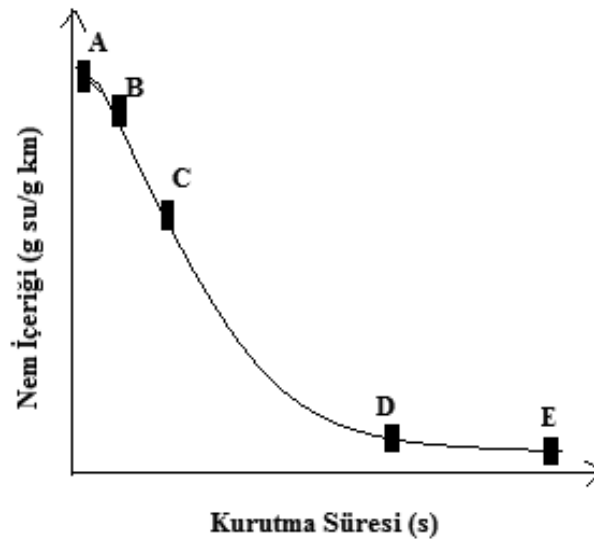


B4a. Gıdaların Kurutulması

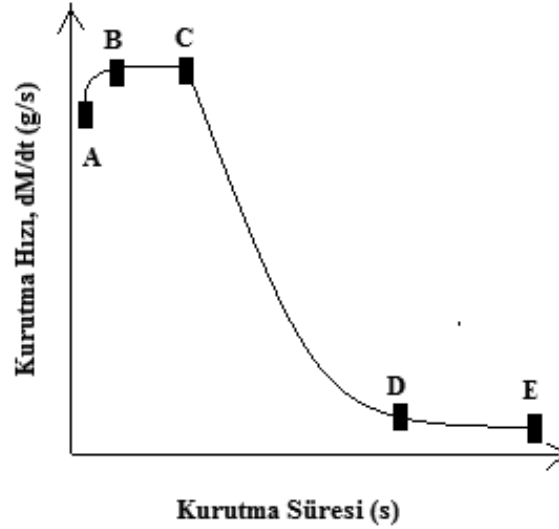
1. Genel Bilgi

Kuruyan bir gıdanın iç kısmındaki su gıdanın yüzeyine değişik yollarla ulaşmaktadır. Su materyal içerisinden başlıca, sıvı hareketi, sıvı difüzyonu (gıdada bulunan çözünmüş madde konsantrasyonu yükselmesine dayalı) ve su buharı difüzyonu (gıdada ortaya çıkan buhar basıncı yükselmesine bağlı) gibi mekanizmalarla gıda yüzeyine çıkmaktadır. Kritik nem düzeyi, kurutucudaki gıdanın miktarına, kalınlığına, kurutma hızı ve sıcaklığına göre değişim gösterebilmektedir (Fellows 1993). Başarılı bir kurutma için dikkat edilmesi gereken en önemli nitelikler, hava sıcaklığının orta düzeyde olması, hava neminin düşük ve hava hızının yüksek olmasıdır. Kurutmada gıdanın üzerinde oluşan hava filmi, ısı ve kütle transferine karşı bariyer oluşturmaktadır. Bu film ne kadar kalın ise, kurutma o denli (bariyer özelliği arttığı için) etkilenmektedir. Film kalınlığı hava hızına bağlıdır. Kurutmada hava sıcaklığı düşer ve havanın nemi artarsa, gıda yüzeyinde buharlaşma hızı düşeceğinden dolayı kuruma yavaşlamaktadır. Üründe hücreler arası su ne kadar çabuk uzaklaşırsa ürün o kadar hızlı kurumaktadır. Haşlama ile hücreler arası su uzaklaşmaktadır. Kurutulacak olan ürün önceden haşlanırsa, kurutma işleminin daha kolay olacağı belirtilmiştir (Anonim 2007).

Gıda maddelerinde, ürünün nem içeriği kuruma süresi boyunca azalarak belli bir noktadan sonra sabitlenmektedir (Şekil 1). Kurutma hızı ise ilk saatlerde çok yüksek iken, sürenin ilerlemesiyle azalmaktadır (Şekil 2). Kurutma hızı, ürünün özellikleri, şekli, iriliği, kalınlığı, kurutma hava hızı, sıcaklığı ve nemi, kurutulacak olan ürünün miktarı gibi özelliklere bağlıdır. Kurutma sıcaklığının ve hava hızının artması, aynı zamanda kurutulacak gıdanın kalınlığının ve miktarının azalması, kurutma hızını arttırmaktadır (Sarsılmaz 1998).



Şekil 1. Ürün nem içeriğinin kurutma süresi ile değişimi (Doymaz 1998, Demirtaş vd. 1998)



Şekil 2. Kurutma hızının kurutma süresi ile değişimi (Doymaz 1998, Demirtaş vd. 1998)

Kurutma hızının süre ile değişim grafiği incelendiğinde (Şekil 2), farklı bölgeler olduğu gözlemlenir. Buna göre;

A-B bölgesi: Gıdanın yüzey sıcaklığının, kurutma sıcaklığı ile dengeye gelme süresidir. Bu bölgede kuruma hızı artıyor gibi gözükse de bu çok anlık bir durumdur. Bu nedenle bu artışın kurutma üzerinde önemli bir etkisi yoktur (Geankoplis 2011).

B-C bölgesi: Sabit hızda kuruma bölgesidir. Bu bölgede, kuruyan ürün tamamen ıslak kabul edilir ve kuruma dış etkenlere bağlı olarak gelişir. Bu periyot, kurutmanın başlangıcında ve çok kısa bir süre görüldüğünden dolayı çoğu gıda için ihmal edilmektedir (Hall vd. 1980).

C-D bölgesi: Bu bölgede kuruma hızı azalmaya başlar. Ürün yüzeyinde ilk kuru noktanın oluştuğu noktaya kritik nokta denmektedir. Kritik nokta sabit kuruma periyodunun bittiğini gösterir. Bu periyotta, ürünün yüzeyindeki ıslak alan miktarı azalmaya başlar. Bu bölgede difüzyon etkilidir. Gıdaların genellikle bu periyotta kurudukları bilinmektedir (Roberts 1999).

D-E bölgesi: İkinci azalan bölgedir. Ürün içinden su yavaş bir şekilde difüze olur. D noktasında ürün yüzeyi tamamıyla kurudur (Geankoplis 2011).

Kurutma sistemleri, "konveksiyon kurutma", "kondüksiyon kurutma" ve "radyasyonla kurutma" olmak üzere başlıca üç farklı yöntem ayrılabilir (Cemeroğlu ve Acar 1986). Konveksiyon kurutmada (sıcak hava ile kurutma), buharlaştırma için gerekli olan sıcak gaz (hava) kurutulacak maddenin içinden, üzerinden ve arasından geçirilir, kurutucu yüzeye temas yoktur. Bu yöntem örneği olarak akışkan yatak kurutucular ve püskürtmeli kurutucular verilebilir (Bulduk 2006). Kondüksiyon kurutmada, buharlaştırma için gerekli ısı, sıcak bir yüzeyden kurutulacak olan maddeye iletilir. Radyasyonla kurutmada ise, kurutulacak maddeye ısı, elektromanyetik dalgalar şeklinde transfer edilir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Günümüzde kurutma işleminin endüstriyel anlamda yapılabildiği birçok kurutma sistemi geliştirilmiştir (Doymaz 2003). Bu amaçla geliştirilen kurutma sistemlerinden bazıları şöyledir; kabin tipi kurutucular, tünel kurutucular, akışkan yataklı kurutucular, vakum

kurutucular, mikrodalga, döner kurutucular, dondurmalı kurutucular, tepsili kurutucular, püskürtmeli kurutuculardır (Cemeroğlu 2004, Günerhan 2005).

2. İlke

Kurutma işleminin amacı genel bir bakış açısıyla, gıdanın içerdiği %80-90 oranındaki suyu %10-20 oranına düşürerek, ürünün raf ömrünü arttırmaktır. Su oranı düşük olan gıdada, mikrobiyolojik bozulma ve enzim aktivitesi en alt seviyededir. Kurutulmuş ürünün depolanması ve sevkiyatı da kolay ve daha az masraflı olmaktadır. Aynı zamanda, kurutma birçok yöntemden daha ucuz bir muhafaza yöntemi olup, daha az işçilik ve daha az alet ekipman gerektirmektedir. Ek olarak, kurutulmuş gıdalar diğer koruma yöntemleri uygulanmış gıdalara göre, besin öğeleri özellikle de lif içeriği açısından daha zengin durumdadır (Cemeroğlu 2004).

3. Gereçler

Kurutucu, terazi

4. İşlem

Tüm örnekler, uygun boyutlara getirildikten sonra, 70 °C sıcaklıkta ve 2 m/s sabit hava hızında kütle değişimleri sabitleninceye kadar kurutulacaktır. Ürünlerdeki ağırlık değişimleri her 30 dakikada bir kaydedilecektir. Elde edilen veriler kullanılarak kurutma eğrisi çizilecektir ve kurutma hızı hesaplanacaktır.

5. Hesaplama ve değerlendirme

Kurutma hızı eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmalıdır (Karaaslan 2008).

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{M_{t+\Delta t} - M}{\Delta t} \quad (1)$$

Bu eşitlikte,

$\Delta M/\Delta t$:Kurutma hızı (g su/g kuru madde dk)

M:Belli bir "t" anındaki nem içeriği (g su/g kuru madde)

t, Δt :Zaman (dk)

Kurutma eğrisi ve kurutma hızı grafikleri Şekil 1 ve Şekil 2’de görüldüğü gibi çizilecektir.

Kaynaklar

Anonim. 2007. Sebzeleri kurutma. Gıda Teknolojisi, MEGEP, s.10. Ankara.

Bulduk, S. 2006. Gıda Teknolojisi. s. 35-38, Üçüncü Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara.

Cemeroğlu, B. 2004. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi, 2. cilt. ISBN 975-98578-2-0, Ankara.

- Cemeroğlu, B. ve Acar, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, s. 125-145, Ders Kitabı, Ankara.
- Demirtas, C., Ayhan, T. and Kaygusuz, K. 1998. Drying behaviour of hazelnuts. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol:76; pp. 559-564.
- Doymaz, İ. 1998. Investigation of drying characteristics of grape and Kahramanmaraş pepper. Ph.D. Thesis, Science Institute, Yıldız Technical University, İstanbul.
- Doymaz, İ. 2003. Convective Air Drying Characteristics of Thin Layer Carrots. Journal of Food Engineering, Vol:61; pp. 359–364.
- Fellows, P. 1993. Food Processing Technology. Principles and Practise. Ellies Hardwood, New York.
- Geankoplis, C.J. 2011. Taşınma Süreçleri ve Ayırma Süreci İlkeleri. ISBN:978-975-624040-3. Çeviren, Sinan Yapıcı.
- Günerhan, H. 2005. Türk Tesisat Mühendisleri Derneđi Dergisi, "Endüstriyel kurutma sistemleri), s. 13.
- Hall, C.W., Kunze, O.R., Calderwood, D.L., Hall, C.W., Maddex, R.L., Shove, G.C. and Davis, D.C. 1980. Drying and storage of agricultural crops. Washington State Univ., Pullman, WA 99164, pp. 381, USA.
- Karaaslan, S.N. 2008. Sebze ve Endüstri Bitkilerinin Mikrodalgayla Kurutulması Üzerine Çalışmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 195 s. Adana.
- Roberts, J.S., 1999. Understanding The Heat and Mass Transfer of Hygroscopic Porous Materials, Doktora Tezi, The State University Of New Jersey, Food Science, New Brunswick, New Jersey.
- Sarsılmaz, C. 1998. Güneş Enerjisi Destekli Kayısı Kurutma Sistemi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, s. 49-51, Elazığ.

B4b. AKIŞKANLAR MEKANİĞİ DENEYİ (Sıvı Seviyesinin Zamana Bağlı Değişiminin Belirlenmesi)

1. Genel Bilgi

Akışkanlar Mekaniği, akışkan hareketlerini ve bu hareketleri yaratan ya da bu hareketler sonucunda ortaya çıkan hız, basınç, kuvvet, enerji ve bunun gibi fiziksel etkileri inceler. Akışkanlar Mekaniği, temelde iki bilim dalının ana kuralları üzerine inşa edilmiştir. Bunlar: Mekanik (NEWTON) ve Termodinamik yasalarıdır. Ayrıca hareketi incelenen akışkanın fiziksel özellikleri ve hareket bölgesinin çevresinden gelen şartların da etkisi büyük önem taşımaktadır.

Akışkanlar sıvılar ve gazlar olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılabilirler. Bazı akışkan düzenli ve çalkantısız, bazıları da oldukça düzensizdir. Çalkantısız akışkan tabakaları ile karakterize edilen çok düzenli akışkan hareketi laminer olarak adlandırılır. Yüksek hızlarda ise düzensiz türbülanslı akış tipi görülmektedir. Reynold sayısı (Re) akış tipini belirlemede kullanılır.

Akışkanlar Mekaniğinde prosesler yatışkın veya yatışkın olmayan koşullarda gerçekleşebilir. Bir prosesin özellikleri zamana bağlı olarak değişim göstermiyorsa sistemin yakışkın durumda olduğu, zamanla değişiyorsa sistemin yakışkın olmayan durumda olduğu söylenir.

Akışkanlar Mekaniğindeki en önemli fiziksel ilkeler kütle dengesi (veya devamlılık), mekanik enerji dengesi ve momentum dengesidir. Genel olarak kütle korunumu yasası "kütle korunumu yeniden düzenlenebilir fakat kütle yaratılamaz veya yok edilemez" cümlesi ile ifade edilir. Bu genel yasa belirli bir kontrol hacim için aşağıdaki eşitlik kullanılarak özetlenebilir;

$$\boxed{\text{Giren}} - \boxed{\text{Çıkan}} \pm \boxed{\text{Üretilen}} = \boxed{\text{Birikim}}$$

2. İlke

Bu analizin ilkesi konteyner içerisindeki sıvı seviyesinin zamana bağlı değişim denkleminin türetilmesi ve Reynold sayısı kullanılarak akış tipinin belirlenmesidir.

3. Gereçler

Konteyner, boru düzeneği, dereceli silindir, kronometre, cetvel

4. İşlem

Konteyner su ile doldurulur ve sıvının t=0 anındaki ilk yüksekliği ölçülür. Sıvı akışı başlatılır ve 2 dakika içerisindeki hacimsel akış hızı belirlenir.

5. Hesaplama ve Değerlendirme

Kütle denkleği kullanılarak konteyner içerisindeki sıvı seviyesinin zamana bağlı değişim denklemleri türetilir. Reynold sayısı kullanılarak akış tipi belirlenir.

Kaynaklar

Geankoplis, C.J. "Transport Processes and Separation Process- Includes Unit Operations. 4th Edition" Pearson Education, Inc., 2003.