

MİKRODALGA ile PİŞİRİLEN PİRİNÇ KEKİNİN FORMÜLASYONU ve İŞLEM KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU

Yaşar Özlem Alifakı, Özge Şakıyan Demirkol*

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 05.08.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 16.11.2015

Kabul tarihi / Accepted: 27.11.2015

Özet

Bu çalışmanın amacı, pirinç ununa farklı oranlarda keçiyoynuzu unu ve ginseng tozu ilave edilerek mikrodalga ile glutensiz ve fonksiyonel kek üretilmesidir. Bu amaçla farklı kek formülasyonları mikrodalga fırında farklı koşullarda (üç farklı güçte (yüksek, orta, düşük) ve üç farklı sürede (2.45dk; 3dk; 3.15dk)) pişirilerek fiziksel özellikleri incelenmiştir. Ek olarak ginseng ve keçiyoynuzu unu ilavesinin son ürün kalitesi üzerine etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda kek yapımında pirinç unu ile birlikte keçiyoynuzu ununun kullanılabilirliği test edilmiştir. Ayrıca çalışmada mikrodalga ile pişirilen pirinç keklerinin formülasyonunun ve işlem koşullarının optimizasyonu hedeflenmiştir. Bunun için yanıt yüzey yöntemi (RSM) kullanılmıştır. Optimum nokta mikrodalga gücü için 400 W, pişirme süresi için 3.15 dakika, ginseng konsantrasyonu için %1.1869 ve keçiyoynuzu unu konsantrasyonu için %35.051 olarak bulunmuştur. Kontrol örnekleri ile optimum koşullarda ve optimum formülasyonla mikrodalgada pişirilen kekler karşılaştırıldığında optimum örneklerin kütle kaybı, yükseklik ve gözeneklilik değerlerinin daha yüksek, renk farkı değerlerinin daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Mikrodalga, ginseng, keçiyoynuzu unu, kek, optimizasyon

OPTIMIZATION OF PROCESS CONDITIONS AND FORMULATION OF MICROWAVE BAKED RICE CAKE

Abstract

In this study, it was aimed to produce microwave baked functional gluten-free cakes by adding carob flour and ginseng powder to the rice flour in different concentrations. For this purpose, the physical properties of different cake formulations which were baked in microwave oven at different microwave powers (low, middle and high) and during different baking times (2.45 min; 3min; 3.15 min) were investigated. Moreover, the effect of ginseng powder and carob flour addition in terms of cake quality was also examined and the possibility of combining carob flour with rice flour was evaluated. In this study, it was also aimed to optimize the cake formulation and baking conditions by using Response Surface Methodology (RSM). The optimum point was determined as 400 W for microwave power, 3.15 min for baking time, 1.1869 % for ginseng concentration and 35.051 % for carob flour concentration. When the quality values of control and optimum point were compared, it can be concluded that the weight loss, height and porosity values of optimum samples were higher, while the color difference values were lower.

Keywords: Microwave, ginseng, carob flour, cake, optimization

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ osakiyan@ankara.edu.tr, © (+90) 312 203 3300/3618, ☎ (+90) 312 317 8711

GİRİŞ

Çölyak hastalığı ince bağırsak duyarlılığı nedeniyle gelişen ve gluten tüketilmesi durumunda besin maddelerinin yeterince absorbe edilememesine neden olan kronik bir hastalıktır (1). Bu hastaların tek tedavisi gluten içermeyen bir diyetle beslenmeleridir. Ne yazık ki gluten içermeyen ürünler düşük hacim, zayıf tekstür, lezzet ve hızlı bayatlama gibi problemlere sahiptirler. Ek olarak bu ürünler yetersiz miktarda vitamin, mineral ve lif gibi bileşenleri içermektedir (2, 3). Tüketiciler gluten içermeyen fırıncılık ürünlerinden geleneksel lezzeti beklemektedirler ve bu nedenle araştırmacılar buğday unu yerine değişik formülasyonlar üzerinde çalışmaktadırlar (4). Glutenizasyonla pirinç unu kullanılmaktadır. Gluten içermemesi, düşük sodyum miktarı ve kolayca sindirilebilen karbonhidratlarının yüksek olması, pirincin özel diyetler için arzu edilen özellikleridir. Ne yazık ki pirinç unu buğdaya göre farklı oranda depo protein içermesi nedeniyle glutene benzer özellikte bir protein ağı geliştiremez. Pirinçte prolaminler minör fraksiyondayken temel depo protein glutelinlerdir (%65-85) (5).

Keçiboynuzu gibi yalancı tahıl diye adlandırılan hammaddeler de lif miktarını ve besleyici değeri arttırmak için glutensiz unlara eklenebilir. Keçiboynuzu genellikle keçiboynuzu zıncı izole edilmesi için kullanılır. Ancak keçiboynuzu unu insan beslenmesinde de kullanılır (6) ve çölyak hastaları için tahıl türevli gıda üretiminde potansiyel bir bileşendir (7). Keçiboynuzu unu bakla, bezelye ve soya fasulyesi ununa göre daha yüksek oranda protein içerir. Literatürde yapılan çalışmalarda bezelye unu protein miktarı %18.83 ve soya fasulyesi protein miktarı % 34.35 bulunmuşken (8) yağsız keçiboynuzu ununun lizin ve arginin miktarının %48.4 olduğu rapor edilmiştir (9). Keçiboynuzu unundaki proteinler farklı boyut ve polimerizasyon derecelerinde olup gluten ile benzer reolojik özellikler göstermektedir çünkü sulandığında daha düzenli ve kararlı bir yapı gösterirler (10). Bu sebeplerle maliyet açısından da düşünülürse keçiboynuzu soya fasulyesi ve süt ürünleri proteinlerine kıyasla daha kullanılabilir bir bileşendir (11). Gluten içermeyen formülasyonlarda keçiboynuzu unun kullanıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır. Minarro ve ark. (12) yaptıkları bir çalışmada dört farklı baklagil unundan (nohut, bezelye, keçiboynuzu ve soya) ekmek yapmışlar ve keçiboynuzu hamurunun yapısının diğer hamurlarla kıyaslandığında daha kalın olduğunu ve bunun nedeninin farklı protein yapısından ve keçiboynuzunun içerdiği gum

miktarından kaynaklandığını bulmuşlardır. Ginseng endüstrisi son yıllarda hızlı bir şekilde genişlemiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda insulin gibi davranış gösterdiği (13, 14), total kolesterol seviyesini düşürdüğü (15), kalp ve dolaşım sistemi üzerine olumlu etkileri (16) olduğu rapor edilmiştir. Yapılan bir çalışmada mikrodalgada pişirilen pirinç kekine farklı oranlarda ginseng tozu katılmış ve ginseng tozu katılmayan keklerin nem miktarının düşük olduğunu, ginseng katılan keklerin renk, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin iyileştiği gösterilmiştir (17).

Konvansiyonel ısıtma işleminde, enerji materyalin yüzeyinden başlayarak iletim, taşınım ve radyasyon ile transfer olur. Mikrodalga ısıtmadaysa materyale enerji direk olarak elektromanyetik alandan moleküler interaksiyon ile transfer olur. Bu farklılık mikrodalgaların gıda işlemede pek çok potansiyel avantajı olduğunu gösterir. Çünkü mikrodalgalar materyale nüfuz edebilir ve enerji depolar, ısı materyalin hacimsel olarak içinde oluşur. Isı aktarımı kondüksiyon ve konveksiyon ile olmadığı için ısınma kalın materyallerde bile hem çabuk hem de homojen olur (18).

Laboratuvar koşullarında yapılan birçok çalışmada mikrodalgaların gıda proseslerinde kullanımı araştırılmış ve bu proseslerden birkaçı endüstriyel ölçekte başarılı olarak uygulanmıştır (19). Günümüzde mikrodalga ısıtma, yüksek ısıtma hızı, pişirme zamanını önemli ölçüde kısaltması, daha homojen ısıtma sağlaması, güvenli ve kolay kullanım avantajı ve düşük bakım ihtiyacı gibi özellikleri sayesinde popülerlik kazanmıştır (20). Ek olarak, pişirme ve tekrar ısıtma sırasında mikrodalga ısıtma gıdanın besleyici değerini ve aromasını konvansiyonel ısıtmaya göre daha az etkilemektedir (21). Mikrodalga ısıtmanın hızlı ısıtmanın yanı sıra alandan tasarruf, enerji verimliliği, kolay proses kontrol, seçilebilen ısıtma ve gıdanın yüksek besleyici kalitesi gibi başka avantajları da mevcuttur (22). Mikrodalga işleminin konvansiyonel yöntemle göre avantajları değerlendirildiğinde pek çok alanda yaygınlaştırılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma mikrodalga teknolojisinin pişirme işlemine uygulanması üzerine bir araştırmadır.

Mikrodalgada pişirilen keklerle ilgili pek çok şikâyet onların düşük hacme ve sert tekstüre sahip olmaları ile ilgilidir. Son yıllarda mikrodalgada pişirilen keklerle ilgili çalışmalar genellikle keklerin kalite özelliklerini iyileştirmek üzerinedir (23). Mikrodalgada pişirilen kekler renk eksikliği, yüksek kütle kaybı ve düşük hacim gibi kalite kusurlarına sahiptirler. Bu çalışmanın amacı bu

kalite kusurlarının azaltılmasıyla birlikte keçiyoynuzu unu ve ginseng tozunun fonksiyonel faydaları ile zenginleştirilmiş hem çölyak hastalarının hem de arzu eden tüketicinin duyuşal isteklerine uygun karakterde ikame bir ürün geliştirilmesidir. Keçiyoynuzu unu gıda sanayinde kakao ve kahve yerine kullanılabilen ucuz bir ikamedir. Buna ek olarak literatürde mikrodalga fırında pişirilen keklerde keçiyoynuzu ununun renk ve hacim sorununu gidermek için formülasyona katılmasıyla ilgili bir çalışma bulunmamaktadır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada kullanılan pirinç unu, keçiyoynuzu unu, ginseng tozu, süt tozu, katı yağ, şeker, yumurta beyazı tozu, tuz ve kabartma tozu yerel bir marketten temin edilmiştir.

Metot

Kek Hamurunun Hazırlanması

Kek hamurunun hazırlanmasında pirinç unu ve keçiyoynuzu unu karışımları (%70 pirinç unu, %30 keçiyoynuzu unu; %60 pirinç unu, %40 keçiyoynuzu unu; %50 pirinç unu, %50 keçiyoynuzu unu olmak üzere) kullanılmıştır. Bu karışımlara %100 şeker, %25 yağ, %12 yağsız süt tozu, %9 yumurta beyazı tozu, %3 tuz, %5 kabartma tozu içeren formülasyon uygulanmıştır. Formülasyona ginseng tozu katkı olarak eklenmiştir. Ginseng tozu ekleme oranları % 0,5, %1,5 ve %2,5 olarak belirlenmiştir. Yüzdeler un bazındadır.

Kek hamuru hazırlanırken yağ ve şeker karıştırılmış, içerisine 9 g yumurta beyazı tozu ilave edilerek 1 dakika süreyle mikserin (Arçelik, K 1433, Türkiye) 1. kademesinde karıştırılmıştır. Una 12 g yağsız süttozu, 3 gram tuz, 5 g kabartma tozu ve formülasyona göre farklı miktarlarda (0.5; 1.5 veya 2.5 g olmak üzere) ginseng tozu karıştırılmış, elde edilen karışım yağlı karışıma eklenmiş ve 90 ml su katılarak bir dakika mikserin 1. kademesinde, bir dakika mikserin 2. kademesinde ve iki dakika mikserin 1. kademesinde olmak üzere çırpılmıştır. Hazırlanan kek hamurları 100 g olarak tartılmıştır.

Pişirme

Hazırlanan kek hamurları mikrodalga fırında (Arçelik, Türkiye) 3 farklı güçte (düşük: 400 W orta: 485 W, yüksek: 570 W) 3 farklı süre ile (2.45 dk.; 3 dk. ve 3.15 dk.) pişirilmiştir. Pişirme sürelerine ön denemeler ile karar verilmiştir. Fırın gücünün hesaplanmasında IMPI 2-litre testi kullanılmıştır. Fırın en yüksek derecede 2000±5g su içeren iki adet beherle çalıştırılmıştır. Başlangıç su sıcaklığı 20±2 °C olmalıdır. Beherler fırın boşluğunda yan yana olacak şekilde fırının merkezine yerleştirilmiştir.

Fırın 2 dakika ve 2 saniye çalıştırdıktan sonra son sıcaklıklar fırın kapatılır kapatılmaz ölçülmüştür. Sıcaklık ölçümü üç kere tekrarlanmıştır. Güç Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır;

$$P(W) = \frac{70(\Delta T_1 + \Delta T_2)}{2} \quad (1)$$

Eşitlikte ΔT_1 ve ΔT_2 beherdeki suların son sıcaklığı ve ilk sıcaklığı kullanılarak bulunan sıcaklık değişimleridir (24). Bu şekilde fırının gücü 805 W olarak tespit edilmiştir. Kontrol olarak %100 pirinç unu ile ginseng tozu ve keçiyoynuzu unu ilave edilmeden hazırlanarak konvansiyonel fırında (Arçelik, Türkiye) 175 °C'de 30 dk. pişirilen kekler kullanılmıştır.

Deney Tasarımı

Bu çalışmada daha az sayıda denemeye daha kısa sürede sonuç elde edilebildiği için Box-Benken tasarımı tercih edilmiştir (25). Dış faktörlerin etkilerini azaltmak amaçlı deney sıralaması rast gele hazırlanmıştır. Programın kullanılabilmesi için gerçek değerler kodlanmış değerlere çevrilmiştir (Çizelge 1).

Kekte Yapılan Analizler

Keklerde gerçekleştirilen başlıca analizler kütle kaybı, renk farkı, yükseklik ve gözeneklilik şeklinde listelenebilir.

Kütle kaybının hesaplanması

Kütle kaybının hesaplanabilmesi için, örnekler pişirme işlemi öncesi ve sonrasında tartılmış ve Eşitlik 2 kullanılmıştır;

$$\text{Kütle Kaybı (\%)} = \frac{W_i - W_s}{W_i} \times 100 \quad (2)$$

W_1 örneğin fırına konmadan önceki ağırlığını W_s ise pişirme sonrasındaki ağırlığını temsil etmektedir (26).

Renk ölçümü

Renk ölçümü için renk okuyucusu (Minolta CR-300, Japonya) kullanılmıştır. CIE L^* , a^* , b^* renk değerleri not edilmiş ve Eşitlik 3 kullanılarak renk değişimi (ΔE değeri) hesaplanmıştır;

$$\Delta E = [(L^*_o - L^*_s)^2 + (a^*_o - a^*_s)^2 + (b^*_o - b^*_s)^2]^{1/2} \quad (3)$$

Eşitlikteki L^* , a^* , b^* değerleri örneğe, L^*_o , a^*_o ve b^*_o değerleri ise referans olarak alınan baryum sülfata (beyaz renk) aittir (27).

Yüksekliğin belirlenmesi

Dijital yükseklik ve genişlik ölçüm cihazıyla 5 farklı noktadan ölçüm alınmak suretiyle her örnek için ortalama değerler hesaplanmıştır (28).

Gözeneklilik değerinin belirlenmesi

Gözeneklilik değerlerinin belirlenmesinde görüntü analizi metodu kullanılmıştır. Pişirilen kekler dikey olarak iki parçaya ayrılmıştır. Sabit ışıkta sabit mesafeden bir fotoğraf makinesi (Nikon

Çizelge 1. Kodlanmış ve kodlanmamış bağımsız değişkenleri içeren deney tasarımı
Table 1. Experimental design including coded and uncoded independent variables

Kodlanmış Coded	X ₁ (W) X ₁ (W)	Kodlanmış Coded	X ₂ (dk) X ₂ (min)	Kodlanmış Coded	X ₃ (%) X ₃ (%)	Kodlanmış Coded	X ₄ (%) X ₄ (%)	Gerçek Real
	Gerçek Real		Gerçek Real		Gerçek Real		Gerçek Real	
1	Yüksek	-1	2.45	0	1.5	0	40	
0	Orta	1	3.15	0	1.5	1	50	
1	Yüksek	0	3.0	0	1.5	-1	30	
-1	Düşük	0	3.0	0	1.5	-1	30	
1	Yüksek	0	3.0	-1	0.5	0	40	
0	Orta	0	3.0	0	1.5	0	40	
0	Orta	0	3.0	0	1.5	0	40	
0	Orta	0	3.0	0	1.5	0	40	
-1	Düşük	1	3.15	0	1.5	0	40	
0	Orta	0	3.0	1	2.5	-1	30	
-1	Düşük	0	3.0	0	1.5	1	50	
0	Orta	-1	2.45	0	1.5	-1	30	
0	Orta	1	3.15	0	1.5	-1	30	
0	Orta	1	3.15	1	2.5	0	40	
0	Orta	-1	2.45	1	2.5	0	40	
0	Orta	0	3.0	-1	0.5	-1	30	
1	Yüksek	1	3.15	0	1.5	0	40	
0	Orta	0	3.0	-1	0.5	1	50	
0	Orta	0	3.0	1	2.5	1	50	
-1	Düşük	-1	2.45	0	1.5	0	40	
0	Orta	-1	2.45	-1	0.5	0	40	
1	Yüksek	0	3.0	1	2.5	0	40	
0	Orta	1	3.15	-1	0.5	0	40	
-1	Düşük	0	3.0	-1	0.5	0	40	
0	Orta	-1	2.45	0	1.5	1	50	
1	Yüksek	0	3.0	0	1.5	1	50	
-1	Düşük	0	3.0	1	2.5	0	40	

(X₁, mikrodalga gücü; X₂, pişirme süresi; X₃, ginseng miktarı; X₄, keçiyoynuzu unu miktarı)
(X₁, microwave power; X₂, baking time; X₃, ginseng content; X₄, carob flour content)

Coolpix S2600, Japonya) kullanılarak fotoğrafları çekilmiş ve Image J (Image Processing and Analysis in Java) programı yardımı ile işlenerek gözeneklilik hesaplanmıştır. Gözeneklilik hesaplaması sırasında yaklaşık 2 cm² lik kesit alanı kullanılmıştır. Bu programda iki faz arasındaki (gözeneklerin ve katı kısmın arasındaki) kontrastan yararlanılmaktadır (29).

İstatiksel Analiz:

Verilerin daha anlamlı hale gelebilmesi için istatiksel analizler yapılmıştır. Bunun için MINITAB 16 programı (Minitab Inc., State College PA, ABD) ile yanıt yüzey yöntemi kullanılmıştır. Bütün bağımsız değişkenler için ikinci dereceden denklem kullanılarak elde edilen verilerin çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Varyans analizi bağımsız değişkenlerin istatistiki olarak önemli ölçüde birbirlerinden farklılıklarını belirlemek için kullanılmıştır ($P \leq 0.05$). Değişken ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Her bir deney koşulu için üç paralel çalışılmış ve bunların ortalamaları kaydedilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma:

Çalışmada bağımlı ve bağımsız değişkenleri birbirleri ile ilişkilendiren ikinci mertebeden bir model oluşturulmuştur (Eşitlik 4).

$$Y = B_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_1^2 + b_6X_2^2 + b_7X_3^2 + b_8X_4^2 + b_9X_1X_2 + b_{10}X_1X_3 + b_{11}X_1X_4 + b_{12}X_2X_3 + b_{13}X_3X_4 \quad (4)$$

Bu eşitlikte, X₁'ler bağımsız değişkenleri (X₁ mikrodalga gücü, X₂ pişirme süresi, X₃ ginseng miktarı ve X₄ keçiyoynuzu unu miktarı), b_i'ler model sabitlerini, ve Y'ler bağımlı değişkenleri (kütle kaybı, toplam renk değişimi, yükseklik ve gözeneklilik) göstermektedir. Çizelge 2'de verilen modeller yanıt yüzey yöntemi kullanılarak hesaplanan katsayıların Eşitlik 4'de yerlerine konulması ile oluşturulmuştur.

Kütle kaybı

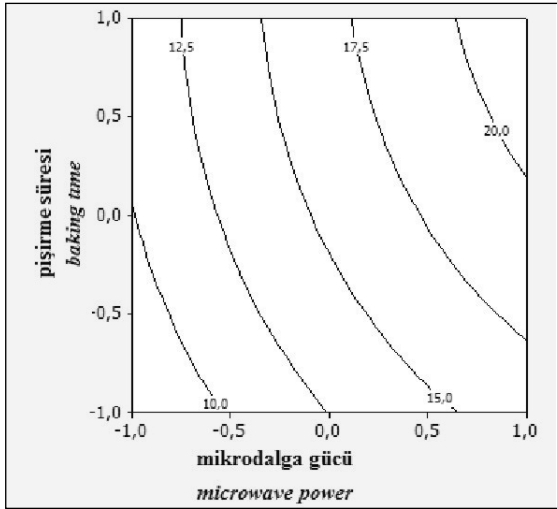
Kütle kaybı, nem kaybına ait bir belirteç olduğu için son derece önemlidir. Çizelge 2 incelendiğinde bağımsız değişkenlerden mikrodalga gücü ve pişirme süresinin kütle kaybı ile pozitif korelasyon gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 1). Benzer bir sonuç literatürde başka çalışmalarda da rapor

Çizelge 2. Farklı mikrodalga güçleri ile farklı sürelerde pişirilen keklere ait modeller
Table 2. Model equations for cakes baked at different microwave powers for different baking times

Kalite parametresi Quality Parameter	Eşitlik Equation	r ²	Uyum Eksikliği Lack of fit
Kütle Kaybı Weight Loss	$Y_1=15.4396^*+4.7840^*X_1+2.1782^*X_2+0.0637X_3-0.2104X_4-$ $0.7381^*X_1^2-0.7218^*X_2^2+0.1677X_3^2+0.5424^*X_1^2+$ $0.5189^*X_1X_2+0.1409X_1X_3-0.2802X_1X_4+0.1686X_2X_3-0.1150X_2X_4+0.1732X_3X_4$	98.55	2.16**
Toplam Renk Farkı Total Color Change	$Y_2= 32.1567^*-0.1371X_1-0.5006^*X_2-0.4654X_3-1.1456^*X_4-$ $1.8351^*X_1^2+0.2910X_2^2-0.8210^*X_3^2-0.4835X_4^2+0.5864X_1X_2-0.3198X_1X_3+$ $0.3145X_1X_4-0.2065X_2X_3-0.8056X_2X_4+0.4496X_3X_4$	80.51	22.24**
Yükseklik Height	$Y_3=35.0143^*+1.3517^*X_1+0.2942X_2-0.3364X_3-0.4050X_4+$ $1.1717^*X_1^2-0.0769X_2^2-1.1462^*X_3^2-0.8630^*X_4^2-0.3736X_1X_2-$ $0.2686X_1X_3+1.0222X_1X_4-0.2411X_2X_3-1.0305X_2X_4-0.5869X_3X_4$	77.155	1.40**
Gözeneklilik Porosity	$Y_4=43.9887^*+3.0405^*X_1+1.9674^*X_2+1.5316^*X_3+1.1061^*X_4+3.3009^*X_1^2+$ $0.1299X_2^2+1.5835^*X_3^2-1.0655X_4^2-0.2833X_1X_2-0.0391X_1X_3+$ $0.0865X_1X_4+2.2477^*X_2X_3-1.1099X_2X_4+0.9220X_3X_4$	87.09	17.92**

* $P \leq 0.05$ seviyesinde fark önemlidir. ** uyum eksikliğinin $P \leq 0.05$ seviyesinde önemli olmadığını göstermektedir. (X_1 , mikrodalga gücü; X_2 , pişirme süresi; X_3 , ginseng miktarı; X_4 , keçiyoynuzu unu miktarı.)

* significant at $P \leq 0.05$. ** lack of fit is not significant at $P \leq 0.05$. (X_1 , microwave power; X_2 , baking time; X_3 , ginseng content; X_4 , carob flour content.)



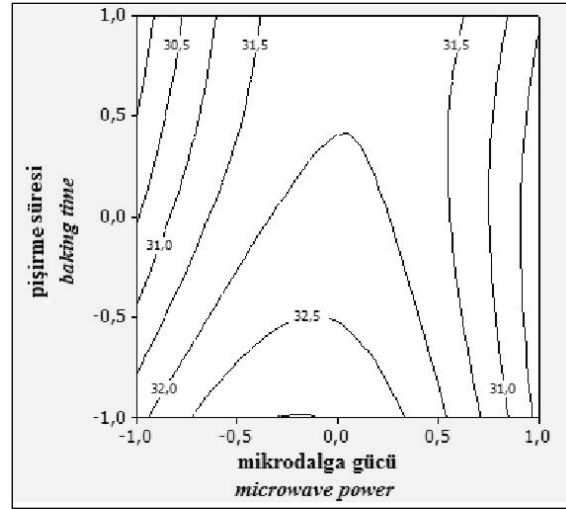
Şekil 1. Kütle kaybının pişirme süresi ve mikrodalga gücü ile değişimi (X_3 , X_4 sabit)

Figure 1. The variation of weight loss with baking time and microwave power (X_3 , X_4 are constant)

edilmiştir (30). Bu durum pişirme süresinin uzamasının ürünün daha fazla mikrodalgaya maruz kalmasına ve bu nedenle daha fazla nem kaybı oluşmasına bağlanabilir. Bir gıda materyali mikrodalga ile pişirildiğinde konvansiyonel fırında pişirilenlere göre daha fazla oluşan iç ısı gıdanın içerisinde pozitif basınç oluşmasına ve böylelikle daha fazla buharın gıda materyalinden ayrılmasına neden olmaktadır (31).

Renk

Toplam renk değişimi açısından formülasyon ve pişirme koşulları değerlendirildiğinde pişirme



Şekil 2. Renk farkının pişirme süresi ve mikrodalga gücü ile değişimi (X_3 , X_4 sabit)

Figure 2. The variation of color difference with baking time and microwave power (X_3 , X_4 are constant)

zamanı ve keçiyoynuzu unu konsantrasyonunun etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Pişirme süresi ve toplam renk farkı arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 2). Mikrodalga pişirmenin mekanizması gereği yüzeyde esmerleşme reaksiyonları gerçekleşmez. Bu durum renk oluşumunu engellemektedir. Pişirme zamanı ile renk arasındaki negatif ilişki tamamen kekin bileşenleri ve bu bileşenlerin mikrodalga ile interaksyonu ile açıklanabilir. İçöz ve ark. (32) yaptıkları çalışmada bu sonucu destekleyen verilere ulaşmışlardır.

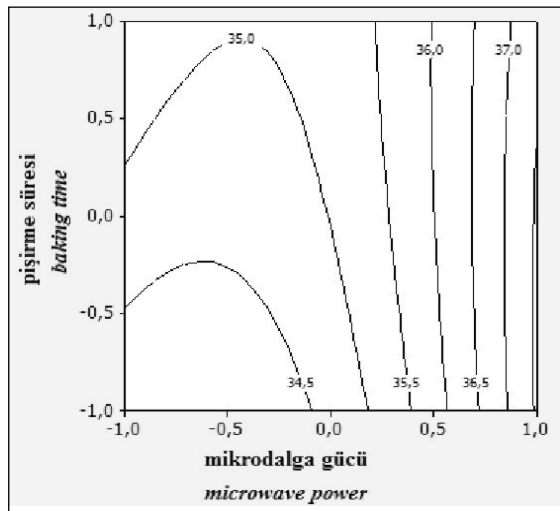
Renk değişimi üzerine negatif etkisi olduğu bulunan diğer bir bağımsız değişken keçiyoynuzu unu konsantrasyonudur (Çizelge 2). Bu duruma örneğin azalan L değerlerinin neden olduğu düşünülmektedir. Keçiyoynuzu unu konsantrasyonunun artması örneğin koyulaşmasına neden olmaktadır. Keçiyoynuzunun lif kaynağı olarak kurabiyelere eklendiği bir çalışmada keçiyoynuzu eklenmesiyle L değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (33). Renk için oluşturulan model incelendiğinde diğer bağımsız değişkenler olan mikrodalga gücü ve ginseng konsantrasyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Yükseklik

Yükseklik değeri mikrodalga gücü ile pozitif ilişkili bulunmuştur (Çizelge 2, Şekil 3). Megahey ve ark. (29) çalışmalarında mikrodalgada pişirilen Medeira keklerinde benzer bir ilişki tespit etmişlerdir. Maksimum ve son örnek yükseklikleri güç artışıyla artmaktadır. Örneğin mikrodalgada pişirilen kekler incelendiğinde 900 W güçte maksimum yükseklik 52.2 mm iken, 250 W güçte maksimum ve son yükseklikler 48.2- 42.9 mm değerleri arasında değişmektedir. Bunun nedeni karbondioksit oluşumunun ve buna bağlı olarak hacim genişlemesinin güç artışıyla birlikte artışıdır.

Gözeneklilik

Gözeneklilik değerleri incelendiğinde mikrodalga gücü, pişirme süresi, ginseng konsantrasyonu ve keçiyoynuzu unu konsantrasyonunun önemli etkileri olduğu bulunmuştur (Çizelge 2). Bütün bağımsız değişkenler gözeneklilik üzerine pozitif etkiye sahiptir.



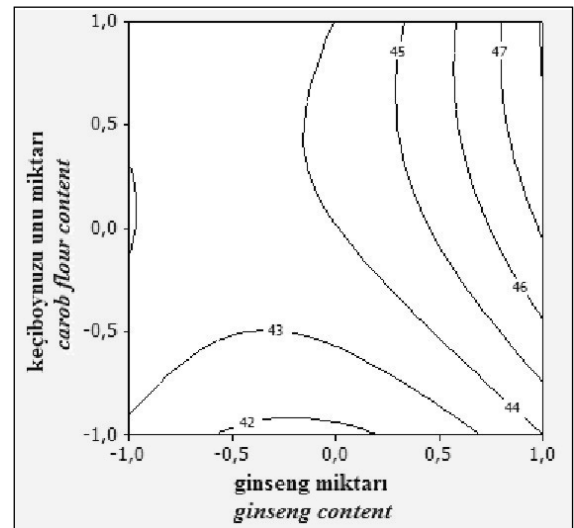
Şekil 3. Yüksekliğin pişirme süresi ve mikrodalga gücü ile değişimi (X_3, X_4 sabit)

Figure 3. The variation of height with baking time and microwave power (X_3, X_4 are constant)

Mikrodalga gücü ve pişirme süresindeki artışın gözeneklilik değerlerinde artışa neden olması ısınmakta olan hamurun kabarması ile açıklanabilir. Isıtma sırasında gazların çözünürlüğünde bir azalma gözlenir ve sıcaklık artışı ile karbondioksit gazı serbest kalır. Böylece gözeneklilikte bir artış gözlemlenir. Bu durum başka çalışmalarda da gözlemlenmiştir (34).

Gözeneklilik değeri keçiyoynuzu unu konsantrasyonu ile pozitif korelasyon göstermektedir (Çizelge 2, Şekil 4). Tsatsaragkou ve ark. (35) konvansiyonel fırında pişirilen glutensiz keçiyoynuzu pirinç ekmeklerinde yaptıkları çalışmada keçiyoynuzu ununun hamurun su absorpsiyonunu artırdığını bulmuşlardır. Su emiliminin artması gözenek miktarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca keçiyoynuzu unu miktarı arttıkça gözeneklerin boyutlarının da büyüdüğünü gözlemlenmiştir. Bu durum keçiyoynuzu unu miktarı arttıkça keçiyoynuzu proteinlerinin miktarının artmasıyla açıklanmıştır.

Ginseng gözenekliliği pozitif etkilemesi hacmi de olumlu etkileyeceğini gösterebilir. Çünkü gözeneklilik yapıda bulunan karbondioksit gazı ve hacim ile ilişkili bir özelliktir. Yapılan bir çalışmada Panaks ginseng ekstraktları buğday ununa eklenmiş ve mikro-ölçümlü pişirme testi ile katkısız ekmekle karşılaştırılmıştır. Ginseng eklenen ekmeklerin hacimlerinin arttığı ve ginseng fırıncılık ürünleri için geliştirici özellik gösterdiği bulunmuştur. Bu durumun ginseng içeriğindeki ginsenosidlerle ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Ginsenosidler sulu ortamla interaksiyona



Şekil 4. Gözenekliliğin keçiyoynuzu unu miktarı ve ginseng miktarı ile değişimi (X_1, X_2 sabit)

Figure 4. The variation of porosity with carob flour content and ginseng content (X_1, X_2 are constant)

girerek kararlı baloncuklar oluşturmuş ve yüzey aktivitesini artırarak pişirme işlemini geliştirmiştir. Bu çalışmada ginsenosidler ilk kez mükemmel bir pişirme performansı göstermişler ve doğal ekme yapım ingredientleri olarak önerilmişlerdir (36).

Piştirme Koşulları ve Formülasyonun Optimizasyonu

Kek formülasyonu ve piştirme koşulları yanıt yüzey yöntemi kullanılarak optimize edilmiştir. Keçiboynuzu unu ve ginseng miktarı ile piştirme süresi ve mikrodalga gücüne ait optimum değerler belirlenmiştir. Optimum mikrodalga gücünü, piştirme zamanını, keçiboynuzu unu miktarını ve ginseng miktarını bulmak için MINITAB 16 programı içerisindeki yanıt optimizasyonu aracından yararlanılmıştır. Optimum noktalar minimum kütle kaybı, maksimum renk farkı, maksimum yükseklik ve maksimum gözeneklilik incelenerek belirlenmiştir.

Optimum noktaların kodlanmış değerleri X_1 için -1, X_2 için 1, X_3 için -0.3131 ve X_4 için -0.4949 olarak bulunmuştur. Bu kodlanmış değerlerden kodlanmamış değerler hesaplandığında optimum nokta mikrodalga gücü için 400 W, piştirme süresi için 3.15 dakika, ginseng konsantrasyonu için %1.1869 ve keçiboynuzu unu konsantrasyonu için %35.051 olarak tespit edilebilmektedir. Optimum koşullarda elde edilen deneysel veriler kütle kaybı için %11.705, renk farkı için 31.8726, yükseklik için 32.302 mm ve gözeneklilik için %53.1005 olarak listelenebilir.

Ayrıca kontrol olarak optimum koşullarda mikrodalga fırında %100 pirinç ununu ve %0 ginseng kullanılarak piştirilen kekler kullanılmıştır. Kontrol değerleri yaklaşık olarak kütle kaybı için % 6.6847, renk farkı için 80.7104, yükseklik için 27.25 mm ve gözeneklilik için %14.876 olarak bulunmuştur. Optimum koşullarda ve optimum formülasyonla mikrodalgada piştirilen keklerin ise kütle kaybı için % 11.705 renk farkı için 31.8726, yükseklik için 32.302 mm ve gözeneklilik için %53.1 olarak bulunmuştur.

SONUÇ

Yanıt yüzey yöntemi başarı ile keçiboynuzu ilave edilerek mikrodalgada piştirilen ginseng ilaveli pirinç kekleri için uygulanabilmektedir. Mikrodalga gücü kütle kaybı, yükseklik ve gözeneklilik üzerine; piştirme süresi kütle kaybı, renk farkı ve gözeneklilik üzerine; keçiboynuzu unu konsantrasyonu renk farkı ve gözeneklilik; ginseng konsantrasyonu ise gözeneklilik üzerine etkisi önemli bulunan bağımsız değişkenlerdir.

Bu çalışmada bulunan sonuçlar literatürde mikrodalgada piştirilen keklerdeki renk eksikliği sorununun çözümü için bir örnek teşkil edebilecektir. Ayrıca formülasyona keçiboynuzu unu ve ginseng tozu katılmasıyla elde edilen pirinç kekleri glutensiz kek formülasyonu geliştirilmesi açısından fonksiyonel faydaları ve gözeneklilik değerleri üzerine sağladığı olumlu etkilerle uygulanabilir sonuçlar içermektedir. Bu bağlamda bu çalışmadan elde edilen veriler mikrodalgada piştirilen fırın ürünlerinin geliştirilmesinde faydalı olabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Ellis HJ, Deward D, Pollock EL, Gonzales-Cinca N, Engel W, Wieser H. 2006. The toxicity recombinant HMW glutenin sub-units of wheat patients with celiac disease. In Stern M (ed), Proceedings of the 20th Meeting of the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity, 35-40 pp.
2. Arendt EK, Morrissey A, Moore MM, Dal Bello F. 2008. Gluten-free Breads. Arendt EK, Dal Bello F (eds), *Gluten-free cereal products and beverages*, Oxford, Academic, UK, 289-321 pp.
3. Mendoza N. 2005. Celiac disease and overview of the diagnosis, treatment and management. *Br Nutr Bull.* 30, 231-236.
4. Demirkesen I, Sumnu G, Sahin S. 2013. Quality of gluten-free bread formulations baked in different ovens. *Food Bioprocess Tech.* 6, 746-753.
5. Huebner FR, Bietz JA, Webb BD, Juliano BO. 1990. Rice cultivar identification by high-performance liquid chromatography of the endosperm proteins. *Cereal Chem.* 67, 129-135.
6. Dakia PA, Wathelet B, Paquot M. 2007. Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ. *Food Chem.* 102, 1368-1374.
7. Feillet P, Roulland TM. 1998. Caroubin: a gluten-like protein isolate from carob bean germ. *Cereal Chem.* 75, 488-492.
8. Marcone MF, Kakuda Y, Yada RY. 1998. Salt-soluble seed globulins of various dicotyledonous and monocotyledonous plants-Isolation/purification and characterization. *Food Chem.* 62 (1), 27-47.
9. Maza MP, Zamora R, Alaiz M, Hidalgo FJ, Millan F, Vioque E. 1989. Carob bean germ seed (*Ceratonia siliqua*): study of the oil and proteins. *J Sci Food Agric.* 46, 495-502.
10. Wang Y, Belton PS, Bridon H, Garanger E, Wellner N, Parker ML, Grant A, Feillet P, Noel TR. 2001. Physicochemical studies of caroubin: a gluten-like protein. *J Agric Food Chem.* 49, 3414-3419.

11. Bengoechea C, Puppo MC, Romero A, Cordobes F, Guerrero A. 2008. Linear and non-linear viscoelasticity of emulsions containing carob protein as emulsifier. *J Food Eng.* 87, 124-135.
12. Minarro B, Albanell E, Aguilar N, Guamis B, Capellas M. 2012. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *J Cereal Sci.* 56, 476-481.
13. Lu SC. 1986. *Chinese system of food cures prevention and remedies*. Sterling, New York, 120 p.
14. Okuda H, Yoshida R. 1980. Studies on the effects of ginseng components on diabetes mellitus. Proceedings of the 3rd International Ginseng Symposium. 8-10 September, Seoul, Korea: Korea Ginseng Research Institute, 53-57 pp.
15. Muwalla MM, Abuirmeileh NM. 1990. Suppression of avian hepatic cholesterogenesis by dietary ginseng. *J Nutr Biochem.* 1: 518-521.
16. Kaku T, Miyata T, Uruno T, Sake I, Kinoshita A. 1975. Chemicopharmacological studies on saponins of Panax Ginseng. CA Meyer II. Pharmacological part. *Arzneimittel-forschung.* 25: 539-547.
17. Kang HJ, Kim SH, Kum JS, Lim JK. 2010. Effect of ginseng powder on quality characteristics of instant rice cake (baekseolgi). *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 39 (3), 435-442.
18. Thostenson ET, Chou TW. 1999. Microwave processing: Fundamentals and applications. *Compos Part A Appl Sci Manuf.* 30, 1055-1071.
19. Venkatesh MS, Raghavan GSV. 2004. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. *Biosyst Eng.* 88 (1), 1-18.
20. Zhang M, Tang J, Mujumdar AS, Wang S. 2006. Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends Food Sci Technol.* 17: 524-534.
21. Vadivambal R, Jayas DS. 2007. Changes in quality of microwave-treated agricultural products. *Biosyst Eng.* 98, 1-16.
22. Decareau RV, Peterson R. 1986. *Microwave processing and engineering*. Chichester. UK: Ellis Horwood.
23. Sumnu G. 2001. A review on microwave baking of foods. *Int J Food Sci Technol.* 36, 117-127.
24. Buffler C. 1993. *Microwave Cooking and Processing: Engineering Fundamentals for the Food Scientist*. New York, USA: Avi Book. 6-7, 150-151 pp.
25. Lahlali R, Massart S, Serrhini MN, Jijakli MH. 2008. A Box-Behnken design for predicting the combined effects of relative humidity and temperature on antagonistic yeast population density at the surface of apples. *Int J Food Microbiol.* 122 (1-2), 100-108.
26. Ferraira SLC, Burns RE, Ferreira HS, Matos GD, David JM, Brandao GC, Silva EGP, Portugal LA, Reis PS, Souza AS, Santos WNL. 2007. Box-Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods. *Anal Chim Acta.* 597(2), 179-186.
27. Keskin SÖ. 2003. Effects of different ovens and enzymes on quality parameters of bread. M.Sc., Department of Food Engineering, METU, Ankara, 28 p.
28. Megahey EK, McMinn WAM, Magee TRA. 2005. Experimental study of microwave baking of madeira cake batter. *Food Bioprod Process.* 83(4), 277-287.
29. Şakıyan Demirkol Ö. 2007. Investigation of physical properties of different cake formulations during baking with microwave and infrared-microwave combination. Ph.D., Department of Food Engineering, METU, Ankara, 47 p.
30. Demirekler P. 2004. Optimization of microwave-halogen lamp baking of bread. M.Sc., Department of Food Engineering, METU, Ankara, 31 p.
31. Datta AK. 1990. Heat and mass transfer in the microwave processing of food. *Chem Eng Progr.* 47-53.
32. Icoz D, Sumnu G, Sahin S. 2004. Color and texture development during microwave and conventional baking of breads. *Int J Food Prop.* 7: 2, 201-213.
33. Popov-Raljić JV, Mastilović JS, Lalić-Petronijević JG, Kevresan ZS, Demin MA. 2013. Sensory and color properties of dietary cookies with different fiber sources during 180 days of storage. *Hem Ind.* 67, (1), 123-134.
34. Şakıyan Demirkol O, Sumnu G, Sahin S, Meda V. 2007. Investigation of dielectric properties of different cake formulations during microwave and infrared-microwave combination baking. *J Food Sci.* 72, (4), 205-213.
35. Tsatsaragkou K, Yiannopoulos S, Kontogiorgi A, Poulli E, Krokida M, Mandala I. 2012. Mathematical approach of structural and textural properties of gluten free bread enriched with carob flour. *J Cereal Sci.* 56: 603-609.
36. Pflaum T, Selmaier PL, Horlacher P, Koehler P. 2013. Isolation and baking performance of ginsenosides from Panax ginseng. *Eur Food Res Technol.* 236: 89-100.