

Pizza Hamurunun Isıl Yayınım Katsayısının Belirlenmesi

Seher Kumcuoğlu*, Şebnem Tavman

Ege Üniv., Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

* seher.kumcuoglu@ege.edu.tr

Özet

Bu çalışmada pizza hamurunun ısı yayınım katsayısı modifiye edilmiş Dickerson metodu kullanılarak -35 °C ile +12 °C sıcaklık aralığında deneysel olarak ölçülmüştür. Örneğin donmuş durumdaki ısı yayınım katsayısının donmamış durumuna ait ısı yayınım katsayısından daha yüksek olduğu ve sıcaklığın artmasıyla azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Isıl yayınım katsayısı, ısı difüzivite, ısı özellikler, pizza hamuru

Giriş

Isıl yayınım katsayısı; maddenin sahip olduğu ısı özelliklerinden biridir ve maddenin ısı iletkenlik değerinin, özgül ısı ve yoğunluğunun çarpımına oranı olarak tanımlanır (1).

$$\alpha = \frac{k}{\rho C_p} \quad (1)$$

Isıl yayınım katsayısı, gıdanın su içeriği, sıcaklık, bileşim, yoğunluk ve gözeneklilik gibi özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Gıdaların işlenmesi sırasında bu özelliklerin değişmesi söz konusu olduğundan, uygulanan işlem boyunca gıda maddesi için sürekli değişen bir ısı yayınım katsayısı değeri beklenir (2).

Literatürde hamurların ve unlu mamullerin ısı yayınım katsayılarının ölçülmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır (3 - 6).

Pizza tüketiciye soğuk zincirle ulaştırılması gereken bir gıda maddesidir. Gerek üretim ve gerekse depolama aşamalarında soğutma işlemine ait hesaplamaların yapılmasında bu ürüne ait ısı özelliklerin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada dondurulmuş pizza hamurunun ısı yayınım katsayısı -35 °C ile +12 °C sıcaklık aralığında deneysel olarak belirlenmiş ve ısı yayınım katsayısının sıcaklıkla değişimi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan pizza hamuru ticari olarak üretim yapan bir işletmeden temin edilmiştir. Pizza hamurunun bileşimi %45.70 karbonhidrat, %42.20 su, %2.80 yağ, %8.10 protein ve %1.20 kül olarak belirlenmiştir.

Yöntem

Isıl yayınım katsayısı ölçüm düzeneği ısıtmalı ve karıştırmalı bir su banyosu ve bunun içine daldırılmış olan, içi ısıl yayınım katsayısı ölçülecek madde ile doldurulan bir silindirik ölçüm tüpünden oluşmuştur. 30 mm iç çapa sahip, 24.8 mm uzunluğundaki pirinçten yapılmış silindirik tüp örnek kabı olarak kullanılmıştır. Isıl yayınım katsayısı ölçülecek materyal ile doldurulan ölçüm tüpünün iki ucu, yerleşen teflon kapakla kapatılmıştır. Gıda maddesi ile doldurulan ısıl yayınım katsayısı ölçüm tüpünün merkez sıcaklığını ölçmek amacıyla *T* tipi ısıleş probu kullanılmıştır. Bu prob, teflon kapakta açılan delikten tüp içerisine yerleştirilmiştir. Örnek tüpünün dış yüzeyine monte edilen ısıleş ise yüzey sıcaklığını ölçmede kullanılmıştır.

Dickerson (7) tarafından uygulanan metodun modifiye bir şekli olan Bhowmik ve Hayakawa (8)'da verilen yönteme benzer bir şekilde gerçekleştirilen ısıl yayınım katsayısı ölçüm denemelerinde; gıda maddesi ile doldurulup ısıleş bağlantıları yapılan ısıl yayınım katsayısı ölçüm tüpü homojen başlangıç sıcaklığının oluşması için dondurucu içerisinde (-35°C) ısıl dengeye ulaşıncaya kadar beklenmiştir. Daha sonra örnek tüpü, sabit sıcaklıktaki su banyosu içine yatay olarak yerleştirilmiştir. Örneğin donmuş haline ait ısıl yayınım katsayısı ölçümlerinde hacimce %15 etilen-glikol içeren -4 °C (± 1°C) 'deki termostatlı su banyosu kullanılmıştır. Örneğin donmamış durumuna ait ölçümlerde ise homojen başlangıç sıcaklığı elde etmek için donmuş haldeki ölçümleri tamamlanan örnekler 0 °C' deki su banyosunda dört saat bekletildikten sonra 20 °C (± 2°C)' deki su banyosu içine yerleştirilmiştir. *Cole Pamer DualogR* sıcaklık kaydedici yardımıyla örneklerin merkez ve yüzey sıcaklıkları 10 saniyede bir, ölçülen merkez ve yüzey sıcaklıkları arasındaki fark sabitleşinceye kadar kaydedilmiştir. Elde edilen sıcaklık süre değerleri kullanılarak örneğin ısıl yayınım katsayısı Denklem (2)'den hesaplanmıştır.

$$\frac{f\alpha}{R^2} = \frac{2.303}{\beta_1^2} \quad (2)$$

Bu denklemde *f*, ısıl yayınım katsayısı ölçümü amacıyla uygulanan ısıtma veya soğutma işlemi sırasında kaydedilen deneysel sıcaklık verileri kullanılarak elde edilen $\log(T_m - T_c) - t$ (zaman) eğrisinin eğiminin tersinin negatif değeridir. R ise

örnek tüpünün yarıçapıdır. " β_1 " değeri ise; $(T_m - T_c)/(T_m - T_s)$ ' in ısıtma veya soğutma zamanına karşı çizilen grafiğinden elde edilen sabit değer kullanılarak Bessel Fonksiyon tablolarından bulunabilir. (8, 9, 10).

Bulgular ve Tartışma

Isıl yayınım katsayısı ölçüm düzeneğinin kalibrasyonunda referans materyal olarak % 0.3 agar içeren saf su kullanılmıştır. Isıl yayınım katsayısı ölçümleri üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Referans materyale ait ölçümler, gıda örnekleri için olduğu gibi donmuş ve donmamış durumlar için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

Denklem (2)'deki f değerinin zamanla değişimini elde etmek amacıyla ısıl yayınım katsayısı ölçüm denemelerinde ölçülen zaman sıcaklık verileri kullanılarak $\log(T_m - T_c)$ 'nin zamanla (t) değişimi SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanılarak t 'nin ikinci dereceden polinomial fonksiyonu olarak ifade edilmiştir. Bu denklemin birinci türevinin tersinin negatif değeri Denklem (2)'deki " f " in ısınma süresine göre değişimini vermektedir. Isıl yayınım katsayısının sıcaklıkla değişimini bulmak amacıyla denemelerde tespit edilen ısınma süreleriyle sıcaklık arasındaki değişim incelenerek süre sıcaklığın üçüncü dereceden polinomial fonksiyonu olarak ifade edilmiştir. Böylece Denklem (2)deki " f " değeri sıcaklığın fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Denklem (2)'de verilen β_1 değeri ise pizza hamuru örneği için ölçülen zaman-sıcaklık değerleri kullanılarak 2.14 olarak bulunmuştur. " f " değerinin, sıcaklığın üçüncü dereceden polinomial fonksiyonu olması nedeniyle, bu değer Denklem (2)'de yerine konulduğunda ısıl yayınım katsayısı da sıcaklığın fonksiyonu olarak ifade edilmiş olmaktadır (9). Donmuş durumda pizza hamurunun ısıl yayınım katsayısının sıcaklıkla değişimi Denklem (3)'te verilmiştir.

$$\alpha = -3.9979 \times 10^{-11} T^3 - 2.7005 \times 10^{-9} T^2 - 6.2258 \times 10^{-8} T - 2.3150 \times 10^{-7}$$

($R^2=0.9907$) (3)

Rask (3)'da % 43.5 nem içeren ($\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$) ekmeğin hamurunun ısıl yayınım katsayısı -28°C 'de $3.95 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, $+19^\circ\text{C}$ 'de $1.63 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ olarak vermiştir. Bu çalışmada %42.2 nem içeren 1090 kg/m^3 yoğunluğa sahip pizza hamurunun ısıl yayınım katsayısı -28°C 'de $2.9 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, 10°C 'de ise $1.44 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ olarak ölçülmüştür. Bu değerlerin literatürde ekmeğin hamuru için verilen değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun bileşimlerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında pizza hamurunun ısı yayılım katsayısı deneysel olarak belirlenmiştir. Donmuş durumda ısı yayılım katsayısının sıcaklığın artmasıyla azaldığı ve donmamış durumdaki ısı yayılım katsayısından daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Semboller

| | |
|----------|--|
| C_p | Özgül ısı, ($\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$). |
| k | Isıl iletkenlik katsayısı, ($\text{W/m}^{\circ}\text{C}$). |
| R | Örnek tüpünün yarıçapı, (m). |
| t | Isınma süresi, s. |
| T | Sıcaklık, ($^{\circ}\text{C}$). |
| T_c | Örnek tüpünün merkez sıcaklığı, ($^{\circ}\text{C}$). |
| T_m | Isıtma ortamı sıcaklığı, ($^{\circ}\text{C}$). |
| T_s | Örnek tüpünün yüzey sıcaklığı, ($^{\circ}\text{C}$). |
| α | Isıl yayılım katsayısı, (m^2/s). |

Kaynaklar

1. Sweat VE. 1986. Thermal properties of foods. In *Engineering Properties of Foods*, MR Rao and SSH Rizvi (eds.), pp. 49-88, Marcel Decker Inc., New York.
2. Singh RP. 1982. Thermal diffusivity in food processing. *Food Technol.*, 36:87-91.
3. Rask C. 1989. Thermal properties of dough and bakery products: A review of published data, *J. Food Eng.*, 9:167-193.
4. Lind I. 1991. The measurement and prediction of thermal properties of food during freezing and thawing – A review with particular reference to meat and dough. *J. Food Eng.*, 13:285-319.
5. Zanoni B., Peri C. and Gianotti R. 1995. Determination of the thermal diffusivity of bread as a function of porosity. *J. Food Eng.*, 497-510.
6. Magee TRA. and Bransburg T. 1995. Measurement of thermal diffusivity of potato, malt bread and wheat flour. *J. Food Eng.*, 25:223-232.
7. Dickerson RW. 1965. An apparatus for the measurement of thermal diffusivity of foods. *Food Technol.*, 19:198-204.
8. Bhowmik SR. and Hayakawa K. 1979. A new method for determining the apparent thermal diffusivity of thermally conductive food. *J. Food Sci.*, 44(2):469-474.
9. Ben-Yoseph E. and Hartel RW. 1998. Computer simulation of ice recrystallization in ice cream during storage. *J. Food Eng.*, 38:309-329.
10. Rahman SM. 1995. *Food Process Handbook*. CRC Pres, 500 pp, London.