



Elma Dilimlerinin Farklı Güneş Kurutma Yöntemleri ile Kurutulması Various Drying Methods in Apple Slices Drying

Zehra YILDIZ¹, Leyla GÖKAYAZ²

¹ Doç. Dr., Tarsus Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, MERSİN, TÜRKİYE-ORCID ID: 0000-0003-1304-4857

² Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, MERSİN, TÜRKİYE-ORCID ID: 0000-0002-7580-9838

Geliş Tarihi : 19.02.2019

Kabul Tarihi : 18.04.2019

Özet:

Amaç: Gıda ürünlerinin güneş altında kurutulması bilinen en eski ve en yaygın geleneksel gıda koruma yöntemlerindedir. Ancak kurutulacak ürünün doğrudan güneşle temasında ürünün renginde ve besin değerlerinde azalma ile beraber kurutma uzun sürmekte ve dışarıdan gelebilecek istenmeyen maddelerle kirlenmektedir. Bu sorunları gidermek için farklı kurutma yöntemleri ve kurutucular geliştirilmiştir. Güneş enerjili kurutucular, herhangi bir yakıtı ya da elektriğe ihtiyaç olmadan yalnız güneş enerjisini kullanması nedeniyle konvansiyonel enerji ile çalışan kurutuculara göre daha ekonomik ve ekolojiktir.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada starking cinsi elma dilimleri doğal konvektif raflı güneş enerjili kurutucuda, doğrudan güneş altında ve gölgede kurutulmuştur.

Bulgular: Her bir kurutma yönteminde kuruma süresi boyunca nem kaybı, kuruma hızı, büzülme oranı, kurutma kabini içindeki havanın sıcaklık ve nem değerleri belirlenmiştir.

Sonuç: Kurutucu kabinindeki hava sıcaklığının daha fazla ve nemin daha az olması sebebiyle elma dilimlerinin, kurutucuda kurutulmasında doğrudan güneş altında ve gölgede kurutulmaya göre nem kaybı ve büzülme oranının arttığı, kuruma süresinin azaldığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kurutma, Güneş Enerjili Kurutucu, Elma

Abstract

Objective: It is the oldest and most common traditional food preservation method known to dry by laying food products under the sun them. But both color and nutritions value of dried product decreases in drying under direct sunshine. However, this method takes a lot of time and the product quality is partially protected by the impurities that may come from the outside. To solve these problems, different dryers have been developed. Solar dryers makes more economical than other dryers for using only solar energy without the need for any convensiyonel dryers.

Materials and Methods: Apple (starking) slices were dried using by solar tray dryer, spreading directly to the sun and spreading in the shade.

Results: Drying conditions were chosen as the amount of loaded material, slice thickness, drying time, and tray position. As far as drying time on apple drying was determined by moisture loss, drying rate, shrinkage ratio, air temperature and air humidty in the drying cabinet.

Conclusion: The drying of apple slices with a solar tray dryer has been quicker than the direct sunshine and drying of the shadows. Drying has increased due to increased air temperature in the dryer and decreased air humidity, shrinkage ratio and water loss increased, and drying rate decreased.

Keywords: Drying, Solar-Powered Dryer, Apple

1.Giriş

Ülkemizde meyve ve sebzelerimiz halen güneş altında açık havada sererek ya da ipe asılarak geleneksel olarak kurutulmaktadır. Bu tür kurutma yöntemi doğal güneş enerjili kurutma olarak bilinmektedir. Güneş enerjisiyle kurutmada ısı kurutulacak malzemeyi direkt radyasyon etkisinde bırakarak veya güneşle ısıtılan havayı doğal dolaşım ile malzeme üzerinden veya içinden geçirerek sağlar. Güneşte açıkta kurutma yönteminde ürünün kuruması fazla vakit almakta ve bu süre içerisinde dışarıdan gelebilecek toz, toprak, küf, haşere gibi etkililerle kirlenebilmektedir. Güneş altında kurutulmuş üründe aflatoksin başta olmak üzere istenmeyen maddeler oluşabilir. Bu da gıda güvenliği, hijyeni ve ürün kalitesi yönünden ciddi sorunlara neden olmaktadır. Güneş ışınımının yanı sıra dış hava sıcaklığı, bağıl nem ve hava dolaşımı da göz önüne alınarak özel bir hacimde kurutucuda kurutma yapılarak daha sağlıklı bir kurutma yapılabilir. Kurutucularda kurutma için gereken ısı konvensiyel enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Ancak güneş enerjili kurutucularda enerji güneşten sağlandığı için yakıt masrafı yoktur dolayısıyla daha ekonomik, daha temiz, daha kısa sürede ve düşük sıcaklıkta ürün eldesinde önemli katkı sağlar. Ayrıca kurutulacak ürün tozlanma, zararlı böcekler ve yağmur gibi dış etkenlerden korunabilmekte, homojen kurutma sağlanabilmekte ve kurutma hızı kontrol edilebilmektedir (Ertekin ve Yıldız 1998, Ceylan ve ark. 2006, Demiray ve Tülek 2012, Aboud 2013, Cakir 2015, Gökayaz ve Yıldız 2017).

Güneş kurutucularından en yaygın olanı sera tipi kurutuculardır. Kurutma işleminde güneş ışığının doğrudan geçip kurutulacak malzemeye ulaşması için güneşi geçiren tozlar, zararlılar ve rüzgardan koruyan saydam örtüler ile kaplanırlar. Bu örtüden geçen güneş ışınları absorbe edilip, örtü içerisinde ısınan hava yardımı ile ısı taşınarak kurutulacak meyve ve sebze üzerine ulaştırılır. Güneş enerjisi ile ısıtılan hava doğal konveksiyonla alınan meyve veya sebzelerin nemi, yine aynı hava ile kurutma ortamından uzaklaştırılmaktadır (Öztürk 2008).

Güneş enerjili kolektörlü kurutucularda ısı doğal konveksiyonla ya da zorlanmış konveksiyonla güneşle ısı transfer edilir. Zorlanmış konveksiyonda havanın kurutucu içinde homojen bir şekilde dağılması için elektrik motoruyla çalışan bir fan kullanılır. Güneş kolektöründeki ısı kurutucu kabinindeki havayı ısıtır, ısınan hava kurutulacak hava üzerinden nemi alarak uzaklaştırır ve böylece kuruma sağlanır. Güneş ışınları direkt ürüne verilmez ve bundan dolayı oluşabilecek zararlar engellenmiş olur. Bundan dolayı direkt güneş ışınına maruz kalıp besin değerlerini kaybeden ürünler için bu sistem tavsiye edilir. Kurutucularda direkt güneş ışığı altında olmadığı için renk kayıpları da yaşanmaz.

Güneş enerjili kurutucularda daha kaliteli ürünler almak mümkündür. Sabit bir ısı yoktur. Kurutma işlemi kolaylıkla kontrol edilebilir. Sera tipine göre kurulum maliyeti daha yüksektir. Kurutma maliyeti ve süreleri yapılan kurutma işlemine göre değişiklik göstermektedir. Sera tipi kurutucuların ısı kayıpları fazla olduğundan verimleri, güneş enerjili kolektörlü kurutuculara göre daha düşük, kurutma süreleri uzundur. Isınan hava örtünün altında dolaştırıldığında, hava içindeki toz ve diğer partiküllerin örtüye yapışması mümkündür. Bu istenmeyen safsızlıklar, temizlenmediğinde verim düşer ve kurutulacak malzeme kirlenmiş olur (Ekecwukhu ve ark. 1999, Öztürk 2008).

Akdeniz bölgesi ele alındığında yıl içerisinde güneşlenme süresi oldukça yüksektir. Ülkemizde diğer bölgelere göre Akdeniz bölgesi güneş enerjisi potansiyeli yüksek olup, tarım ürünlerinde güneşten yararlanılarak kurutma işlemleri için yatırımlar bakımından uygun bir bölge olduğu söylenebilir. Bu sebeple ülkemizde güneş enerji destekli kurutucular ile gıda ürünlerinin kurutulmasında yaygın olarak kullanılmıştır (Atalay ve ark. 2017, Sacilik ve Elicin 2005, 2006, Yazıcı 2018). Mersin, yaş sebze ve meyve üretiminde öncü bir il olup, aynı zamanda yılın 300 günü güneş alan bir güneş kenti olduğundan tüketimden sonra elde kalan ürünleri kurutmada güneş enerjili kurutucuların kullanımı ile ülkenin tarım-gıda ekonomisine önemli katkılar sağlayabilir. Güneş enerjili kurutucuda kurutulacak ürün doğrudan güneşe maruz kalmadığından açık havada güneşte sererek kurutmadaki renk ve besin değerleri kayıpları düşmemekte aynı zamanda bu yöntemde kısa sürede kurutma gerçekleşmektedir. Bu çalışmada her mevsim en çok üretilen ve tüketilen bir meyve olan elma, güneş enerjili kurutucuda, açık havada güneşte ve gölgede kurutulmuştur. Kurutma süresi boyunca kurutma türüne göre kurutma kabin hava sıcaklığı, kurutma kabin hava nemi, elma dilimlerindeki nem kaybı, kurutma hızı ve büzülme oranları belirlenmiştir. Açık havada güneşte ve gölgede kurutma sonuçları güneş kurutucunun kurutma deneylerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

2.Materyal ve Yöntem

Yapılan çalışmada Şekil 1'de gösterilen doğal konvektif raflı güneş enerjili kurutucuda doğal taşınım yoluyla elma kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir (Ekecwukhu ve ark. 1999). Güneş enerjili kurutucu, güneş kolektörü, ahşap kasa, güneş ışığını toplayan 1 cm aralıklarla üst üste yerleştirilmiş üç adet siyah boyalı emici tabaka ve üzerini örten cam kapaktan oluşmaktadır. Kurutucu kabini içerisinde çelik raflar (ızgara) bulunmaktadır. Bu rafların kurutucu içine yerleştirilebilmesi için kurutucunun arka tarafında bir kapak vardır. Kurutucuda kurutma işlemi için gereken sıcak hava, güneş kolektörü ile sağlanmaktadır.

Elmalar kurutma öncesinde bazı hazırlık aşamalarından geçmiştir. Starking cinsi elmalar öncelikle yıkanmış sonra kabukları soyulmuş, çekirdekleri alınmış ve ardından ikiye bölünerek yarım ay biçiminde 10 mm kalınlığında dilimlenmiştir. Belirli kalınlıklarda dilimlenen elmalar, yapılarındaki fenolik maddelerin havadaki oksijen ile tepkimesi sonucu oluşacak oksidasyon nedeniyle meydana gelebilecek kararmaları önlemek için %0,3'lük sitrik asit çözeltisine batırılmıştır. Asit çözeltisine batırılan elma dilimleri, çözeltilen süzülerek alınmış, suyu süzdürülmüştür. Elma dilimlerinin kurutma işlemi öncesi ilk ağırlık ve hacimleri ölçülmüştür. Daha sonra kurutma deneylerini gerçekleştirmek için aynı anda kurutucu tepsilere, açık havada güneş altında ve gölgede ayaklı tepsilere yerleştirilmiştir. Her bir tepside 300 dakika olarak belirlenen toplam kuruma süresi boyunca 30 dakika aralıklarla beşer tekrarlı olarak ağırlık ve hacim ölçümleri alınmış; % nem kaybı, kurutma hızı ve büzülme oranları aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Darıcı ve Şen 2012, About 2013, Tüfekçi 2014).

$$\text{Nem Kaybı} = \frac{M_0 - M_t}{M_0} \quad (1)$$

$$\text{Kuruma Hızı} = \frac{M_0 - M_t}{\Delta t} \quad (2)$$

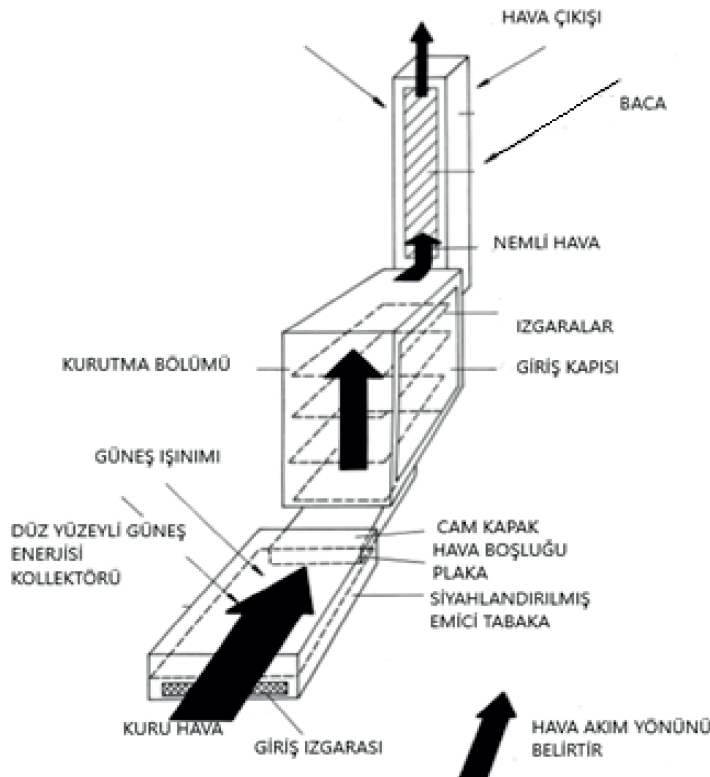
$$\text{Büzülme oranı} = \frac{V_0 - V_t}{V_0} \quad (3)$$

Eşitlik 1 ve 2'de yer alan M_0 ve M_t kurutma öncesi elma diliminin ağırlığı ve kurutma sonrası elma diliminin ağırlıklarını (g), Eşitlik 3'de yer alan V_0 ve V_t , sırasıyla kurutma işleminden önceki örnek hacmi ve kurutma işlemi sonundaki örnek hacmini (ml) ifade etmektedir. Δt , kurutma işleminin süresini ifade etmektedir.

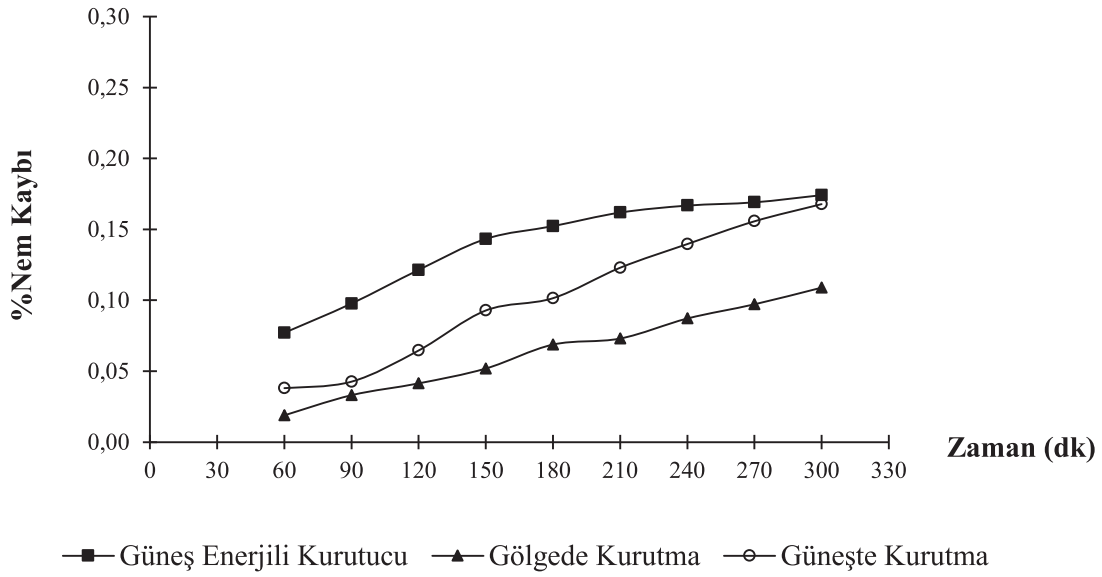
Kurutma kabin hava sıcaklığı ve nemi CEM marka DT-802 model hava kalitesi ölçüm cihazı ile takip edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Starking cinsi elmalar dilimlenip ön işlemleri ve ölçümleri tamamlandıktan sonra çok rafli güneş enerjili kurutucuda, gölgede ve güneşte kurumaya bırakılmıştır. 300 dakika toplam kuruma süresinde her 30 dk'da bir elma dilimlerinin ağırlık ve hacim ölçümleri yapılmıştır. Alınan ölçümler doğrultusunda kurutma odasındaki hava sıcaklığı, % nem kaybı, kurutma hızı ve büzülme oranları gibi veriler elde edilmiştir. Deneylerde kurutma işlemi öncesi ve sonrası ağırlık ile hacim ölçümleri beş örnek için yapılmış ve % nem kaybı, kuruma hızı ve büzülme oranları bu beş örneğin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Kurutma deneyleri sonucunda elde edilen veriler Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



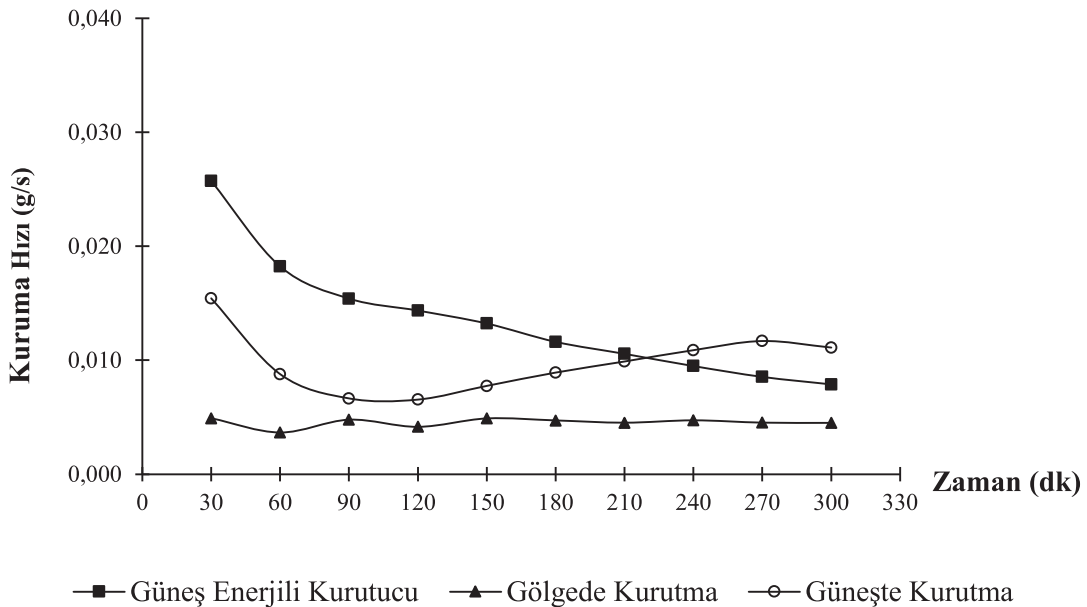
Şekil 1. Güneş enerjili kurutucu



Şekil 2. Elma dilimlerinin zamanla nem kaybının değişimi

Şekil 2’de kurutucu rafları ile birlikte açık havada yapılan gölgede ve güneşte kurutma işlemlerinin zamanla nem kaybı üzerine değişimi verilmiştir. Nem kaybı öngörüldüğü gibi kurutma süresi boyunca artmıştır. Açık havada güneşte kurutmada 300 dk sonra ulaşılan maksimum nem giderimine kurutucuda 210 dk sonunda ulaşılmıştır. Güneş enerjili kurutucuda %17 nem kaybı 90 dk daha önce elde edilmiştir. Dolayısıyla kurutucuda daha kısa sürede kuruma sağlanmıştır. Gölgede kurutmada en fazla nem kaybı 300 dk sonunda %11 civarında olup, güneşte kurutmada bu nem kaybı değerine 180 dk dan sonra ve kurutucuda kurutmada 90 dk dan sonra ulaşılmıştır. Gölgede kurutmada, sıcaklık diğer kurutma yöntemlerine göre daha düşük ve hava

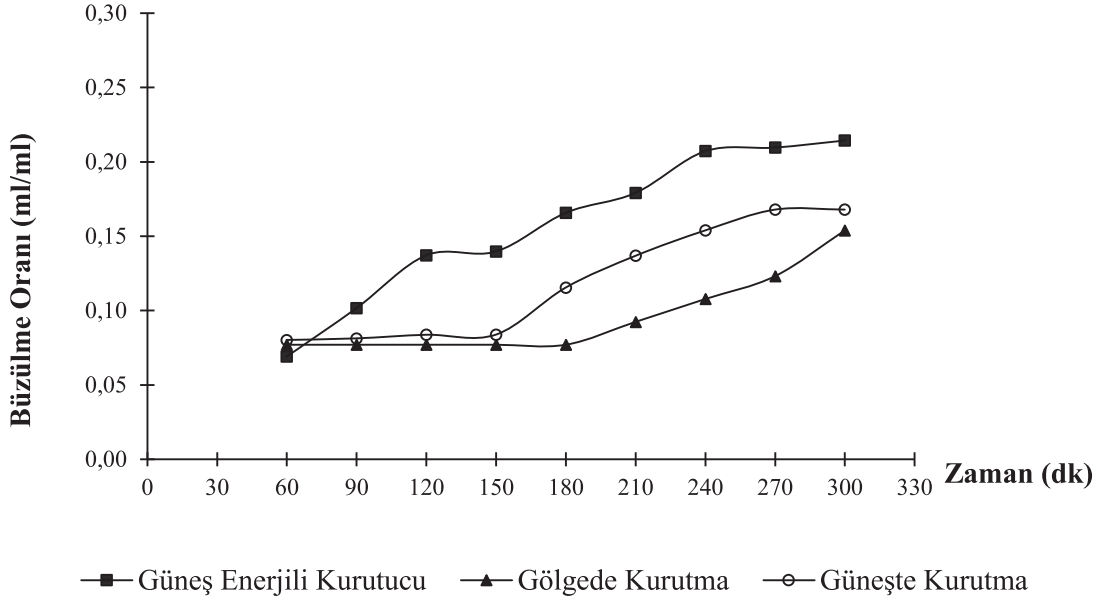
neminin daha fazla olması nedeniyle nem kaybı daha az olmuştur (Şekil 5-6). Güneş altında yapılan kurutmada ise yine zamanla nem kaybı artmıştır ancak güneş enerjili kurutucu ile karşılaştırıldığında nem giderimi daha az olmuştur. Benzer sonuçlar, daha önce yapılmış Golden cins 5 mm ve 10 mm kalınlığındaki elma halkalarının raflı pasif güneş enerjili kurutucuda ve güneş altında kurutulduğu çalışmada da elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre elma halkalarının nem içeriği her iki güneş kurutma yönteminde zamanla azaldığı ancak kurutucudaki elma halkalarının nem içeriğindeki düşüşün daha fazla olduğu görülmüştür (Aboud 2013).



Şekil 3. Elma dilimlerinin zamanla kuruma hızı değişimi

Üç kurutma şekli için kurutma süresince kuruma hızı değişimi Şekil 3’de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde güneş enerjili kurutucuda kuruma hızının zaman içerisinde azaldığı görülmüştür. Açık havada güneşte kurutmada 120 dakikaya kadar bir azalma olmuş, daha sonra hava akımı sebebiyle doğal konveksiyon hızında artış ile kurutma hızında artış gözlenmiştir. Gölgede kurutmada kuruma hızının

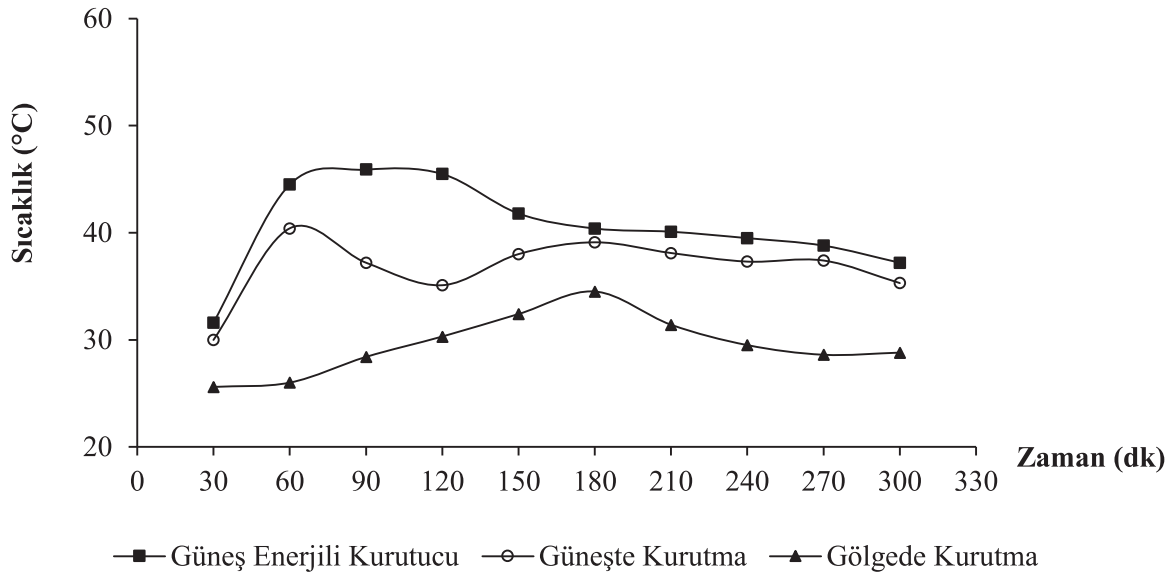
zamanla değişiminde önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Önceden yapılmış bir çalışmada aynı bulgular elde edilmiştir. Bu çalışmada çok rafli güneş enerjili kurutucuda 4 mm kalınlığındaki elma dilimleri kurutulmuş ve zamanla kurutma hızının azaldığı gözlenmiştir. Kurutma hızında 100 dk dan sonra önemli bir azalma olmadığı belirlenmiştir (Aktaş ve ark. 2009).



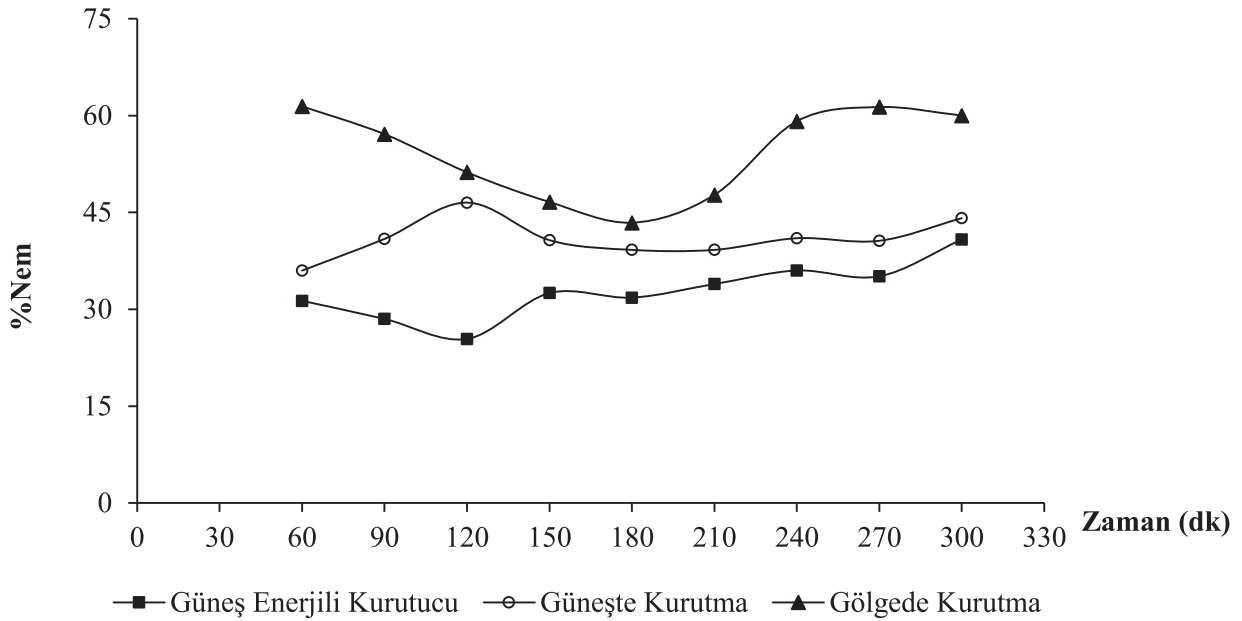
Şekil 4. Elma dilimlerinin zamanla büzülme oranlarının değişimi

Kurutma süresi boyunca elma dilimlerindeki büzülme oranları Şekil 4’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere bu oran kurutma süresi boyunca artmaktadır. Nem kaybı zamanla azaldığı için büzülme oranında buna bağlı olarak artmıştır. Bu durum, rafli kurutucuda 5 mm kalınlığındaki elma dilimlerinin kurutulduğu bir çalışmada da ortaya konmuştur. Bu çalışmada elma dilimlerinin hacimsel büzülme oranının nem içeriği ile değiştiği belirlenmiştir (Heybeli ve Ertekin, 2007). Deneylerin ilk başlangıç anlarında büzülmenin yeni başlaması sebebiyle gölgede ve açık havada güneşte kurutmada büzülme oranı yaklaşık olarak aynı kalmıştır. Güneşte açıkta kurutmada 150 dakika boyunca ve gölgede kurutmada büzülme oranı 180 dakika boyunca değişmemiş ancak daha sonra bu oran gittikçe artmıştır. En çok büzülme oranı kurutucuda gözlemlenmiştir.

Şekil 5 ve 6’da ise kuruma süresince kurutma odasındaki havanın sıcaklığı ve havanın nem değerindeki değişimi verilmiştir. Kurutucu içerisindeki havanın sıcaklığı ve nemi, dış ortam şartlarına bağlı olarak zamanla değişmiştir. Kurutucu içerisinde havanın sıcaklığı açık havada güneşli ve gölgedeki ortama göre fazla, havanın nemi ise daha düşüktür. Sıcaklıktaki artış, Şekil 5’de görüldüğü gibi havanın neminin düşmesinden kaynaklanmaktadır. Daha önceden yapılan benzer çalışmada rafli güneş enerjili kurutucuda ve açık havada kırmızıbiber kurutulmuş, rafli güneşli kurutucuda daha yüksek kurutma sıcaklığı sağlayarak kırmızıbiberin ağırlık kaybı ile daha hızlı kuruduğu belirlenmiştir (Çakır 2015).



Şekil 5. Kurutma süresi boyunca kurutma odası hava sıcaklık değişimi



Şekil 6. Kurutma süresi boyunca kurutma odası hava neminin değişimi

Kurutucuda gerçekleştirilen deneylerde, kurutucu kabinindeki ortalama hava sıcaklığı 41,5°C ve nemi %32,81'dir. Güneşli dış hava sıcaklığı ise ortalama 38,3°C ve nem değeri %42,36, gölgedeki dış hava sıcaklığı ise 31,17°C ve nem değeri %62,83 olmuştur. Güneş enerjili raflı kurutucuda, ortalama hava sıcaklığı dışarıdaki güneşli havaya göre 3,2°C ve gölgedeki havaya göre 14,3°C daha fazla, havanın nemi ise dışarıdaki güneşli havaya göre %9,55 ve gölgedeki havaya %28,82 göre daha azdır. Kurutma odasındaki hava sıcaklığı 46°C'ye dış ortam havası sıcaklığı ise 40,4°C'ye kadar yükselmiştir. Kurutma odasındaki havanın nemi açık havada gölgede

en fazla %61,4, açık havada güneşte en fazla %36 ve kurutma odasındaki havanın nemi ise en fazla %31,3'tür. Güneş enerjili kurutucudaki hava sıcaklığının dışarıdaki hava sıcaklığından daha fazla olduğunu gösteren bir çalışmada, elma dilimleri hem açık havada güneş altında hem de pasif raflı güneş enerjili kurutucuda kurutulmuş, güneş enerjili kurutucudaki 40-45°C sıcaklığa karşılık açık havada 31-33°C sıcaklık ölçülmüştür. Kuruma havası sıcaklığının daha yüksek olması daha kısa sürede kurumaya ve daha yüksek kurutma hızına sebep olduğu ortaya konmuştur (Aboud 2013).

4.Sonuç

Kurutucu kabininde açıkta güneşte kurutma ve gölgede kurutmaya göre daha fazla sıcaklık ve daha az nem olmasından dolayı elma dilimleri daha kısa sürede kurumaktadır. Kurutucu içerisinde kurutulan elma dilimlerinde daha fazla nem giderimi olmakta ve daha fazla büzülmektedir. Güneş altında ile gölgede kurutmada ürün daha uzun sürede kurumakta ve daha yavaş nem kaybı olduğu için havadaki oksijenle reaksiyona girerek renklerde değişime yol açan oksidasyona daha fazla maruz kalmaktadır. Bu yüzden kurutucu dışında kurutulan üründe daha fazla renk kaybı olmaktadır. Bunun gibi birçok sebeple güneşlenme potansiyeli yüksek ancak hava nemi de yüksek olan Mersin ilinde güneş enerjili kurutucuların tarım sektöründe çiftçilere büyük oranda faydası bulunacaktır. Kurutma süresi ve elektrik kullanımı ele alındığında güneş enerjili kolektörler kullanmak ekonomik olarak fayda sağlamaktadır. Çiftçilerin güneş kolektörleri ile kurutma sistemlerini kullanması büyük firmalara karşı satış ve gelirlerinde artışa neden olmaktadır. Tarımsal ürünlerde rekabetin artması bir avantaj olarak görülüp hem malın kalitesi artmakta hem de

üretim maliyeti düşmektedir. Çevre kirliliğini azaltmak bakımından yakıt tüketimi azaltılmış olacaktır. Yatırımcılar ve yatırım şirketleri bu avantajları göz önünde bulundurmaktadır. Tarım sektöründe ve tarımsal bölgelerde güneş enerjili kurutucu gelişiminin üstün özellikleri değerlendirilmelidir. İhraç edilen kuru ürünlerin ülke ekonomisine katkıları göz önünde bulundurulduğunda küçümsenmeyecek bir öneme sahiptir. Gıda sektöründe tüketimden sonra elde kalan taze ürünlerin kurutularak değerlendirilmesi için güneş enerjili kurutucular gıda ve tarım alanında üreticiye ekonomik ve ekolojik kullanımı ile destek olacaktır. Güneş enerjili kurutucuların önemi ve tanıtımı ülkemizin ekonomisine oldukça fayda sağlayacaktır.

5.Teşekkür

Bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından 2018-1-TP2-2840 no'lu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar desteklerinden dolayı Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkürlerini sunar.

6.Kaynaklar

Aboud, A., 2013. Drying Characteristic of Apple Slices Undertaken the Effect of Passive Shelf Solar Dryer and Open Sun Drying. *Pakistan Journal of Nutrition* 12 (3), 250-254.

Aktas, M., Ceylan, İ. and Yilmaz, S., 2009. Determination of Drying Characteristics of Apples in a Heat Pump and Solar Dryer, *Desalination* 239, 266–275.

Atalay, H., Coban, M.T. and Kıncay, O., 2017. Modeling of the Drying Process of Apple Slices: Application with a Solar Dryer and the Thermal Energy Storage System, *Energy* 134, 382-391.

Cakir, M.T., 2015. Güneş Enerjisinden Yararlanarak Tarım Ürünlerinin Kurutulması, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*

Ceylan, İ, Aktaş, M. ve Doğan, H., 2006. Güneş Enerjili Kurutma Fırınında Elma Kurutulması. *Politeknik Dergisi* 9 (4), 289- 294.

Darıcı, S. ve Şen, S., 2012. Kivi Meyvesinin Kurutulmasında Kurutma Havası Hızının Kurumaya Etkisinin İncelenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 20 (130): 51- 58.

Demiray, E. ve Tülek, Y., 2012. Kurutma İşleminin Kırmızı Biberdeki Renk Maddelerine Etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 7 (3), 1-10.

Ekecwukhu, O.V. and Norton, B., 1999. Review of Solar–Energy Drying System II: An Overview of Solar Drying Technology, *Energy Conversion & Management* 40 (1999) 615-655

Ertekin, C. ve Yıldız, O., 1998. Gelişen Ülkelerde Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Güneş Enerjisi Kullanımının Rolü, *Tarımsal Mekanizasyon* 18. Ulusal Kongresi, Tekirdağ, 17- 18 Eylül, s. 694- 701.

Gökayaz, L. ve Yıldız, Z., 2017. Gıda Ürünlerinin Kurutulmasında Güneş Enerjili Kurutucuların Kullanımı. 2. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi, Adana, 25-27 Ekim, s. 1079-1085.

Heybeli, N. ve Ertekin, C., 2007. Elma Dilimlerinin İnce Tabaka Halinde Kuruma Karakteristiği, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3(3), 179-187.

Öztürk, H., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı. *Teknik Yayınevi Mühendislik, Mimarlık Yayınları*, Ankara. ISBN 9789755230429.

Sacilik, K. and Elicin, A. K., 2005. An Experimental Study for Solar Tunnel Drying of Apple, 2005. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (2) 207-211.

Sacilik, K. and Elicin, A. K., 2006. The thin Layer Drying Characteristics of Organic Apple Slices, *Journal of Food Engineering*, 73, 281–289.

Tüfekçi, S., 2014. Ultrases Ön İşleminin Bamya ve Elma Örneklerinin Kurutma Performansları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli

Yazıcı, A. D. ve Das, M., 2018. Güneş Enerjisi Destekli Kurutma Sistemi ile Elma Ürününün Kurutulması ve Kurutma Değerlerinin Yapay Sinir Ağı ile Modellenmesi, *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies* 2(1)08–13.