

ELMA KURUTULMASINDA KULLANILAN KONVEKTİF TİP BİR KURUTMA SİSTEMİNİN TASARIMI

Filiz Özgen

Yrd. Doç. Dr.,

Fırat Üniversitesi,

Teknoloji Fakültesi,

Makine Mühendisliği Bölümü,

Elazığ

filizozgen@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, elmanın kuruma özelliğini tespit etmek üzere konvektif tip bir kurutucu tasarlanıp imal edilmiştir. Deneysel, 20x20x4 mm ebatlarında elma örnekleri kullanılmıştır. Hava sıcaklığı ve hava hızı kuruma özelliğini etkileyen parametreler olarak düşünülmüştür (T= 45°C, V= 0,5, 1 ve 1,5 m/s). Elde edilen sonuçlar, kurutma zamanının fonksiyonu olarak sunulmuştur. Deneysel sonuçlardan kurutma hava hızının toplam kuruma zamanı üzerinde önemli bir rol oynadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gıda kurutma, elma, konvektif kurutucu

DESIGN OF A CONVECTIVE TYPE DRYING SYSTEM FOR APPLE DRYING PROCESS

ABSTRACT

In the present study, a convective type dryer is designed and manufactured in order to investigate the drying characteristics of apple. In the experiments, apple samples of 20x20x4 mm dimensions are used. The parameters that affects the drying characteristics are assumed to be the air temperature and air velocity (T= 45°C, V= 0,5, 1 and 1,5 m/s). The results are presented as the function of drying time. It is seen from the results that, the air velocity has a great impetus on the total drying time.

Keywords: Drying food, apple, convective dryer

Geliş tarihi : 11.10.2013

Kabul tarihi : 18.08.2014

Özgen, F. 2014. "Elma Kurutulmasında Kullanılan Konvektif Tip Bir Kurutma Sisteminin Tasarımı," Mühendis ve Makina, cilt 55, sayı 656, s. 42-49.

1. GİRİŞ

Bilindiği üzere tarımsal ürünler, yılın belirli dönemlerinde olgunlaşmaktadır. Yoğun olarak üretilen ürünlerin çok az bir kısmı, o dönemde taze olarak tüketilmektedir. Geriye kalan kısmı ise uzun süre dayanacak şekilde muhafaza edilmesi gerekir. Tarımsal ürünlerin tüketilme anına kadar geçen süre içerisinde, besleyici özelliklerini kaybetmeden ekonomik ömürlerinin uzatılmasına yönelik olan bu işlemlerin başında kurutma gelmektedir. Gıdaların kurutulması olarak saklanması yöntemi, ilk çağlardan beri uygulanan bir koruma yöntemidir. Ancak, Güneş ısıyla gerçekleştirilen bu yöntemin, yani doğada kurutmanın her yerde ve her zaman kullanılması imkânsızdır. Ayrıca açıkta kurutulan ürünler, toz, toprak, kuş ve diğer hayvanların etkisi altında bulunmaktadır. Doğrudan güneş altında kurutulan ürünlerde, kirlilik ve hijyen sorunu da ortaya çıkmaktadır. Günümüzde, bu vb. nedenlerle, ısıtılmış hava ile çalışan kurutucular kullanılmaktadır [1].

Literatürde, meyve ve sebzelerin kurutulması sırasında hava sıcaklığı, nem ve akış hızı gibi parametrelerin ve kurutulan materyale ait özelliklerin kuruma karakteristiklerine etkilerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur. Akpınar ve Biçer [2], tarımsal ürünlerin kurutulmasında siklon tipi bir kurutucunun kullanılabilirliğini deneysel olarak araştırmışlardır. Kullandıkları patates örneklerinin sıcak hava ile temasını sağlayarak kurutma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Dikmen ve diğerleri [3], deneysel bir kurutma sistemi tasarlayarak çalışma parametrelerini incelemişlerdir. Ağacın işlenmesi sonucunda elde edilen keresteleri vakumlu kurutma yöntemiyle kurutabilecek bir fırın oluşturmuşlardır. Erdem ve diğerleri [4], oluşturdukları tepsili bir kurutucuda, kurutulan alabalığın üzerinde, hava giriş sıcaklığı etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Dikdörtgen kesitli imal edilen bu kurutucuda, sabit hava hızı için, alabalığın kuruma davranışını araştırmışlardır. Sacilik ve Elicin [5], organik elma parçalarının kurutma karakteristiklerini analiz etmişlerdir. Wang ve diğerleri [6], ince doğranmış elmaların sıcak hava ile kurutulması üzerine gerçekleştirdikleri bir çalışmada matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Kara ve Demir [7], muzun farklı kurutma şartlarındaki kuruma karakteristiklerini deneysel olarak incelemişlerdir. Zlatanovic ve diğerleri [8], elmanın kurutulması için düşük sıcaklığa sahip konvektif bir kurutucu tasarlamışlardır. Deneysel incelemeler yaparak, belli boyutlarda kesilen elmalar için matematiksel model de geliştirmişlerdir. Prieto ve diğerleri [9], yeşil Hindistan cevizinin kurutma karakteristiklerini incelemek için kabine tipi bir kurutucu imal etmişlerdir. Ürünü belli sıcaklıklarda başarılı bir şekilde kurutmuşlardır. Özgen [10], kurutma havası hızının kızılıcığın kuruma karakteristikleri üzerine etkisini deneysel olarak incelemiş ve konvektif kurutucuda, farklı hızlarda çalışmanın kurutma zamanını etkilediğini göstermiştir.

Bu çalışmada, konvektif tip bir kurutucu tasarlanmış, meyve

ve sebzelerin kurutulmasında kurutucunun kullanılabilirliği deneysel olarak araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada, yaş gıda halindeki tarımsal ürünlerin kurutulması için geliştirilen konvektif tip bir kurutucu tasarlanmış ve elma örnekleri kurutulmuştur. Literatürde benzer çalışmalar olmakla birlikte, özellikle hava akış kanalının diğer düzeneklere göre uzun mesafede olması, hava akışını daha kararlı hale getirerek, ürün üzerine düzgün bir akış verilmesini sağlamıştır. Akpınar ve Biçer [11], elma kurutmak amacıyla, ürün üzerine düz akış yerine dönel akış göndererek kurutma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Tasarlanan konvektif tip deney düzeneğinde ise ürün üzerine dönel akışın aksine düzgün bir akış gönderilerek hem ürünlerin erken kuruması sağlanmış hem de bütün ürünlerin hava akışı ile aynı oranda teması gerçekleştirilmiştir. Erdem ve diğerleri [4] ise kullandıkları kare kesitli hava akış kanalı ile akışı düzgün hale getirmişler; ancak hava akışını kurutma tepsisinin yan yüzeyinden ürün üzerine göndererek hava temasını kısmen azaltmışlardır. Bu da ürünün kuruma süresinin uzun olmasına neden olmuştur. Deneysel düzeneğin kurutma işlemindeki doğru etkisini görebilmek amacıyla, 20x20x4 mm boyutlarında kesilmiş elma örnekleri kullanılmıştır. Kurutma işlemi sonucunda, elmaların kararmadan, kısa bir süre içerisinde kuruduğu gözlenmiştir. Özellikle renk değişiminin olmaması, tasarlanan kurutucunun bundan sonraki çalışmalar için örnek olabileceği görülmüştür.

2. TEORİK ANALİZ

2.1 Nem İçeriği

Ürün içerisinde bulunan bağıl nemin bir ölçüsü olan nem içeriği, yaş baz ve kuru baz olmak üzere iki şekilde ifade edilmektedir [12].

Yaş baza göre nem içeriği;

$$M_{wb} = \frac{M_w}{M_T} \quad (1)$$

denklemler ile ifade edilmektedir.

Kuru baza göre nem içeriği ise;

$$M_{db} = \frac{M_w}{M_T} \quad (2)$$

şeklinde gösterilmektedir. Burada M_w , ürünün su ağırlığı; M_T , ürünün toplam ağırlığı; M_k ise ürünün kuru ağırlığıdır.

2.2 Boyutsuz Nem Oranı

Ürünün herhangi bir t anında sahip olduğu nem içeriğinin başlangıç anındaki nem içeriğine oranına nem oranı denilmektedir. Nem oranı;

$$W_s = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \quad (3)$$

denklemleri ile belirlenmektedir. Burada M_t , ürünün t anındaki ağırlığı; M_e , denge nemi ağırlığı; M_0 ise ürünün başlangıç ağırlığıdır.

2.3 Kuruma Hızı

Kurutulan ürünlerdeki nem içeriğinin birim zamandaki değişimine kuruma hızı denilmektedir. Kuruma hızı aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır:

$$\frac{dW}{dt} = \frac{M_t - M_{t+\Delta t}}{\Delta t} \quad (4)$$

Burada $M_{t+\Delta t}$, ürünün $t+\Delta t$ anındaki ağırlığıdır.

3. DENEY DÜZENEGİNİN TASARIMI

Elmanın kurutulması amacıyla kullanılan deney düzeneği, Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü laboratuvar şartlarında imal edilmiştir. Çalışmada kullanılan deneysel düzeneğin şematik görünüşü Şekil 1’de verilmiştir. Şekil 1’de görüldüğü gibi deneysel düzeneğin, fan, ısıtıcı, kurutma kabini, hava akış kanalı, hava giriş ve çıkış kanalları, nemölçer, kurutma tepsisi, varyak ve dijital terazi den oluşmaktadır.

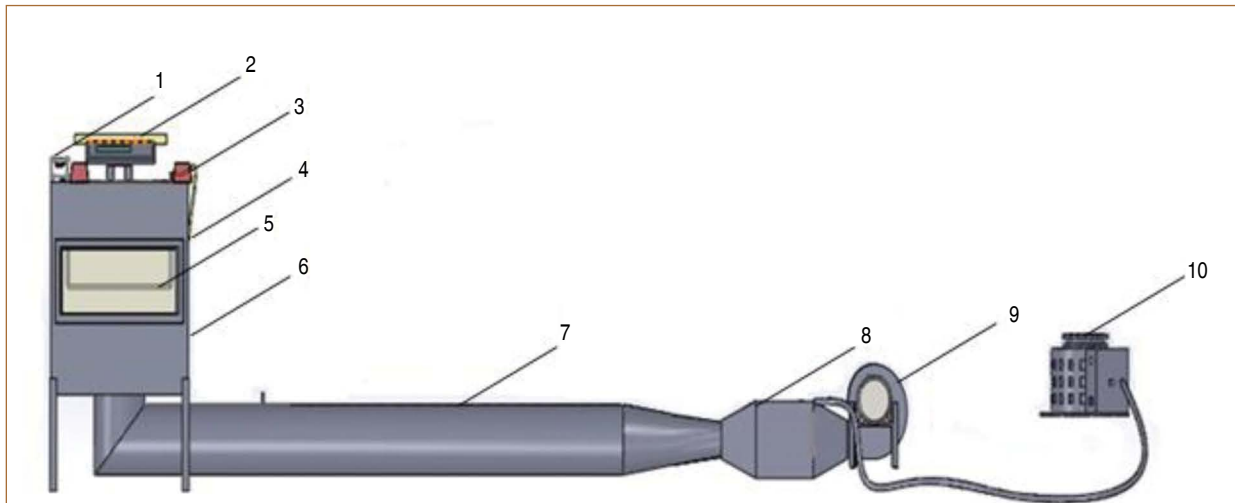
Deney düzeneğini oluşturan ana elemanların ve kullanılan cihazların fotoğrafları Şekil 2’de görülmektedir. Bu elemanların, cihazların özellikleri ve tasarımı aşağıda anlatılmıştır.

Kurutma Odası ve Hava Akış Kanalı: Kurutma odası 60 mm uzunluğunda, 40 mm genişliğinde, 60 mm yüksekliğinde dikdörtgen prizma şeklinde olup, 3 mm kalınlığındaki sacdan imal edilmiştir. Kabinin alt kısmında 120 mm çapında

bir delik açılarak hava akış kanalı ile bağlantısı yapılmıştır. Akış kanalından gelen sıcak havanın alttan ürün ile teması sağlanmıştır. Kabinin yan yüzeyine ise 100 mm çapında bir kanal açılarak ısınmış havanın çıkışı sağlanmıştır. Ürünlerin kabin içerisine kolaylıkla yerleştirilmesi için kurutma odasının ön yüzeyi kapaklı imal edilmiştir. Ayrıca, ürünlerin kuruma süresi boyunca gözlenebilmesi için de bu kapağın bir kısmı camdan yapılmıştır. Kurutma odası ile alttan bağlantısı yapılan hava akış kanalı ise 2,5 m uzunluğunda, 120 mm çapında dairesel olup, 3 mm kalınlığında sacdan imal edilmiştir. Bu kanal, 30 mm kalınlığında cam yünü kullanılarak yalıtılmış ve üst kısmı da alüminyum bant ile kaplanmıştır. Kabin üzerinde bulunan sıcaklık ölçüm aletleri yardımıyla, ısıl çift kullanılarak ürün sıcaklığı ve kabin çıkış sıcaklığı belirlenebilmiştir (Şekil 2a).

Isıtma Sistemi: Isıtma sistemi 2000 W gücüne sahip tellerden oluşmuştur. Bu teller, hava akışını engellemeyecek şekilde, düzgün bir dağılım sağlamak amacıyla yerleştirilmiştir. Kullanılan tellerin birbirleri ile ve kapalı hacim ile temasını engellemek için iki adet rezistan kullanılmıştır. Isıtma sisteminin üst kısmından çıkarılan teller, klemens yardımıyla kablolarla bağlanarak varyak ile teması sağlanmış ve kurutma için gerekli olan kurutma havası sıcaklığı varyak yardımıyla sabit hale getirilmiştir (Şekil 2b).

Dijital Terazi: Ürünün kütle kaybını ölçmek için $\pm 0,1$ g hassasiyetinde 0-6100 g ölçüm aralığına sahip dijital terazi kullanılmıştır. Dijital terazi 30 cm uzunluğunda, 19 cm genişliğindedir. Terazi ile bağlantılı olacak şekilde, 27 cm uzunluğunda, 21 cm genişliğinde bir kurutma tepsisi imal edilmiş ve kurutulacak ürünler tepsi üzerine yerleştirilerek belli aralıklar ile ürünün kütle kaybı teraziden okunmuştur (Şekil 2c).



Şekil 1. Deney Düzeneğinin Şematik Görüntüsü: 1. Nemölçer, 2. Dijital Terazi, 3. Voltmetre ve Anemometre, 4. Hava Çıkış Kanalı, 5. Kurutma Tepsisi, 6. Kurutma Kabini, 7. Hava Akış Kanalı, 8. Isıtma Sistemi, 9. Fan, 10. Varyak



Şekil 2. Deney Düzeneğini Oluşturan Ana Elemanlar; a. Nemölçer, b. Dijital Terazi, c. Voltmetre ve Anemometre, d. Hava Çıkış Kanalı, e. Kurutma Tepsisi, f. Kurutma Kabini, g. Hava Akış Kanalı, h. Isıtma Sistemi, i. Fan, k. Varyak

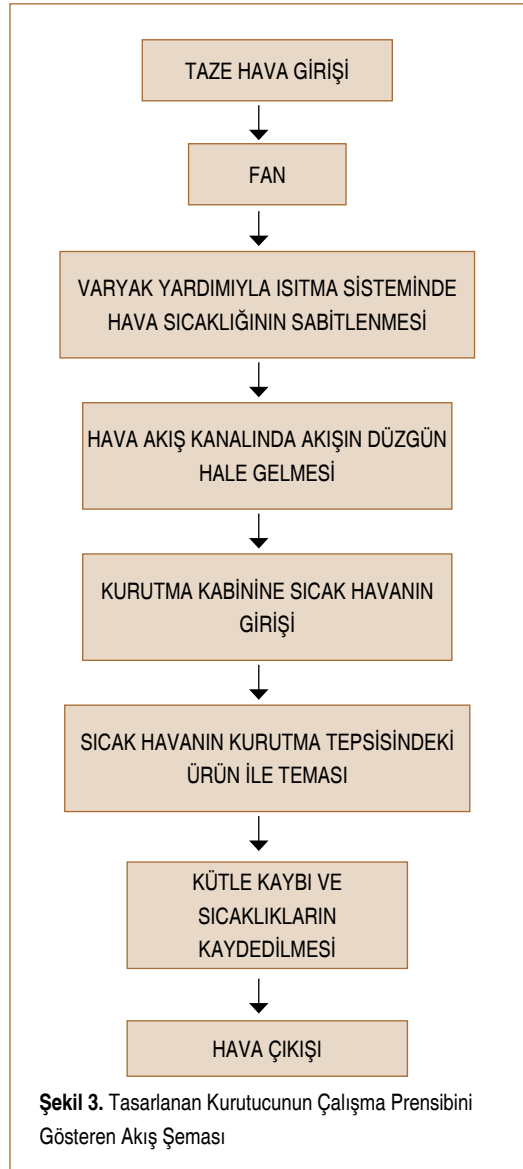
Fan: Hava akış hızı, 0,537 kW gücüne sahip radyal bir fan yardımıyla kontrol edilmiştir. Radyal fan 50 Hz, 220 volt ve 2,5 amper gücüne sahiptir. Sistemde kullanılan fan, sabit devrildir (2800 d/dak.). Girişe yerleştirilen ışık ayar anahtarı yardımıyla, sisteme verilen hava miktarı değiştirilerek hava hızı ayarlanabilmektedir (Şekil 2d).

Voltmetre ve Anemometre: Varyaktan gelen voltajı okumak için voltmetre, sıcak havanın kurutma odasına giriş sıcaklığını ve hızını ölçmek için KIMO marka anemometre kullanılmıştır. Anemometrenin hava hızı ölçüm aralığı 0,15-3m/s iken, sıcaklık ölçüm aralığı 80/-20 °C’dir (Şekil 2e-f).

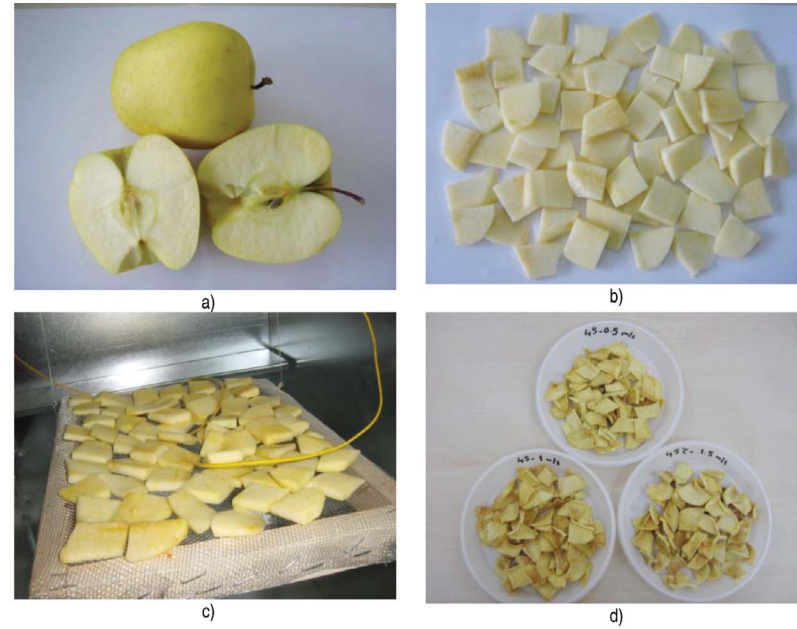
Nemölçer ve Varyak: Ortamın nemini ve sıcaklığını ölçmek amacıyla dijital bir nemölçer kullanılmıştır. Laboratuvar şartlarında nem oranı %22-40 arasında, ortam sıcaklığı ise 20-25 °C arasında değişmektedir. Kurutma için gerekli olan kurutma havası sıcaklığı varyak yardımıyla sabit hale getirilmiştir. Belirli hız aralıklarında voltaj ayarlanarak sıcaklığın sabit kalması sağlanmıştır. Varyanın voltaj ölçüm aralığı 0-260 volt, 2,5 amper ve 50 Hz’dir (Şekil 2g-h).

Tasarlanan konvektif tip kurutucunun genel olarak çalışma prensibi Şekil 3’te görülen akış şeması ile verilmiştir. Şekil 3’te görüldüğü gibi, sisteme öncelikle, taze hava girmekte ve fan yardımıyla belirli bir hız seviyesine ulaşmaktadır. Kullanılan varyak sayesinde havanın sıcaklığı, ısıtma sisteminde sabit hale gelmektedir. Isınan hava, hava akış kanalında düzgün hale gelerek kurutma kabine girmekte ve ürün ile alttan temas etmektedir. Kurutma tepsisine yerleştirilen ürünün kütle kaybı teraziden ölçülmekte ve hava, çıkış kanalından dışarı verilmektedir.

Deney düzeneğinde kullanılan elmaların kurumadan önceki (a ve b), kabin içerisindeki (c) ve farklı hızlarda kuruduktan sonraki görünüşleri (d) Şekil 4’te verilmiştir. Deneylerde, 20x20x4 mm ebatlarında dikdörtgen prizması şeklinde kesilmiş elma örnekleri kullanılmıştır. Elmanın kuruma karakteristikleri konvektif bir kurutucuda, 45 °C kuruma havası sıcaklığı ve 0,5, 1 ve 1,5 m/s kurutma havası hızında belirlenmiştir. Terazi ile bağlantılı olan tepsinin üzerine yerleştirilen, kuruması istenilen elmaların kütle kaybı 15



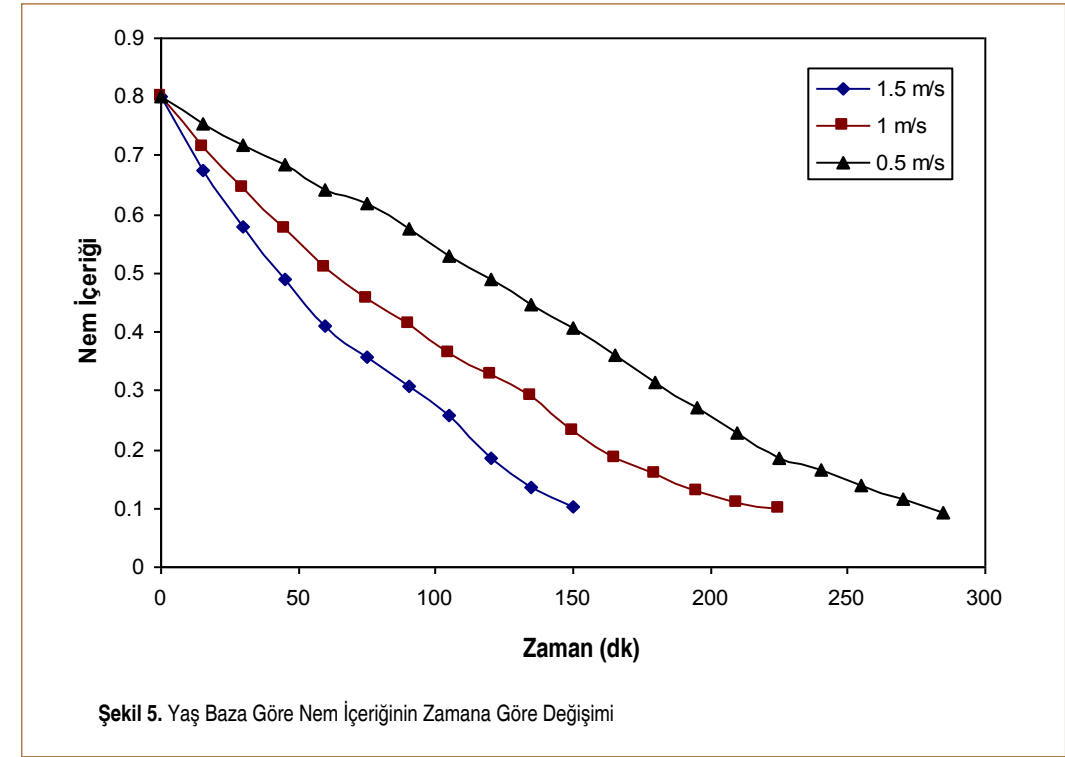
dakikalar aralıklarla kaydedilmiştir. Deneylerde kullanılan kesilmiş yaş elma örnekleri, kurutma tepsi üzerine yerleştirildikten sonra, 2 adet ısıtıcı elmalara batırılmış ve deney sırasında bu elmaların sıcaklıkları, ısıtıcılar yardımıyla ölçülmüştür. Ölçülen bu sıcaklıkların ortalaması alınmış ve istenilen şekiller bu değerler yardımıyla çizilmiştir (Şekil 7). Isınan hava, kurutma kabine alttan verilerek tüm ürünler ile aynı oranda teması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu durumda, ısıtıcılar yardımıyla ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalamasının tüm ürünleri temsil ettiği düşünülmüştür. Literatürde bu tür uygulamalar mevcuttur [2]. Elmaların ilk nem içeriği yaş baza göre %83 olarak belirlenmiş ve kuruması istenen elmalar da ortam sıcaklığında yaklaşık bir saat bekletilmiştir. Kurutma tepsi üzerine her seferinde 142 g elma koyulmuş ve 15 dakika aralıklarla elmaların kütle kaybı teraziden ölçülmüştür.



Şekil 4. Deney Düzeninde Kullanılan Elma Örnekleri

4. ARA DEĞERLENDİRME

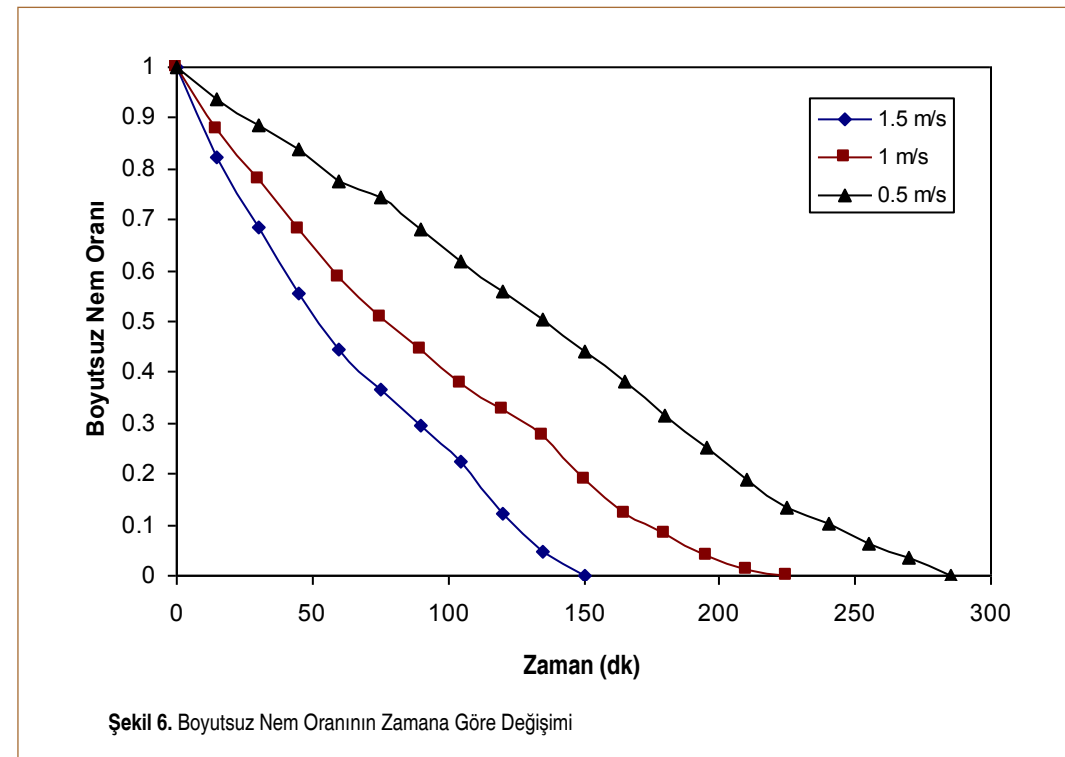
Kurutma işlemine başlanmadan önce, sistem, yaklaşık bir saat kadar çalıştırılarak istenilen sıcaklık değerine ulaştırılmıştır. 45 °C kuruma havası sıcaklığı ve 0,5, 1 ve 1,5 m/s kurutma havası hızı için, ürünün yaş baza göre nem içeriğinin zamanla değişimi Şekil 5'te verilmiştir. Nem içeriği hızlı bir şekilde düşmekte, bu düşüş zamanla azalmaktadır. En erken düşüş 1,5 m/s için olurken, en geç düşüş 0,5 m/s için olmaktadır. Elmanın kuruma süresi 1,5 m/s için 150 dakika, 1 m/s için 225 dakika ve 0,5 m/s için 285 dakika olmuştur. Elmaların ilk nem içeriği yaş baza göre %83 olarak belirlenmiş ve kurutma işlemi %11 oluncaya kadar devam etmiştir. %11, ürün için denge nemdir ve bu orana düşene kadar geçen zaman, kuruma süresidir. Nem içeriği eğrilerinin doğrusal bir şekilde azalması, çalışılan sıcaklık ve hızların elmanın kurutulması için uygun olduğunu göstermiştir. Kurutulan ürünün kalitesinin bozulmaması, çok yüksek sıcaklık verilerek ürünün haşlanmaması, düşük hızlar verilerek ürünün bozulmaya yönlendirilmesi, çok yüksek hızlar altında kurutma yapılarak ürünün vitamin ve mineral değerlerinin kısa sürede yok edilmesi ve ürün renginde oluşabilecek kararmalardan dolayı sıcaklık ve hız değerlerinin uygun seçilmesi çok önemlidir. Şekil 5'te inişli çıkışlı dalgalanmaların olmaması, Şekil 4'de görülen kurutulmuş elma örneklerinin kararmaması, seçilen sıcaklık ve hız değerlerinin uygunluğunu göstermiştir. Aynı zamanda, artan hızlarda kuruma süresinin azalacağı görülmüştür. Bu duruma benzer grafikler literatürde mevcuttur [13].



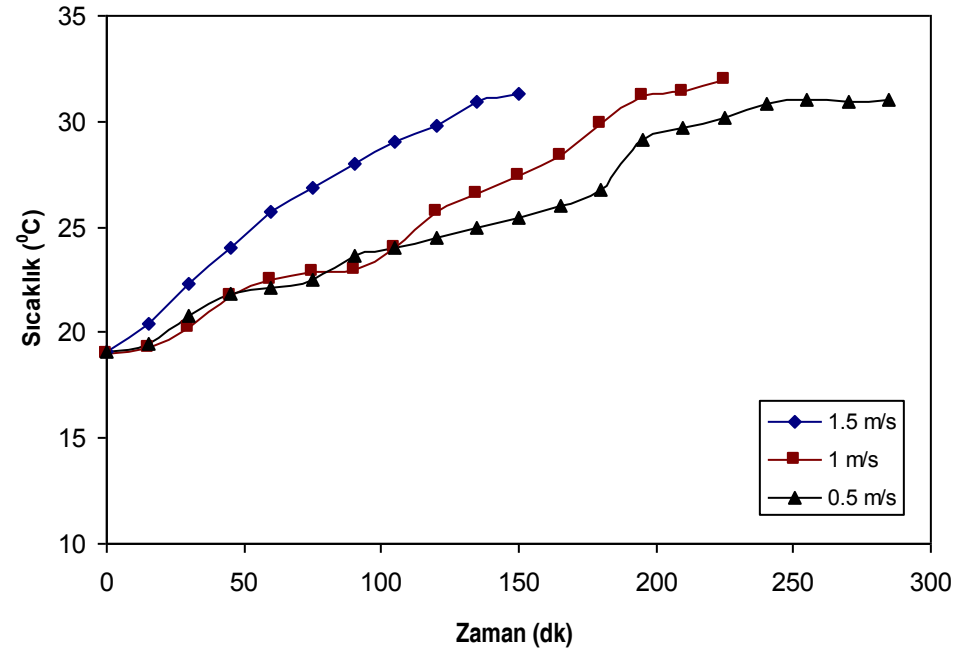
Şekil 5. Yaş Baza Göre Nem İçeriğinin Zamana Göre Değişimi

Şekil 6'da boyutsuz nem oranının zamanla değişimi verilmiştir. Burada, artan hızın etkisi daha net bir şekilde görülmektedir. Sabit sıcaklıkta hızın artması, sisteme daha fazla enerji girdisine sebep olarak ısı transferini arttırmaktadır. Hızın artırılması, ürün neminin hızlı bir şekilde düşmesini sağlayarak

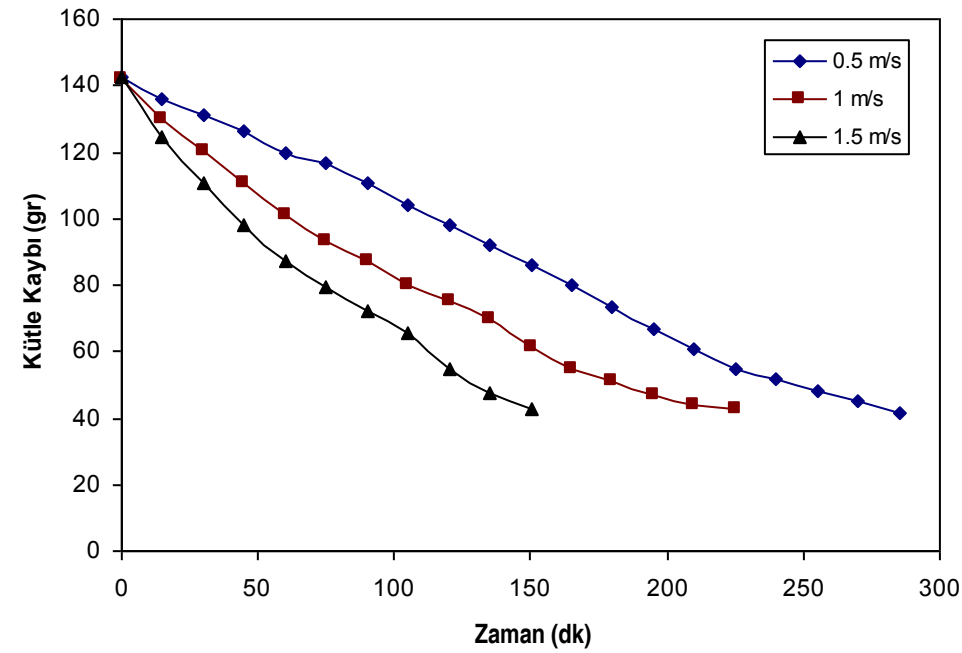
kurutma süresini azaltmaktadır. Boyutsuz nem oranı, ürünün herhangi bir t anında sahip olduğu nem içeriğinin başlangıç anındaki nem içeriğine oranı olduğundan, artan hız ile birlikte boyutsuz nem oranı da düşmektedir. 1,5 m/s hız için kuruma zamanı en az iken, 0,5 m/s hızında bu süre en fazla olmuştur.



Şekil 6. Boyutsuz Nem Oranının Zamana Göre Değişimi



Şekil 7. Ürün Sıcaklığının Zamana Göre Değişimi



Şekil 8. Kütle Kaybının Zamana Göre Değişimi

Bu duruma benzer grafikler literatürde mevcuttur [14].

45 °C sabit kuruma havası sıcaklığı ve 0,5, 1 ve 1,5 m/s kurutma havası hızı için, ürünün iç sıcaklığının zamanla deği-

şimi Şekil 7'de verilmiştir. Verilen her kurutma havası hızı için ürün sıcaklığı artmakta, kuruma işlemi ilerledikçe bu artış yavaşlamaktadır. 0,5 ve 1 m/s kurutma havası hızları için ürün sıcaklığının yavaşlayıp sabit hale gelmeye başladığı görül-

mektedir. 1,5 m/s kurutma havası hızında ise istenilen denge nemine ulaşıldığı için eğri, artış gösterip az da olsa yavaşlamıştır. 1,5 m/s kurutma havası için ürün sıcaklığı en fazla 31,3 °C iken, 0,5 m/s'de bu sıcaklık en düşüktür. Bu duruma benzer grafikler literatürde mevcuttur [15].

Sabit sıcaklık ve farklı kurutma hızları için elmanın kütle kaybı Şekil 8'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi kurutma havası hızı, ürünün kuruma süresi üzerinde etkin bir parametre olmuştur; bu hızın artmasıyla da kuruma süresi azalmıştır. En hızlı kütle kaybı 1,5 m/s için olurken, en geç kütle kaybı 0,5 m/s için olmuştur. Özgen tarafından bu durum, kızılçik meyvesi için de belirlenmiştir [10].

5. SONUÇ

Bu çalışmada, konvektif tip bir kurutucu tasarlanmış, meyve ve sebzelerin kurutulmasında kurutucunun kullanılabilirliği deneysel olarak araştırılmıştır. Deney düzeneğinin kurutma işlemindeki doğru etkisini görebilmek amacıyla elma örnekleri kullanılmıştır. Elmanın kurutma karakteristikleri, 45 °C sabit kuruma havası sıcaklığı ve 0,5, 1 ve 1,5 m/s kurutma havası hızı için belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Deneysel incelemeler sonucunda, kurutma havası hızının kurutma süresi üzerinde önemli rol oynadığı görülmüştür.
- Kurutma havası hızı, nem içeriğinin ve kurutma oranının zamanla, değişimini etkilemiştir.
- Elmanın kuruma süresi 1,5 m/s için 150 dakika, 1 m/s için 225 dakika ve 0,5 m/s için 285 dakika olmuştur.
- Taze olarak kullanılan elmalar, bu çalışma için tasarlanan konvektif tip kurutucuda, renkleri kararmadan başarılı bir şekilde kurutulmuştur.
- Kurutma işlemi, güneşte kurutmaya göre daha verimli, temiz, kısa sürede ve renk değiştirmeden gerçekleştirilmiştir. Bundan dolayı, bu çalışmada tasarlanan kurutucu, gelecekte tasarlanacak kurutucular için bir model olabilir.

SEMBOLLER

- M_{wb} : Yaş baza göre nem içeriği
 M_{db} : Kuru baza göre nem içeriği
 M_v : Ürünün su ağırlığı
 M_T : Ürünün toplam ağırlığı
 M_k : Ürünün kuru ağırlığı
 W_s : Nem oranı
 M_t : Ürünün t anındaki ağırlığı
 M_e : Denge nemi ağırlığı
 M_0 : Ürünün başlangıç ağırlığı
 $\frac{dW}{dt}$: Kuruma hızı
 $M_{t+\Delta t}$: Ürünün $t+\Delta t$ anındaki ağırlığı

KAYNAKÇA

1. **Doymaz, İ., Tuğrul, N., Pala, M.** 2003. "Maydanozun Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi," Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi, cilt 3, s. 1-8.
2. **Kavak, A. E., Biçer, Y.** 2002. "Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Siklon Tipi Bir Kurutucunun Kullanılabilirliği," Mühendis ve Makina Dergisi, cilt 43, sayı 515, s. 21-26.
3. **Dikmen, E., Şencan Şahin, A., Yakut, A. K.** 2012. "Deneysel Bir Kurutma Sistemi Tasarımı ve Çalışma Parametrelerinin İncelenmesi," Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, cilt 32, sayı 2, s. 81-88.
4. **Erdem, M., Öztop, H. F., Varol, Y., Kamışlı, F.** 2013. "Tep-sili Bir Kurutucuda Kurutulan Alabalığın Üzerinde Hava Giriş Sıcaklığı Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi," Dicle Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü 2. Anadolu Enerji Sempozyumu, 2-4 Mayıs, Diyarbakır, s. 741-745.
5. **Sacilik, K., Elicin, A. K.** 2006. "The Thin Layer Drying Characteristics of Organic Apple Slices," Journal of Food Engineering, vol. 73, p. 281-289.
6. **Wang, Z., Sun, J., Liao, X., Chen, F., Zhao, G., Wu, J., Hu, X.** 2007. "Mathematical Modeling on Hot Air Drying of Thin Layer Apple Pomace," Food Research International, vol. 40, p. 39-46.
7. **Kara, T., Demir, F.** 2012. "Muzun Farklı Kurutma Şartlarındaki Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi," Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), cilt 8, sayı 2, s. 179-184.
8. **Zlatanovic, I., Komatina, M., Antonijevic, D.** 2013. "Low-Temperature Convective Drying of Apple Cubes," Applied Thermal Engineering, vol. 53, p. 114-123.
9. **Prieto, W. H., Iguati, A. M., Nitz, M.** 2011. "Drying Evaluation of Green Coconut Pulp for Obtaining a Snack-Like Product," Procedia Food Science, vol. 1, p. 1618-1627.
10. **Özgen, F.** 2013. "Kurutma Havası Hızının Kızılçik Kuruma Karakteristikleri Üzerine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi," Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, sayı 25 (2), s. 99-105.
11. **Kavak, A. E., Biçer, Y.** 2002. "Siklon Tipi Bir Kurutucuda Elmanın Kuruma Karakteristiklerine Etki Eden Faktörler," Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, sayı 22 (1), s. 8-17.
12. **Darıcı, S., Şen, S.** 2012. "Kivi Meyvesinin Kurutulmasında Kurutma Havası Hızının Kurumaya Etkisinin İncelenmesi," Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayı 130, s. 51-58.
13. **Koyuncu, T., Tosun, İ., Pınar, Y.** 2007. "Drying Characteristics and Heat Energy Requirement of Cornelian Cherry Fruits (Cornus mas L.)," Journal of Food Engineering, vol. 78, p. 735-739.
14. **Koyuncu, T., Serdar, U., Tosun, İ.** 2004. "Drying Characteristics and Energy Requirement for Dehydration of Chestnuts (Castanea sativa Mill.)," Journal of Food Engineering, vol. 62, p. 165-168.
15. **Kavak, A. E.** 2005. "Evaluation of Convective Heat Transfer Coefficient of Various Crops in Cyclone Type Dryer," Energy Conversion and Management, vol. 46, p. 2439-2454.