

TARIMSAL ÜRÜNLERİN KURUTULMASINDA SİKLON TİPİ BİR KURUTUCUNUN KULLANILABİLİRLİĞİ *

Ebru KAVAK AKPINAR, Yaşar BİÇER * *

Bu çalışmada, tarımsal ürünlerin kurutulmasında, siklon tipi bir kurutucunun kullanılabilirliği araştırılmıştır. Siklon tipi kurutucuda, geleneksel kurutma sistemlerinden farklı olarak, örneklerin ısıtılmış hava ile teması, aksenel akış ortamı yerine dönel akış ortamında gerçekleşmiştir. Dönel akış, havanın kurutma odasına alt taraftan açısız yönde verilerek sağlanmıştır. Deneylerde 12.5x12.5x25 mm ve 8x8x18 mm ebatlarında dikdörtgenler prizması şeklinde kesilmiş patates örnekleri kullanılmıştır. Örneklerin kuruma karakteristiği, kurutma havasının 60, 70 °C giriş sıcaklığında ve 1m/s hız şartlarında dönel akış için incelenmiştir. Deney setinde gerekli düzenlemeler yapılarak, deneyler aynı fiziki şartlarda aksenel akış için de tekrarlanmış ve her iki akış kurutma süresi açısından karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: : Kurutma, kurutucu, tarımsal ürünler

In this study, the utilization of a cyclone type dryer in drying of agricultural products was investigated. Different from conventional types of dryers the samples subjected to heated air in swirl flow in place of axially flow. Swirl flow was supplied by entering drying air in angular direction in to the drying chamber. Potato slices cut in the shape of rectangular prism with the dimensions of 12.5x12.5x25 mm and 8x8x18 mm and used in experiments. Under conditions of drying air inlet temperature, 60, 70 °C and drying air velocity 1m/s, the drying characteristic of samples was investigated for swirl flow. By necessary modification on the experimental set up, the experiments were repeated under the same conditions in axially flow, and the comparison drying time of both flows are given.

Keywords: Drying, dryer, agricultural products

* * Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü

* Bu çalışma Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından FÜNAF-357 nolu proje olarak desteklenmiştir.

GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin uzun süre muhafaza edilebilmesi için birçok teknikler mevcuttur. Bu teknikler arasında kurutma, soğutma, kimyasal maddelerle işleme tabii tutma sıralanabilir. Bunların içinde uygulama alanı en geniş olan kurutmadır. Kurutma işlemi bir ısı ve kütle transferi olayı olup güneş enerjisi ile tarım ürünlerini kurutma, en eski gıda saklama yöntemlerinden birisi olarak bilinmektedir (Akyurt vd., 1971). Bu tür kurutmada gıda maddesine çoğunlukla ön işlem uygulanmaz; kurutulan sebze ve meyvelerin çoğunluğu, güneşte yere serilmekte ve kuruma işlemi tamamlanıncaya kadar açık havada bekletilmektedir. Güneşte kurutmada yağmur, rüzgarın neden olduğu tozlar, pislikler, böcek ve sinek gibi çeşitli canlıların temas etmesi nedeniyle gıdanın kalitesi ciddi olarak azalmaktadır. Bu nedenle de, ürünün iç ve dış pazarda satışlarında sorunlar

yaşanmaktadır (Cemeroğlu, 1986). Bu sorunların aşılması kurutma işleminin kapalı sistemlerde gerçekleştirilmesiyle mümkündür. Yöresel koşullara uygun olarak tasarlanacak kurutucularda elektrik, güneş veya jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılabilir.

Ürün tipi ve yöre koşullarına uygun kurutucu modellerinin belirlenmesi konusunda yurt içi ve yurt dışında çalışmalar yapılmıştır (Tırıs vd., 1994; Midilli, 1999; Özdemir ve Devres, 1999; Yıldız, 2000; Sarsılmaz vd., 2000; Can, 2000; Patıl vd, 2001; Youcef-Ali vd., 2001). Bu çalışmada, siklon tipi bir kurutucuda dönel akış ortamında patates kurutulmuş ve patatesin kuruma kinetiği, aksel akış ortamında yapılan kurutma ile karşılaştırılmıştır. Siklon tipi kurutucunun tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılabilirliğinin araştırılmasının ana amaç olduğu çalışmada, kurutulacak materyal olarak patatesin seçilmesindeki nedenlerden biri bu ürüne belirli bir geometrik şeklin verilmesindeki kolaylıktır. Diğer nedenler ise, yörenin geniş bir üretim alanına sahip olması, patatesin bütün mevsimlerde bulunabilmesi, ucuz olması ve cips yapımında kullanılan patatesin işlendikten sonra ticari değerinin yüksek olmasıdır.

TEORİ

Tarım ürünlerinde nem miktarı, bünyesinde tutulan su ağırlığı olarak ele alınır. Su miktarı, % olarak oransal biçimde tanımlanır. Nem miktarının belirlenmesinde “Yaş baz” (yb), “Kuru baz” (kb) olmak üzere iki tanımdan biri kullanılmaktadır (ASAE; 1983). Yaş baza göre nem, üründeki su ağırlığının ürünün tüm ağırlığına oranı olarak tanımlanır.

$$\%M_{yb} = \frac{W_s}{W_s + W_k} \cdot 100 \quad (1)$$

Kuru baza göre nem ise, üründeki su ağırlığının ürünün kuru ağırlığına oranıdır.

$$\%M_{kb} = \frac{W_s}{W_k} \cdot 100 \quad (2)$$

Kuru ve yaş baza göre saptanan nem oranları aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla birbirine çevrilebilir.

$$\%M_{kb} = \frac{M_{yb}}{100 - M_{yb}} \cdot 100 \quad (3)$$

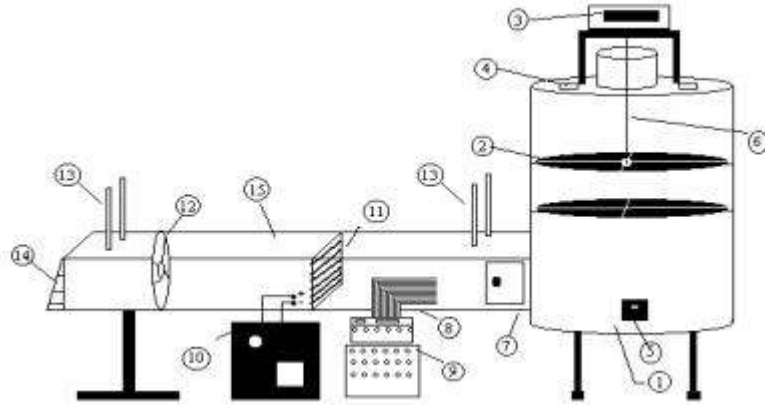
Kuruma hızı ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$\frac{dM_{kb}}{dt} = \left(\frac{M_{t+\Delta t} - M_t}{dt} \right)_{kb} \quad (4)$$

DENEYSEL ÇALIŞMA

Dönel Akış Ortamında Siklon Kurutucu

Şekil 1’de şematik olarak gösterilen deney düzeneği aşağıda belirtilen dört ana bölümden oluşmaktadır (Kavak Akpınar, 2002).



Şekil 1. Siklon Tipi Kurutucunun Şematik Gösterimi:1-Kurutma Odası, 2- Tepsiler, 3- Terazî, 4- Gözetleme Camları, 5- İç Sıcaklığı Gösteren Termometre, 6- Tartım Çubuğu, 7- Kumanda Panosu, 8- Termoelemanlar, 9- Dijital Termometre ve Kanal Seçici, 10- Voltaj Transformatörü, 11- Isıtıcılar, 12-Fan, 13- Yaş ve Kuru Termometreler, 14- Klape, 15- Kanal

Kurutma odası: Kurutma odası 600 mm çapında, 800 mm yüksekliğinde silindir şeklinde olup, 0.8 mm kalınlığındaki sacdan imal edilmiştir. Paslanmayı önlemek için kurutma odasının iç ve dış kısımları fırın statik boya ile boyanmıştır. Kurutma odası iç içe geçmiş iki silindir şeklindedir ve arada kalan 30 mm' lik boşluğa polistren sıkılarak yalıtım yapılmıştır. Kurutma odasının hem alt kısmı hem de üst kısmı kapaklı olarak imal edilmiştir. Bu kapaklar deney setinden kolaylıkla sökülebilecek şekilde tasarlanmış ve kapaklarda aynı şekilde yalıtılmıştır. Üst kapak üzerine iki adet gözetleme camı vardır. Kurutulacak ürünlerin sisteme konulup, alınması da bu üst kapak tarafında yapılmaktadır.

Kanal: Kanal 0.8 mm kalınlığındaki sacdan 1000 mm uzunluğunda 200x250 mm ebatlarında dikdörtgen kesit şeklinde imal edilmiştir. Isıtıcı elektrik dirençleri ve fan kanalın içerisinde bulunmaktadır.

Fan: Sistemde kullanılan fan sabit devirli olup(1400 d/dak), 40 W gücündedir. Girişte bulunan bir klape yardımıyla geçen hava miktarı değiştirilerek hava hızı ayarlanabilmektedir.

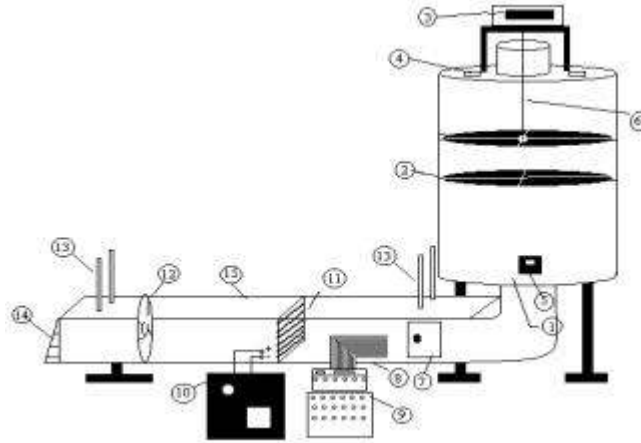
Isıtıcı ve kumanda panosu: Sistemde ısıtıcı olarak iki adet 2000 W gücünde ayrı ayrı çalışabilen elektrik direnç telleri kullanılmıştır. Isıtıcı ünitesiyle bağlantılı hale getirilen bir voltaj transformatörü yardımıyla ısıtıcı istenilen sıcaklıklara ayarlanmaktadır.

Deneylerde kullanılan kurutma havası kurutma odasının altından açılal yönde girmekte ve kurutulacak ürünler fileli tepsilerde kurutulmaktadır. Tepsiler kurutma odasına üç konumda yerleştirilen pabuçlar üzerinde durmaktadır. Tepsiler üzerine çapraz şekilde ince teller atılarak, orta noktalarına bir kanca yerleştirilmiştir. Tartım işlemleri bu kancaya takılan tellerle bağlantılı hale getirilen teraziyile sürekli olarak yapılmıştır. Tartım işleminde tepsilerin kurutma odasının cidarına dokunmaksızın iyi bir dengeleme yapılmasına özen gösterilmiştir.

Eksenel Akış Ortamında Siklon Kurutucu

Dönel akış ve eksenel akış ortamında yapılan kurutmayı karşılaştırmak için deney setinde bazı değişiklikler yapılmış ve kurutma havasının kurutma odasının alt tarafından eksenel akış halinde sisteme verilmesi sağlanmıştır. Yapılan deneyler sonunda eksenel ve dönel akıştaki kurutma süreleri mukayese edilmiştir. Şekil 2' de deney setinde yapılan değişiklikler görülmektedir. Siklonda dönel akış yerine eksenel akış ortamı sağlamak için siklon üst ve alt kapakları eksenel akış ortamında kurutmaya uygun hale getirilmiştir. Sıcak hava girişi alt kapağın ortasından 200 mm

çapında dairesel boruyla verilmiş, ekzoz ise üst kapaktan 200 mm çapındaki bir boruyla sağlanmıştır.



Şekil 2. Eksenel Akışta Kurutmada Deney Setinde Yapılan Değişikliklerin Şematik Olarak Gösterilmesi

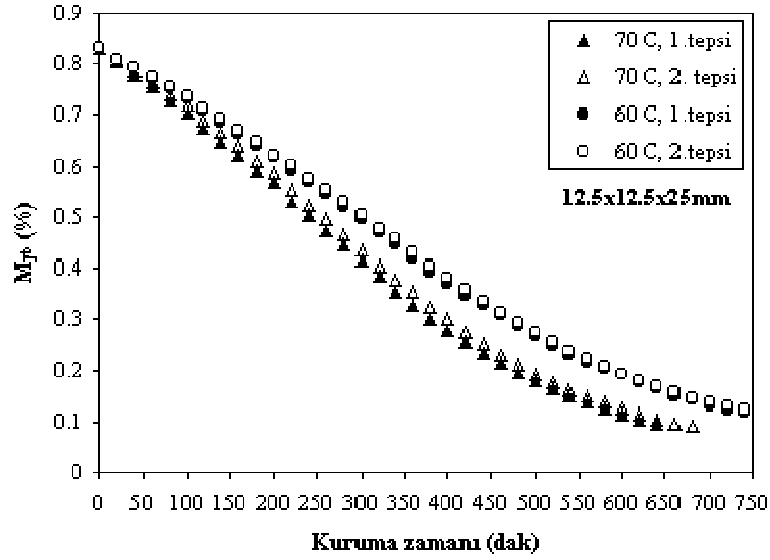
Deneylerde hava hızını ölçmek için iki tip hız ölçer kullanılmıştır. Siklon içindeki hava hızlarını ölçmek için 0-15 m/s ve 0-80 °C arasında ölçüm yapabilen, hem sıcaklık hem de hız değerlerini okuyabilen TA-2 AIRFLOW markalı bir ısıl hız ölçer kullanılmıştır. Sıcaklık tespitinde BS 4937 standardında J- tipi demir (+) Constantan (-) termo elemanları ve 20 kanallı Elimko 6400 elle kumandalı 0.1 °C hassasiyetli dijital termometre kullanılmıştır. Deneylerde giriş sıcaklığı esas alınmış ve bu sıcaklığın sürekli aynı değerde kalmasını bir voltaj transformatörü sağlamıştır. Ağırlık tespiti BEL marka 0.01 gram duyarlılık maksimum 2000 grama kadar ölçüm yapabilen dijital bir terazi ile yapılmıştır. Kurutulan ürünün başlangıç ve son nem içerikleri METTLER marka infrared nem tayin cihazıyla belirlenmiştir. Patates örnekleri kurutma sırasında esmerleşme tepkimelerini engellemek amacı ile önce haşlama işlemine tabi tutulmuştur. Optimum haşlama süresi literatürden üç dakika olarak saptanmış (Şahbaz ve Kayhan, 1994), deneyler de kurutma öncesi haşlama işleminde bu süre esas alınmıştır. Haşlanan örnekler daha sonra yüzeylerinde jelatinize olan nişastanın uzaklaştırılması amacıyla soğuk damıtık suyla yıkanmış ve filtre kağıdı yardımıyla kurutulmuştur.

DENEY SONUÇLARI ve TARTIŞMA

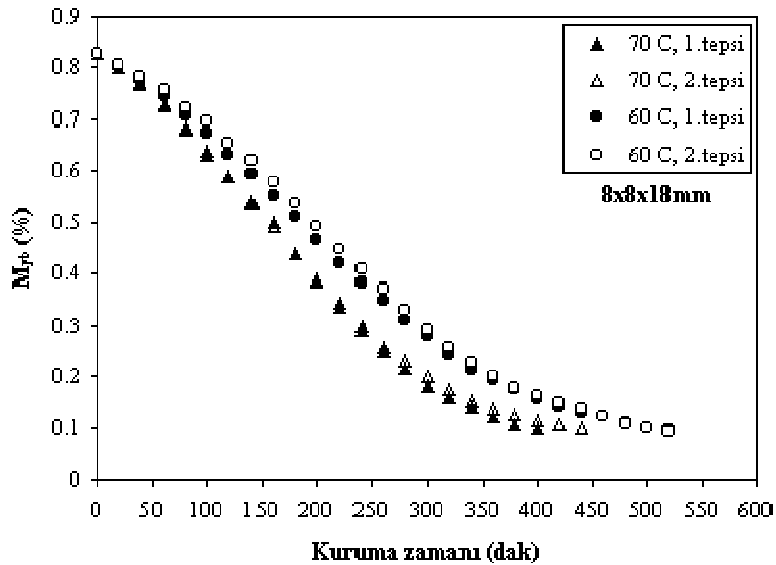
Dönel Akış Ortamında Siklon Kurutucuda Yapılan Deneylerin Sonuçları

Patatesin kuruma kinetiği 1 m/s kurutma havası hızında, 60, 70°C giriş havası sıcaklığında ve 12.5x12.5x25 mm ve 8x8x18 mm örnek boyutunda incelenmiştir. Kurutma deneylerinden önce patates örneklerinde %83 nem, %17 kuru madde olduğu infrared nem tayin cihazıyla tespit edilmiştir. Patateslerin kurutulması sırasında elde edilen ağırlık kayıplarından, su miktarının toplam madde miktarına oranlanmasıyla bulunan nem içeriğinin (% M_{yb}) zamanla değişimi Şekil 3-6 'da görülmektedir. Kurutma işlemine, patatesin içinde bulunduğu ortam ile arasında nem açısından bir dengenin oluştuğu ve nem içeriğinin sabit kaldığı %11(denge nemi) değerinde son verilmiştir. Şekil 3- 4' de farklı örnek boyutunda, farklı kurutma havası giriş sıcaklıklarında kurutulan örneklerin zamanla nem içeriğindeki(% M_{yb}) değişim görülmektedir. Şekil 5-6' da sabit kurutma havası giriş sıcaklığında farklı boyutlarda kurutulan patates örneklerinin nem içeriğinin(% M_{yb}) zamanla değişimi görülmektedir. Deneylerde en uzun kurutma süresi 60 °C kurutma havası giriş sıcaklığında kurutulan 12.5x12.5x25 mm boyutundaki örneklerde, en kısa

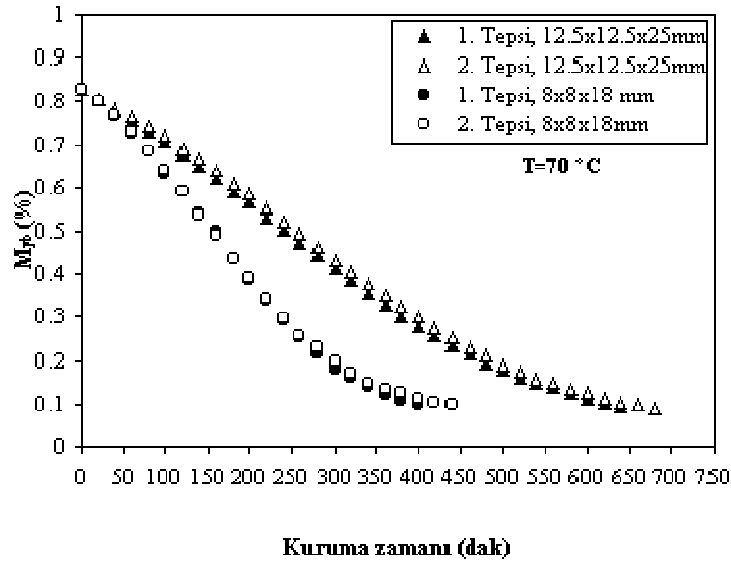
kurutma süresi ise 70 °C kurutma havası giriş sıcaklığında kurutulan 8x8x18 mm boyutlarındaki örneklerde elde edilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü üzere, kurutma süreleri değişik kurutma havası giriş sıcaklıklarına ve kurutulan örneklerin boyutlarına bağlı olarak 400-740 dakika arasında değişmiştir. Birinci ve ikinci tepsi arasında 150 mm bir mesafe olmasına rağmen, nem içeriği birbirine çok yakın bir azalma gösterdiğinden bu değerleri temsil eden noktalar aynı eğri üzerindedir. Buradan kurutma odası içinde hava akış yönünde homojen bir kurutma olayının gerçekleştiği anlaşılmaktadır.



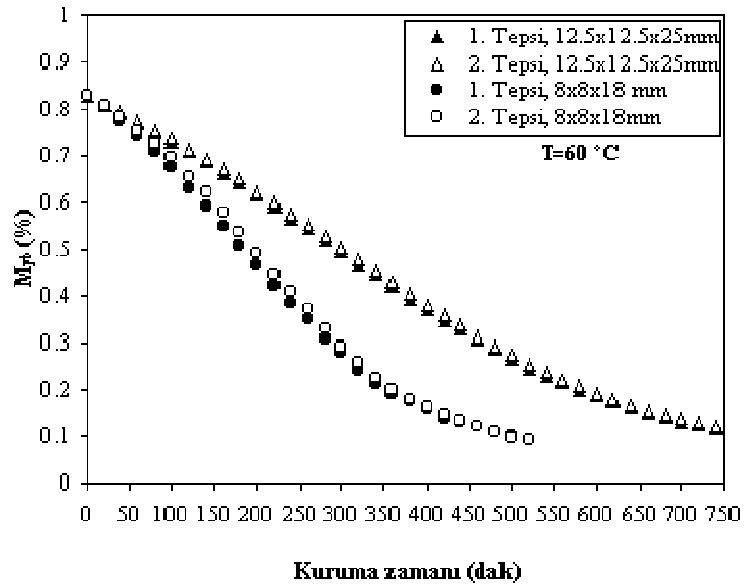
Şekil 3. 12.5x12.5x25 mm Boyutlarındaki Patates Örneklerinin T= 70, 60 °C Sıcaklıkta Kurutulmasında Nem İçeriğinin Zamanla Değişimi



Şekil 4. 8x8x18 mm Boyutlarındaki Patates Örneklerinin T=70, 60 °C Sıcaklıkta Kurutulmasında Nem İçeriğinin Zamanla Değişimi



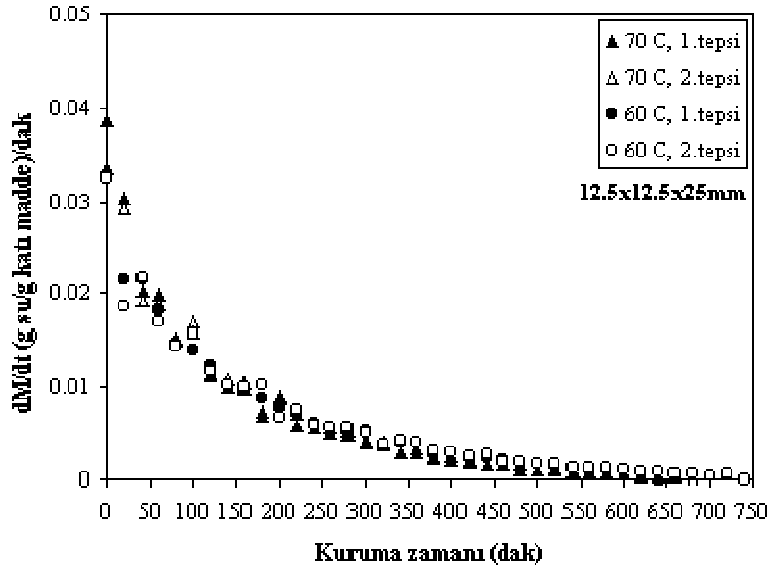
Şekil 5. T= 70 °C Sıcaklıkta Farklı Boyutlarda Kurutulmuş Patates Örneklerinin Nem İçeriğinin Zamanla Değişimi



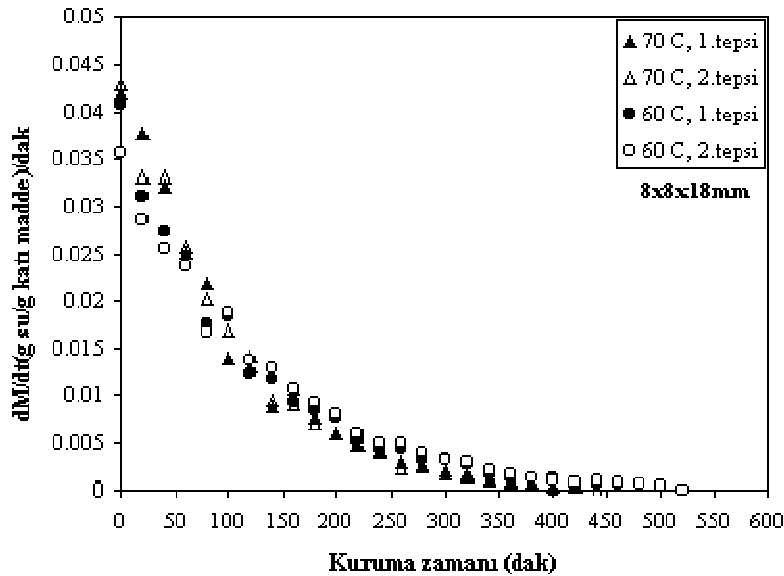
Şekil 6. T= 60 °C Sıcaklıkta Farklı Boyutlarda Kurutulmuş Patates Örneklerinin Nem İçeriğinin Zamanla Değişimi

Kuru baz türündeki nem içeriğindeki değişimin zamana göre türevi alınarak kuruma hızı elde edilmiş ve zamanla değişimi grafik halinde verilmiştir. Zamanla kuruma hızındaki değişim sabit örnek boyutları ve farklı kurutma havası giriş sıcaklıkları için Şekil 7-8' de verilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü gibi patates kurutulmasında sabit hız evresi görülmemiş, tüm kuruma prosesi azalan kuruma hızı evresinde gerçekleşmiştir. Kurutma havası giriş sıcaklığının artmasıyla, kuruma hızı küçük boyuttaki örneklerde büyük boyuttaki örneklere göre daha fazla artmaktadır. 1.ve 2. tepsilerdeki kuruma hızlarının birbirine çok yakın olduğu bu grafiklerden de gözükmemektedir. Ayrıca kurutma olayının başlangıç safhalarında kuruma hızı değişkenlik göstermekte, belirli bir süreden sonra lineer bir azalma göstermektedir.

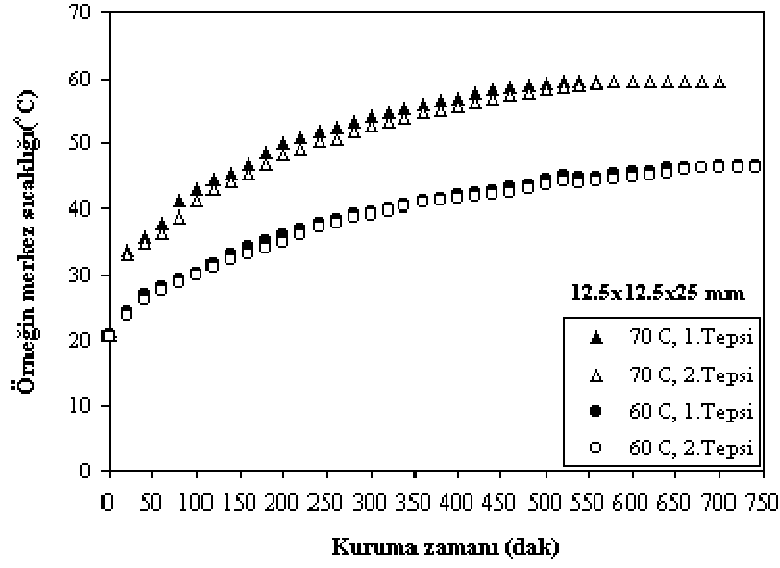
Şekil 9–10’ da sabit boyutlardaki patates örneklerinin farklı kurutma havası giriş sıcaklığında yürütülen deneylerde zamanla merkez sıcaklığındaki değişimi görülmektedir. Kurutma havası sıcaklığının artmasıyla merkez sıcaklığında belirgin bir artış olmaktadır. Kurutma işlemi ilerledikçe, patates örneklerinin merkezindeki sıcaklık artmaktadır. Bu artış nişastanın jelatinleşmesine neden olabilir. Nişasta jelatinleştiği zaman, su absorbe eder. Bu da kuruma hızı ve nem akış hızı gibi nem profillerinin düzenini etkiler. 8x8x18 mm boyutlarındaki örneklerin merkez sıcaklıklarının 12.5x12.5x25 mm boyutundakilere göre daha kısa sürede arttığı görülmektedir. Her iki tepsideki örneğin merkez sıcaklıklarının birbirine yakın olduğu, çoğu noktalarda çakıştığı gözükmektedir.



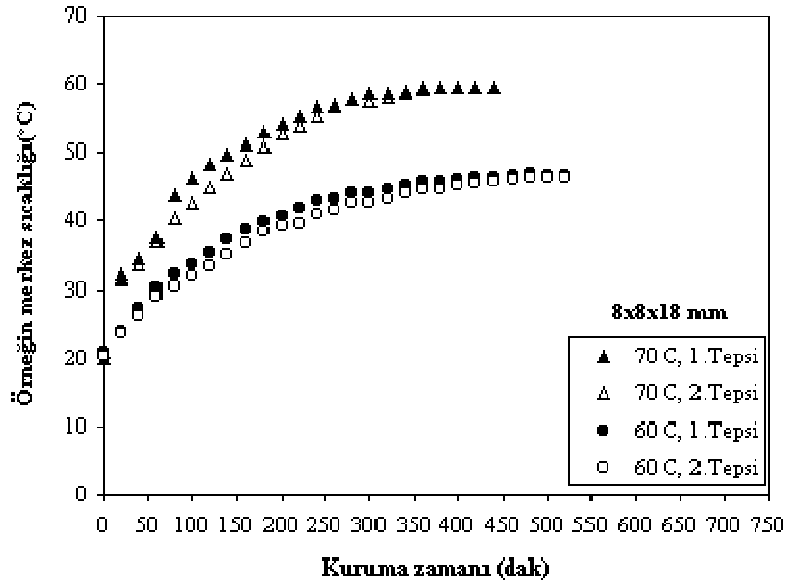
Şekil 7. 12.5x12.5x25 mm Boyutlarındaki Patates Örneklerinin T=70, 60 °C Sıcaklıkta Kurutulmasında Nem İçeriğiyle Kuruma Hızının Değişimi



Şekil 8. 8x8x18 mm Boyutlarındaki Patates Örneklerinin T= 70, 60 °C Sıcaklıkta Kurutulmasında Nem İçeriğiyle Kuruma Hızının Değişimi



Şekil 9. T= 70, 60 °C Sıcaklıkta Kurutulan 12.5x12.5x25 mm Boyutlarındaki Patates Örneklerinin Merkez Sıcaklığının Zamanla Değişimi

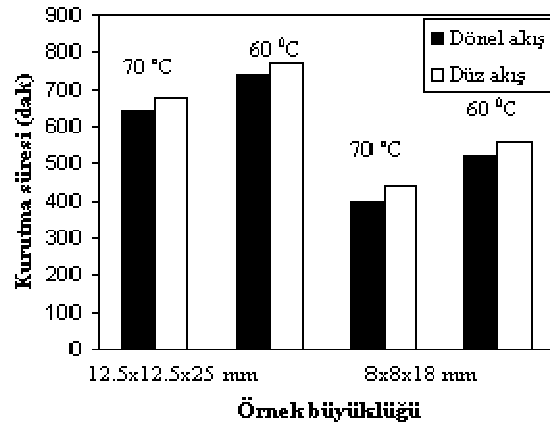


Şekil 10. T= 70, 60 °C Sıcaklıkta Kurutulan 8x8x18 mm Boyutlarındaki Patates Örneklerinin Merkez Sıcaklığının Zamanla Değişimi

Eksenel Akış Ortamında Siklon Kurutucuda Yapılan Deneylerin Sonuçları

Kurutma havasının, kurutma odasına alttan tam odanın merkezinden girmesi sağlanarak elde edilen eksenel akışta ürünlerin kurutma süresi tespit edilmiştir. Eksenel akış için yapılan deneyler ile aynı fiziki şartlarda dönele akış ortamında yapılan deneylerin kurutma sürelerinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Deneylerde patates için nem içeriği %11 değerine ulaştığında kurutma işlemine

son verilmiştir. Şekil 11’ de, patates örneklerinin 70, 60 °C giriş havası sıcaklıklarında 1 m/s kurutma havası hızında kurutulmasıyla elde edilen zamanla nem içeriği değişimlerinden tespit edilen kurutma sürelerinin karşılaştırılması grafik halinde verilmiştir. Eksenel akışta yapılan kurutmada denge nem içeriğine ulaşma süresi açısıl yöndeki akıştakine göre uzamıştır. Dolayısıyla kurutma süresi eksenel akışta dönel akışa göre artmıştır. Bu artış süresi 30-40 dakika arasında değişmektedir. Dönel akışta yapılan deneylerde özellikle kurutmanın başlangıç safhasında daha hızlı bir kuruma olmasından dolayı kurutma süresinin kısaldığı tespit edilmiştir. Kurutma süresinin kısılması enerji ekonomisi yönünden çok önemlidir. Bu sürenin kısılmasındaki nedenlerden biride dönel akış ortamında kurutulan ürünlerin bütün yüzeylerden aynı hızda kurumasıdır. Çünkü eksenel akış ortamında hava akışının geldiği yöndeki ürün yüzeyi ile diğer yüzeyler arasındaki kuruma hızı oranları farklılıklar göstermektedir.



Şekil 11. Dönel ve Eksenel Akışta Kurutulan Patates Örneklerinin Kurutma Sürelerinin Karşılaştırılması (1.Tepsi)

SONUÇ

Bu çalışmada, geliştirilen siklon tipi kurutucuda üniform bir kurumanın gerçekleştiği görülmüştür. Bu kurutucu ile özellikle bozulma zaman aralığı çok küçük olan meyve ve sebzelerin kurutulmasında, kurutma süresi açısından büyük bir avantaj sağlanacaktır. Farklı giriş sıcaklıklarında ve farklı boyutlarda kurutulan iki örnekte, kurutma süresinde hava sıcaklığının etkili olduğu ve kuruma olayının azalan kuruma hızı periyodunda gerçekleştiği anlaşılmıştır. Örneklerin boyutları da kurutma süresini önemli ölçüde etkilemiştir. Örnek boyutu küçüldükçe kuruma hızı artmış ve dolayısıyla kurutma süresi azalmıştır. Patates örnekleri %11 nem içeriğine ulaştığında kurutma işlemi bitirilmiştir. Dönel akış ortamında kurutulan ürünlerde daha kısa sürede daha düşük nem oranlarına inildiği deney sonuçlarından anlaşılmıştır. Farklı kurutma havası giriş sıcaklığına bağlı olarak dönel akış ortamında kurutma süresi patates örneklerinde 12.5x12.5x25 mm boyutunda 640-740 dakika, 8x8x18 mm boyutunda 400-520 dakika arasında değişim göstermiştir. Eksenel akışta yapılan deneylerde dönel akışa göre kurutma süresinin yaklaşık 30-40 dakika arttığı belirlenmiştir.

SİMGELER

- W_s : Su ağırlığı (g)
- W_k : Ürünün kuru ağırlığı (g)
- $\%M_{yb}$: Yaş baza göre nem oranı (%)
- $\%M_{kb}$: Kuru baza göre nem oranı (%)
- dM_{kb}/dt : Kuruma hızı (g su/g katı madde.dak)
- M_t : t anındaki nem içeriği (g su/g katı madde)
- M_{t+dt} : t+dt anındaki nem içeriği (g su/g katı madde)
- T : Kurutma havası giriş sıcaklığı (°C)

KAYNAKÇA

1. **Akyurt M., Sevilir E., Selçuk K.**, Güneş Enerjisi ve Bazı Yakıtlarla Meyve ve Sebze Kurutulması, TÜBİTAK, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje no: TOAG-97, Ankara, 1971.
2. **ASAE**, Moisture Measurement-Peanuts. ASAE Standard of ASAE S.410.1. Agricultural Engineering Yearbook of Standards, 329-331,1983.
3. **Can A.**, Drying Kinetics of Pumpkinseeds, Int. Journal of Energy Research, 24, 965-975, 2000.
4. **Cemeroğlu B.**, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın no:6, Böl: 9, Ankara, 1986.
5. **Kavak Akpınar E.**, Tarımsal Ürünler İçin Siklon Tipi Bir Kurutucunun Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, 2002.
6. **Midilli A., Olgun H., Ayhan T.**, Experimental Studies of Mushroom and Pollen Drying, Int. Journal of Energy Research, 23, 1143-1152, 1999.
7. **Özdemir M., and Devres Y. O.**, The thin Layer Drying Characteristic of Hazelnuts During Roasting, Journal of Food Engineering, 42, 225-233, 1999.
8. **Patil R.T., Krishna JHA, Jaswant Singh and Bagale P.C.**, Testing of Convection Type Cylindrical Dryer for Production of Instant Soy-Dosa Mix, Journal of Food Science and Technology, 38, 2, 111-115, 2001.
9. **Sarsılmaz C., Yıldız C., Pehlivan D.**, Drying of Apricots in a Rotary Column Cylindrical Dryer (RCCD) Supported With a Solar Energy, Renewable Energy, 21, 117-127, 2000.
10. **Şahbaz F., ve Kayhan I.**, Hava Akış Hızı ve Sıcaklığının Patatesin Kuruma Hızına Etkisi, Tr. Journal of Engineering and Environmental Sciences, 18, 163-168, 1994.
11. **Tırıs M., Tırıs Ç., Edin M.**, İki Ayır Tip Güneşli Kurutucuda Çeşitli Meyve ve Sebzelerin Kuruma Eğrilerinin İncelenmesi, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 17, 3, 27-32, 1994.
12. **Yaldız O., Ertekin C.**, Bazı Sebzelerin Güneş Enerjili Kurutucular ile Kurutulma Olanakları Üzerine Araştırmalar, Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, 332-337, Erzurum, 1-2 Haziran 2000.
13. **Youcef-Ali S., Moumami N., Desmons J.Y., Abene A., Messaoudi H., and Le Ray M.**, Numerical and Experimental Study of Dryer in Forced Convection, Int. Journal of Energy Research, 25, 537-553, 2001.