucuda Kavunun Kuruma Karakteristiğinin İncelenmesi

Abdullah Akbulut¹, Halit Arat^{2*}, Oğuz Arslan³

Geliş / Received: 17/10/2019

Revize / Revised: 20/11/2019

Kabul / Accepted: 22/11/2019

ÖZ

Bu çalışmada, döner tepsili kabin tipi kurutucuda farklı parametreler kullanılarak kavunun kuruma karakteristiği deneysel olarak incelenmiştir. Farklı kurutma havası sıcaklığında yapılan deneylerde 10 mm kalınlığındaki kavun dilimleri kullanılmıştır. Döner tepsili kabin kurutucuda deneysel çalışmalar 2 m/s kurutma hava hızında ve 63°C, 68°C ve 73°C kurutma havası sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yapılan diğer deneysel çalışmalarda, en yavaş kurumanın gerçekleştiği 63°C için 1,6 m/s, 1,7 m/s ve 1,8 m/s kurutma havası hızlarının kuruma süresine etkisi ve 73°C kurutma havası sıcaklığı için farklı kalınlıkların kuruma süresine etkileri incelenmiştir. Deneysel çalışma sonucu kurutma havası sıcaklıklarının kurumaya olan etkisi araştırılmıştır. Ele alınan parametrelerinin incelenmesi sonucunda, sıcaklığın artmasıyla kuruma sürelerinde önemli ölçüde azalma meydana gelmiştir. En hızlı kuruma süresinin elde edildiği 73°C kurutma havası sıcaklığında, 10 mm kavun dilimi için kuruma süresi 150 dakika olurken 15 mm için bu süre 170 dakika olarak ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler- Kurutma, Kavun, Döner Tepsili Kurutucu, Kuruma Karakteristiği

¹ İletişim: abdullah.akbulut@dpu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-6199-4083>)

Elektrik Enerjisi Mühendisliği Bölümü, Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi, Türkistan, Kazakistan

^{2*} Sorumlu yazar iletişim: halit.arat@dpu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-6634-2535>)

Makine Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, DPÜ, Mühendislik Fakültesi, Kütahya, Türkiye

³ İletişim: oguz.arslan@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0001-8233-831X>)

Makine Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, BŞEÜ, Mühendislik Fakültesi, Bilecik, Türkiye

Investigation of Drying Characteristic of Melon in Cabinet Dryer with Rotary Tray

ABSTRACT

In this study, the drying characteristic of melon was examined by using different parameters in the cabinet type dryer with rotary tray. The melon slice of thick of 10 mm was used in the experiments carried out at 2 m/s constant drying air velocity. The experimental studies were performed at the drying air velocity of 2 m/s and the drying air temperature of 63°C, 68°C, and 73°C in the cabinet dryer with rotary tray. In addition, in other experimental studies, the effect of the drying air speeds of 1.6 m/s, 1.7 m/s and 1.8 m/s on the drying time and the effects of different thicknesses on the drying time for 73 degrees drying air temperature were examined. As the results of the experimental studies, the effects of the drying air temperature on the drying were investigated. As a result of the examination of the parameters considered, the increase in the temperature reduced as expected in drying times. At the drying air temperature of 73°C, where the fastest drying time was obtained, the drying time for 10 mm melon slice was 150 minutes and for 15 mm 170 minutes.

Keywords- Drying, Melon, Dryer With Rotary Tray, Drying Characteristic

I. GİRİŞ

Son yıllarda seralar yerine mevsiminde organik olarak meyve ve sebze yetiştiriciliğinde bilinçli tüketime bağlı olarak büyük bir artış meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak mevsimi dışında organik olarak yetiştirilmeyen ürünlerin kurutulmuş olarak tüketilmesi oldukça fazla talep görmeye başlamıştır. Bu sayede ürünlerin raf ömrü uzatılarak her mevsim tüketilmesi ve hasat sonrası fazla ürünlerin yüksek kaliteli olarak değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Tarımsal ürünlerin başlangıçta içinde bulunan nemin kontrollü olarak ısı verilmesiyle belli oranda uzaklaştırılmasına kurutuma denir. Gıda ürünleri farklı oranlarda nem içerdikleri için kurutulacak ortamın şartlarının (hava hızı, ortamın sıcaklığı ve nemi) belirlenmesi büyük önem arz etmektedir [1-2]. Ayrıca, ürünün besin değerleri bozulmadan mikroorganizmaların yaşayamayacağı seviyede içerisindeki nemin uzaklaştırılmasında ürünün boyutları da dikkate alınması gereken bir parametredir [3-5].

Kurutma işlemi doğal dış ortamda ve kapalı tip fırınlarda endüstriyel olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak ürünlerin bu şekilde böcek, haşere, yağmur vb. gibi dış çevresel etkilere maruz kalması ve kurutma işleminin günlerce uzun sürmesi doğal kurutmanın dezavantajlarıdır. Bu sebeple ürünlerin kurutulması kapalı tip fırınlarda endüstriyel olarak gerçekleştirilerek kısa sürede temiz ve uzun raf ömürlü kurutulmuş ürünler elde edilmektedir [6-7]. Tepsili kurutucu laboratuvar ölçeğinde farklı parametrelerin kullanılmasını imkan vererek meyve ve sebzelerin besin değerlerini düşürmeden kurutulmasını sağlamaktadır [8-11]. Winiczenko vd. [12], yaptıkları çalışmada küp şeklinde dilimlenmiş elma dilimlerinin 60-65°C sıcaklıklarında ve 0,7-1,8 m/s hava hızında kurumasını modellemişlerdir. 65°C sıcaklık ve 1 m/s hava hızında deneysel doğrulaması yapılan modelin ele alınan sıcaklık ve hava hızı değerlerinde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, elma besin değerini ve lezzetini kaybetmeden tünel kurutucuda 75°C sıcaklıkta kurutulurken ızgara tabanlı kiln kurutucuda ise bu değer 65-75°C arasında değişmektedir [13]. Şevik [14], çift geçişli güneş hava kolektörü, ısı pompası ve fotovoltaiik ünite kullanarak geliştirdiği yeni tip bir kurutucuda havucun kurutulmasını deneysel olarak gerçekleştirmiştir. Havuç dilimlerinin 220 dakikada kurutulduğu sistemde hava hızını 0,4-0,9 m/s olarak ölçerken hava debisiyle değişen kolektörün ısı verimini ise %60-%78 aralığında hesaplamıştır.

Literatürde, farklı parametreler kullanılarak kivi'nin [15], portakalın [16], mantarın [17], havucun [18], elmanın [19] ve domatesin [20] kurutulduğu çalışmalar mevcuttur. Ayrıca, literatürde farklı yerel isimlerle de kullanılan kavunun kurutulması ile ilgili sınırlı sayıda farklı yöntemler kullanılarak deneysel ve sayısal çalışmalar gerçekleştirilmiştir [21-23]. Darvishi vd. [24], yaptıkları konveksiyonlu kurutucuda dilimlenmiş kavunun kütle transfer özelliklerini belirlemişlerdir. Deneyleri sabit 0,5 m/s hava hızında ve 40°C, 50°C, 60°C ve 70°C kurutma havası sıcaklıkları ile 2 mm, 4 mm ve 6 mm farklı dilim kalınlıkları için gerçekleştirmişlerdir. En hızlı kurumayı 70°C kurutma havası sıcaklığında ve 2 mm dilim kalınlığında 315±30 dakikada elde etmişler ve iç transfer direncinin kavun diliminin kuruma davranışı üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Aktaş vd. [25], kavun dilimlerinin kurutulmasını güneş kolektörü ve ısı geri kazanım sistemi destekli infrared kurutucunun ısı ve kütle transfer karakteristiğini üç boyutlu hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonu ile analiz etmişlerdir. Deneyleri 50°C ve 60°C kavun yüzey sıcaklığında ve 0,5 m/s hava hızında kavun dilimlerinin nem içeriği 9 g su/g kuru madde değerinden 0.044 g su/g kuru madde değerine ulaşana kadar gerçekleştirmişlerdir. Sayısal analiz sonuçları ile deneysel sonuçları birbirine yakın sonuç verirken, güneş ile ısı geri kazanımın infrared kurutucuda birlikte çalışmasının başarılı ve verimli olduğunu ve kuruma süreleri ise 400 ile 500 dakika arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Kaveh vd [26], konvektif kurutucuda 0,5m/s, 1m/s ve 1,5 m/s hava hızlarında ve 40-70°C sıcaklık aralığında kavun dilimlerinin kurutulmasını incelemişlerdir. Elde ettikleri nem oranı değerlerini yapay sinir ağını (ANN) ve uyarlanabilir nöro-bulanık çıkarım sistemini (ANFIS) kullanarak kuruma karakteristiklerini tahmin etmek için model oluşturmuşlardır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, ANFIS yönteminin ANN yöntemine göre daha yüksek kabiliyette (nem oranı için $R^2=0,9974$) olduğunu ortaya koymuşlardır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, kavunun kuruma karakteristiği üzerine yapılan çalışmaların yetersiz olduğu ve bu çalışmalarda kavun kuruma sürelerinin oldukça uzun olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, laboratuvar ortamında bulunan döner tepsili kabin tipi kurutucuda farklı kurutma havası sıcaklığı, kavun dilimi kalınlığı ve kurutma hava hızı gibi parametreler kullanılarak kavunun kuruma karakteristiği deneysel olarak incelenmiştir.

II. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma kapsamında, farklı kurutma havası sıcaklıkları kullanılarak kavunun kuruma karakteristiği incelenmiştir. Tablo 1’de 100 gr için kavunun içerik bileşenleri verilmiştir [27]. TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, TÜBİTAK tarafından desteklenmiş bir projenin çıktısı olup, ülkemiz coğrafyasında üretilen ve tüketilen işlenmiş-işlenmemiş tarımsal ürünlerin besin ögeleri bileşimlerinin ileri laboratuvar analiz teknikleri ile belirlenmesi ve baştan sona izlenebilir veri üretme-kullanma-yönetmeyi içeren özgün ve sürdürülebilir ulusal bir sistemdir [28]. Literatürdeki çalışmalarda, tarımsal ürünlerin besin ögelerine ait veriler laboratuvar ortamında ileri deneysel çalışmalarla veya Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Tarımsal Araştırma Servisinin oluşturmuş olduğu veri tabanından (USDA Food Composition Databases) elde edilmiştir. Bu çalışmada, ülkemiz coğrafyasında yetişen ürünler kullanıldığı için ileri laboratuvar analiz teknikleri kullanılarak tamamen bilimsel bir çalışmanın ürünü milli veri tabanımız TürKompda bulunan veriler kullanılmıştır.

Tablo 1. 100 gr için kavunun içerik bileşenleri [27].

Bileşen	Değer (gr)
Su	89,05
Protein	0,42
Yağ	0,29
Karbonhidrat	8,73
Lif	0,95
Kül	0,56

Tablo 1’de verildiği gibi kavunun 100 gr kütlesi içinde yaş kütesinin %89,05 ve kuru kütesinin %10,95 olduğu görülmektedir. Deneysel olarak kullanılan kavunlar 2019 yaz sezonunda yetişen taze ürünler olup Kütahya halk pazarından satın alınmıştır.

III. TEORİK ANALİZ

Bir ürünün nem içeriği numunenin yaş ağırlığının bir yüzdesi olarak belirtilen miktardır. Nem içeriği % Yaş Baz (% N_{YB}) ve % Kuru Baz (% N_{KB}) olmak üzere iki şekilde ifade edilmektedir [29]:

$$\%N_{YB} = \frac{M_s}{M_s + M_k} \times 100 \quad (1)$$

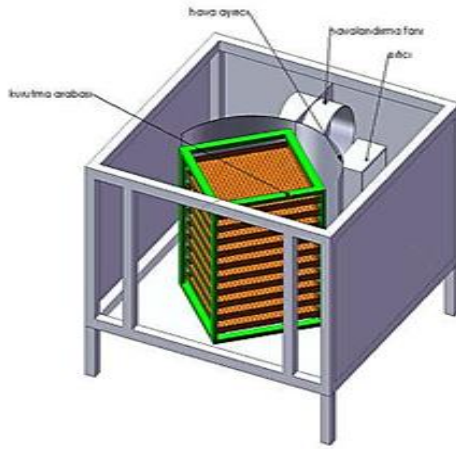
$$\%N_{KB} = \frac{M_s}{M_k} \times 100 \quad (2)$$

Burada M_s ürün içerisindeki suyun kütesini; M_k ise kuru kütesini ifade etmektedir. Ayrıca, herhangi bir t zaman anında bir ürünün sahip olduğu nem içeriğinin (N_t), $t=0$ anındaki başlangıç nem içeriğine (N_0) oranı, Nem Oranı (MR) olarak tanımlanmaktadır:

$$MR = \frac{N_t}{N_0} \quad (3)$$

IV. DENEYSEL ÇALIŞMA

Döner tepe tipi kabin tipi kurutucu Şekil 1’de verildiği gibi kurutma arabası, hava ayırıcı, havalandırma fanı ve ısıtıcı olmak üzere başlıca dört kısımdan oluşmaktadır.



Şekil 1. Döner tepsili kabin tipi kurutucu.

Döner tepsili kurutucuda toplam 2 metrekare tepsi alanı için 45 cm x 45 cm tepsilerden 10 adet paslanmaz çelik delikli tepsi kapasitesi bulunmaktadır. 5 kW gücündeki ısıtıcı ile kapalı devre olarak çalışan kurutucu havası ısıtılmakta ve devir kontrollü fan sistemiyle hava sirkülasyonu sağlanmaktadır. Bu fan yardımıyla hava hızı ayarlanmakta ve kurutma arabası altında bulunan hassas terazi ile ağırlık ölçülmektedir. Ayrıca, tepsiler ayarlanabilen devir hızında açılabilir olarak döndürülmektedirler. Zaman sayacı ile otomatik kurutma süresi ağırlık kontrollü olarak ayarlanırken, sıcaklık, hava hızı, süre, tepsi devri, bağıl nem gibi değerler istenilen sıklıkta cihaza takılabilen *USB* belleğe kaydedilmektedir.

Deneyel çalışma için öncelikle genel ayarlar kısmından çalışılmak istenilen parametreler reçete olarak tanımlanmış ve ayarlanan sıcaklık değerine ulaşması için ısıtıcı ve sirkülasyon fanı manuel olarak çalıştırılmıştır. Kurutucunun rejime gelmesi beklenmiş ardından deneylere başlanmıştır. Bu arada kuruma karakteristiği incelenecek olan kavun numuneleri önce yıkanmış, kabukları ve çekirdekleri ayıklanarak istenilen ince dilimler şeklinde kesilerek deneyel çalışma için hazırlanmıştır. Şekil 2’de sabit 2 m/s sabit hava hızında ve 63°C, 68°C ve 73°C kurutma havası sıcaklıklarında sabit kalınlıkta ince dilimler halinde ki kavun dilimleri için gerçekleştirilen çalışma için hazırlanan kavunların fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 2. İnce dilimlenerek çalışma için hazırlanan kavun numuneleri.

İnce dilimlenerek hazırlanan kavun numuneleri tepsiye yerleştirilmiş ve tepsi kurutucunun üçüncü rafına koyulmuştur. Başlangıç ağırlığının ölçülmesinden sonra rejime ulaşan kurutucuda deney otomatik olarak başlatılmıştır. Her 5 dakikada bir ısıtıcı, tepsi döndürücüsü ve fanlar devreden çıkarak otomatik olarak ölçüm almış ve USB belleğe kayıt yapmıştır. Cihaza set ağırlığı olarak ürünlerin başlangıçtaki ağırlıklarının %25'i olarak tanımlanmış ve ürünler bu değere ulaştığında deney otomatik olarak cihaz tarafından bitirilerek kayıt alınmıştır. Deneysel çalışma sonucu, 2 m/s hava hızında, 63°C, 68°C ve 73°C hava sıcaklığında ince dilim şeklinde dilimlenerek kurutulan kavunların resmi Şekil 3'te verilmiştir.

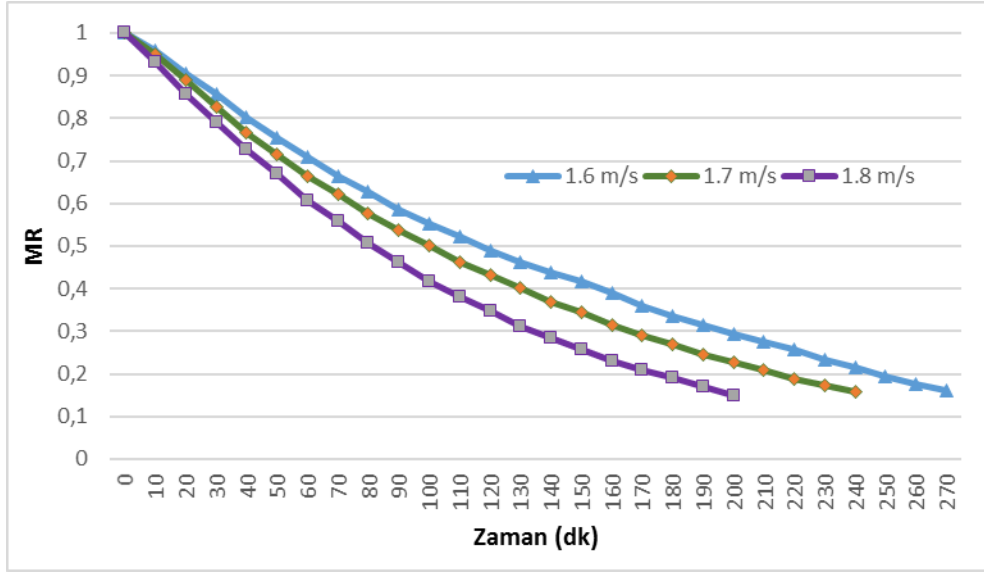


Şekil 3. İnce dilimlenerek kurutulan kavun numuneleri.

Döner tepsili kabin tipi kurutucu ünitesinden elde edilen deney sonuçlarına göre zamana bağlı olarak kavunların kuruma karakteristiği incelenmiştir.

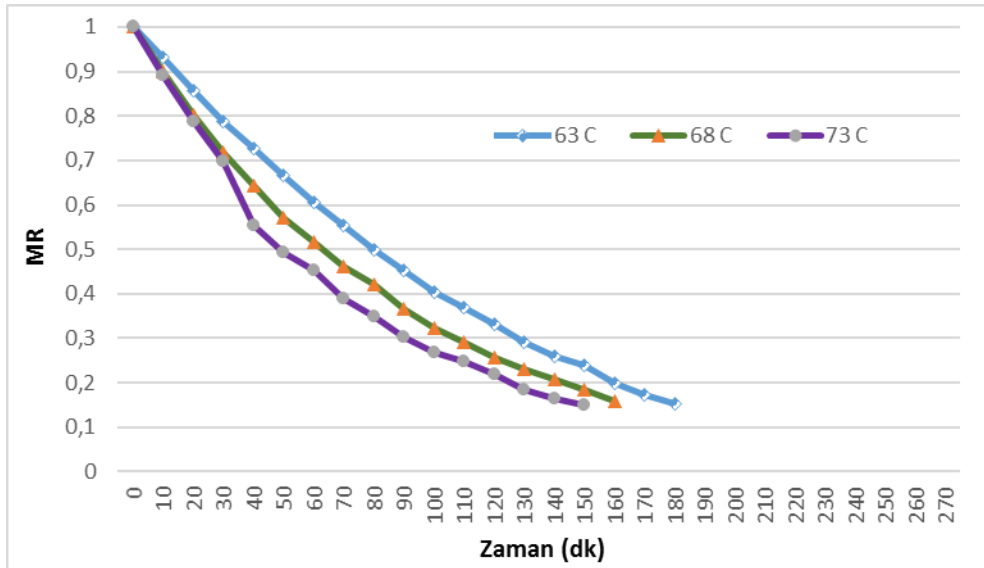
V. BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneylerde sabit kalınlıkta ince dilimler şeklinde hazırlanan kavun dilimleri kullanılmıştır. Tepsili kurutucuda deneysel çalışmalar farklı kurutma havası sıcaklığı, kavun dilimi kalınlığı ve kurutma hava hızı gibi parametreler kullanılarak kavunun kuruma karakteristiği deneysel olarak incelenmiştir. İlk deneyde, sabit 63°C kurutma havası sıcaklığında 1,6 m/s, 1,7 m/s ve 1,8 m/s olmak üzere üç farklı kurutma havası hızı için gerçekleştirilmiştir. Şekil 4'te sabit 63°C kurutma havası sıcaklığında ince dilim kavun numunelerinin üç farklı kurutma hava hızı için nem oranının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



Şekil 4. 63°C kurutma havası sıcaklığı için 1,6 m/s, 1,7 m/s ve 1,8 m/s üç farklı kurutma havası hızlarında nem oranının zamana bağlı değişimi.

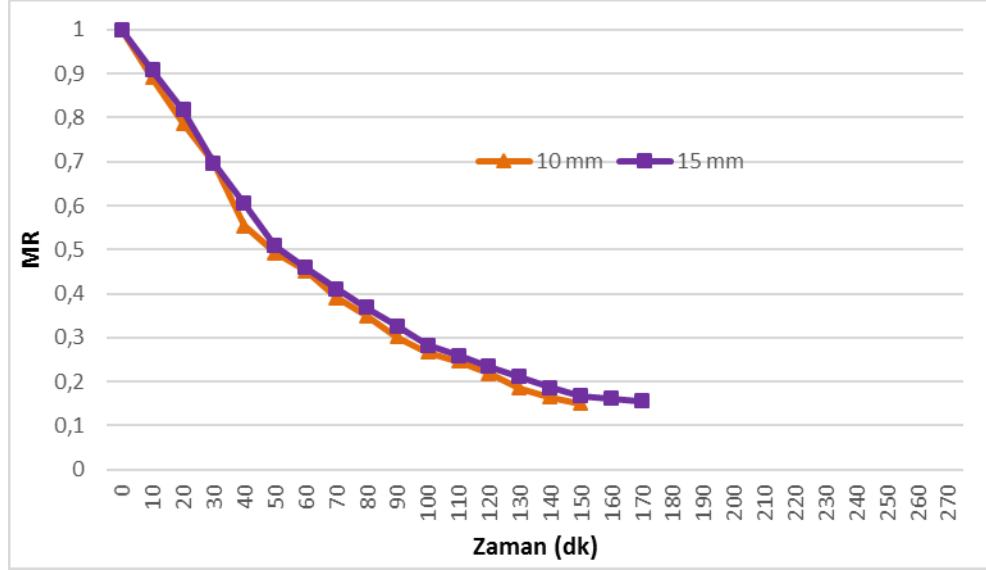
Şekil 4 incelendiğinde, ince dilim kavun numunelerinin 1,6 m/s hava hızında 270 dakikada, 1,7 m/s hava hızında 240 dakikada ve 1,8 m/s hava hızında 200 dakikada kuruduğu görülmektedir. İlk deneyde, kurutma hava hızının artmasıyla kuruma süresinin azaldığı sonucuna varılmıştır. İkinci deney sabit 2 m/s kurutma hava hızında ve 63°C, 68°C ve 73°C kurutma havası sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir. Şekil 5'te sabit 2 m/s kurutma hava hızında ince dilim kavun numunelerinin üç farklı sıcaklık için nem oranının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



Şekil 5. Sabit 2 m/s kurutma hava hızında sabit kalınlıkta ince dilim kavunların üç farklı sıcaklık için nem oranının zamana bağlı değişimi.

Şekil 5 incelendiğinde, kuruma süresinin 63°C'de 180 dakika, 68°C'de 160 dakika ve 73°C'de 150 dakika olduğu görülmüştür. İkinci deneyde, kurutma hava sıcaklığının artmasıyla kuruma süresinin azaldığı

sonucuna varılmıştır. Üçüncü deneysel çalışmada ise en hızlı kurumanın gerçekleştiği 73°C kurutma havası sıcaklığı için 2 m/s kurutma havası hızında kavun dilimleri 10 mm ve 15 mm olarak iki farklı kalınlıkta kurutma deneyleri yapılmıştır. Şekil 6'da 73°C kurutma havası sıcaklığında farklı dilim kalınlığındaki kavun numuneleri için nem oranının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



Şekil 6. 73 °C kurutma havası sıcaklığı için 10mm ve 15 mm kavun dilimleri için nem oranının zamana bağlı değişimi.

Şekil 6 incelendiğinde en hızlı kurumanın gerçekleştiği 73°C kurutma havası sıcaklığı ve 2 m/s kurutma havası hızında 10 mm ve 15 mm kavun dilimleri için kuruma zamanı sırasıyla 150 dakika ve 170 dakika olarak belirlenmiştir. Üçüncü deneyde, aynı kurutma havası sıcaklığı ve aynı kurutma hava hızında 10 mm ve 15 mm kavun dilimlerinin zamana bağlı nem oranları birbirine yakın bir eğilim göstermesine rağmen en hızlı kurumanın 10 mm kalınlıkta 150 dakikada gerçekleştiği görülmüştür.

VI. SONUÇLAR

Bu çalışmada, tepsili kurutucuda farklı parametreler kullanılarak kavunun kuruma karakteristiği deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerde ilk önce sabit kalınlıkta ince dilim şeklinde kavun numuneleri kullanılmıştır. Tepsili kurutucuda deneysel çalışmalar farklı kurutma havası sıcaklığı, kavun dilimi kalınlığı ve kurutma hava hızı gibi parametreler kullanılarak kavunun kuruma karakteristiği deneysel olarak incelenmiştir. İlk deneyde, sabit 63°C kurutma havası sıcaklığında 1,6 m/s, 1,7 m/s ve 1,8 m/s olmak üzere üç farklı kurutma havası hızı için gerçekleştirilmiştir. İkinci deney sabit 2 m/s kurutma hava hızında ve 63°C, 68°C ve 73°C kurutma havası sıcaklıklarında yapılmıştır. Üçüncü deneysel çalışmada ise en hızlı kurumanın gerçekleştiği 73°C kurutma havası sıcaklığı için 2 m/s kurutma havası hızında kavun dilimleri 10 mm ve 15 mm olarak iki farklı kavun dilimi kalınlığında gerçekleştirilmiştir.

Yapılan deney sonuçları ele alındığında, kurutma havası sıcaklığının artmasıyla kuruma süresinin azaldığı ve kavun dilimlerinin kalınlığının artmasıyla kuruma süresinin arttığı sonucuna varılmıştır. 2 m/s sabit kurutma hava hızında yapılan deneylerde en hızlı kuruma 150 dakika ile 73°C kurutma havası sıcaklığında gerçekleştiği görülmüştür. Öte yandan, en yavaş kuruma ise sabit 2 m/s kurutma hava hızında 63°C kurutma havası sıcaklığında gerçekleşirken toplam kuruma süresi 180 dakika olarak ölçülmüştür. Tepsilerin kendi ekseninde dönmesi suretiyle kurutma havasının ürünler üzerine homojen bir şekilde yayılması sayesinde ürünlerin her yeri eşit ve hızlı bir şekilde kurumuştur. En yavaş kurumanın gerçekleştiği 63°C sıcaklık için kuruma hızlarının kuruma zamanı üzerinde ki etkisini belirlemek için 1,6 m/s, 1,7 m/s ve 1,8 m/s üç farklı kuruma hızında deneyler gerçekleştirilmiştir sonuç olarak kuruma hızının artmasıyla kuruma süresinin kısaldığı

belirlenmiştir. 1,6 m/s kuruma havası için kuruma süresi 270 dakika olurken 1,8 m/s kuruma havası hızı için bu süre 200 dakika olarak belirlenmiştir. En hızlı kuruma süresinin elde edildiği 73°C kurutma havası sıcaklığı için kavun dilimlerinin kuruma süresi üzerine etkisini belirlemek için 10 mm ve 15 mm olmak üzere iki farklı kalınlıktaki kavun numuneleri için deneyler yapılmıştır. 10 mm kavun dilimi için kuruma süresi 150 dakika olurken 15 mm için bu süre 170 dakika olarak ölçülmüştür.

Kavun dilimlerinin kalınlıkları tüketici için bir tercih konusu olmakla beraber kurutma havasının sıcaklığının artması da 5 kW gücündeki ısıtıcının daha fazla çalışması olarak yorumlanabilir. Bu noktada en hızlı kurumanın gerçekleştiği durum ekonomik açıdan da ele alınarak en iyi kuruma parametreleri kesin olarak tayin edilebilecektir.

SEMBOLLER

MR	Nem oranı (-)
N_{YB}	Yaş baza göre nem içeriği (%)
N_{KB}	Kuru baza göre nem içeriği (%)
M_s	Ürün içerisindeki suyun kütlesi (gr)
M_k	Ürünün kuru kütlesi (gr)
N_t	t anında ürünün nem içeriği (gr_{su} / gr_{km})
N_0	Başlangıçta ürünün nem içeriği (gr_{su} / gr_{km})

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: BAP 2018-02).

Abdullah AKBULUT, birinci yazar, Hoca Ahmet Yesevi Uluslar Arası Türk-Kazak Üniversitesine görevlendirildiği süre boyunca bilimsel çalışmalara verdikleri desteklerden dolayı teşekkür eder.

Halit ARAT, ikinci yazar, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na (TÜBİTAK-BİDEB) doktora eğitimi süresince vermiş oldukları desteklerden dolayı teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- [1] Zhang, R., & Long, J. (2017). Study on Drying Uniformity of Static Small-sized Drying Box for Fruits and Vegetables. *Procedia Engineering*, 205, 2615-2622.
- [2] Fan, K., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2017). Application of airborne ultrasound in the convective drying of fruits and vegetables: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 39, 47-57.
- [3] Sahin, A. Z., & Dincer, I. (2005). Prediction of drying times for irregular shaped multi-dimensional moist solids. *Journal of Food Engineering*, 71(1), 119-126.
- [4] Yu, L. I., Ying, L. E. I., Zhang, L. B., Peng, J. H., & Li, C. L. (2011). Microwave drying characteristics and kinetics of ilmenite. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 21(1), 202-207.
- [5] Tian, Y., Zhao, Y., Huang, J., Zeng, H., & Zheng, B. (2016). Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food Chemistry*, 197, 714-722.
- [6] Goula, A. M., & Adamopoulos, K. G. (2010). A new technique for spray drying orange juice concentrate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(2), 342-351.
- [7] Villalobos, M. C., Serradilla, M. J., Martín, A., Pereira, C., López-Corrales, M., & Córdoba, M. G. (2016). Evaluation of different drying systems as an alternative to sun drying for figs (*Ficus carica* L). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 36, 156-165.

- [8] Kumcuoğlu, S., Tavman, Ş., Yıldırım, C., & Çetin, D. (2008). Yeşil Zeytinlerin Kurumasında Sıcaklığın Etkisinin İncelenmesi. *Gıda/The Journal Of Food*, 33(6), 269-273.
- [9] Akbulut, A., & Durmuş, A. (2009). Thin layer solar drying and mathematical modeling of mulberry. *International journal of energy research*, 33(7), 687-695.
- [10] Akbulut, A., & Durmuş, A. (2010). Energy and exergy analyses of thin layer drying of mulberry in a forced solar dryer. *Energy*, 35(4), 1754-1763.
- [11] Kutlu, N., & İsci, A. (2016). Effect of drying methods on characteristics of cherry tomato and mathematical modeling. *Gıda-Journal of Food*, 41(4), 197-204.
- [12] Winiczenko, R., Górnicki, K., Kaleta, A., Martynenko, A., Janaszek-Mańkowska, M., and Trajer, J., 2018, Multi-objective optimization of convective drying of apple cubes. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 341-348.
- [13] Acar, J. ve Cemeroglu, B., 1986, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Ankara*.
- [14] Şevik, S., 2013, Design, experimental investigation and analysis of a solar drying system. *Energy Conversion and Management*, 68, 227-234.
- [15] Kaya, A., Aydın, O., & Dincer, I. (2008). Experimental and numerical investigation of heat and mass transfer during drying of Hayward kiwi fruits (*Actinidia Deliciosa* Planch). *Journal of Food Engineering*, 88(3), 323-330.
- [16] Garau, M. C., Simal, S., Femenia, A., & Rosselló, C. (2006). Drying of orange skin: drying kinetics modelling and functional properties. *Journal of Food Engineering*, 75(2), 288-295.
- [17] Das, I., & Arora, A. (2018). Alternate microwave and convective hot air application for rapid mushroom drying. *Journal of Food Engineering*, 223, 208-219.
- [18] Kaya, A., Aydın, O., & Demirtaş, C. (2009). Experimental and theoretical analysis of drying carrots. *Desalination*, 237(1-3), 285-295.
- [19] Oztop, H. F., & Akpınar, E. K. (2008). Numerical and experimental analysis of moisture transfer for convective drying of some products. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 35(2), 169-177.
- [20] Ringeisen, B., Barrett, D. M., & Stroeve, P. (2014) Concentrated solar drying of tomatoes. *Energy for Sustainable Development*, 19, 47-55.
- [21] Komilov, O. S., Astanov, S. K., Safarov, O. F., Sharipov, M. Z., Faizullaev, A. R., & Tillaev, L. (2009). Combined solar drying unit. *Applied Solar Energy*, 45(4), 262-265.
- [22] Aminzadeh, R., Sargolzaei, J., & Abarzani, M. (2012). Preserving melons by osmotic dehydration in a ternary system followed by air-drying. *Food and Bioprocess Technology*, 5(4), 1305-1316.
- [23] Da Silva, G. D., Barros, Z. M. P., De Medeiros, R. A. B., de Carvalho, C. B. O., Brandão, S. C. R., & Azoubel, P. M. (2016). Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum. *LWT*, 74, 114-119.
- [24] Darvishi, H., Khodaie, J., & Azadbakht, M. (2015). The parameters of mass transfer of convective drying in sliced melon. *Philipp Agric. Sci*, 98, 60-72.
- [25] Aktaş, M., Şevik, S., Amini, A., & Khanlari, A. (2016). Analysis of drying of melon in a solar-heat recovery assisted infrared dryer. *Solar Energy*, 137, 500-515.

- [26] Kaveh, M., Sharabiani, V. R., Chayjan, R. A., Taghinezhad, E., Abbaspour-Gilandeh, Y., & Golpour, I. (2018). ANFIS and ANNs model for prediction of moisture diffusivity and specific energy consumption potato, garlic and cantaloupe drying under convective hot air dryer. *Information Processing in Agriculture*, 5(3), 372-387.
- [27] Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı-TürKomp. (2019). *Kavun Bileşen Değerleri*. <http://www.turkomp.gov.tr/food-kavun-yazlik-citili-kavun-kantalop-195>
- [28] Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı-TürKomp. (2019). *TürKomp Hakkında*. <http://www.turkomp.gov.tr/about>
- [29] Darıcı, S., ve Şen, S., 2011, Kivi Meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya etkisinin incelenmesi. *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*. 13-16 Nisan, İzmir, 58.