

## Kısmi Pişirme Yönteminin Kek Kalitesi Üzerine Etkisi

Mehmet Murat Karaoğlu<sup>1</sup> , Yeşim Bedir<sup>1</sup> 

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum

*Geliş Tarihi (Received): 21.10.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 02.07.2020*

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): mmurat@atauni.edu.tr (M.M. Karaoğlu)*

☎ 0 442 231 24 92 📠 0 442 231 58 78

### ÖZ

Çalışmada kısmi pişirme yönteminin kek üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, farklı sürelerde (15, 20, 25 dakika) kısmi pişirilen kek örnekleri, oda sıcaklığında 7, 14 ve 21 gün depolandıktan sonra ikinci pişirme işlemi ile tüketime hazır son ürün elde edilerek fiziksel ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Mikrobiyal kalite bakımından, kısmi pişirme süresi analiz sonuçları üzerine önemli bir etkiye sahip olmazken ara depolama süresinin artması 21. günden sonra toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya-küf sayılarını artırıcı yönde etkili olmuştur. Kısmi pişirme yöntemi keklerde pişirme kaybını artırmıştır. Ara depolama süresindeki artış spesifik hacim değerlerini önemli derecede etkilemezken, genel olarak kısmi pişirme süresinin artması spesifik hacim değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Kek örneklerinin sertlik değerleri ara depolama süresi ile artarken, sertlik bakımından kontrol grubu örneklerle en yakın değerlere 20 ve 25 dakika kısmi pişirildikten sonra oda sıcaklığında 7 gün depolanmış ve yeniden pişirilmiş kek örnekleri sahip olmuştur. Genel olarak, kısmi pişirme yöntemi, keklerde çignenebilirlik ve elastikiyet değerlerini artırıcı, kohesiflik değerini ise düşürücü yönde etkili olmuştur. İstenildiği zaman taze ürün tüketimi bakımından, kısmi pişirme yönteminin, özellikle 20 dakika kısmi pişirme ve 14 güne kadar ara depolama süresinin, kek üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kısmi pişirme yöntemi, Kek kalitesi, Mikrobiyolojik özellik, Fiziksel özellik, Tekstürel özellik

### Impact of Partial Baking Process on Cake Quality

#### ABSTRACT

In this study, the potential use of partial baking process was investigated in cake production. For this purpose, cake samples partially baked at different times (15, 20, 25 minutes) were stored at room temperature for 7, 14 and 21 days. After the second baking process, a ready-to-use final product was obtained and subjected to physical and microbiological analyses. In terms of microbial quality, partial baking time did not have a significant effect on analysis results, but an increase in intermediate storage time was effective in increasing TMAB and yeast-mold counts after 21 days. Partial baking method increased baking loss in cakes. While an increase in intermediate storage time did not significantly influence the specific volume values, an increase in partial cooking time was generally effective in increasing the specific volume values of cakes. While the hardness values of cake samples increased with intermediate storage time, in terms of hardness the closest values to control group were obtained in cake samples rebaked after part-baking for 20 and 25 minutes and storage for 7 days at room temperature. In general, partial baking method increased the chewiness and elasticity values of cakes while decreasing their cohesiveness value. It was concluded that partial baking method, particularly 20 minutes partial baking and intermediate storage time up to 14 days, can be used in the production of cakes in terms of fresh product consumption at any time.

**Keywords:** Partial baking method, Cake quality, Microbiological properties, Physical properties, Textural properties

## GİRİŞ

Kek bütün dünyada, her yaş gurubunun severek tükettiği iyi bir tat ve aromaya sahip oldukça popüler bir fırın ürünüdür. Buğday unu, şortening, yumurta, şeker, kabartma tozu ve su veya süt gibi bileşenler kullanılarak üretilen kekte yüksek hacim, düşük sertlik, tekdüze iç yapı, geç bayatlama ve uzun raf ömrü arzu edilen kalite karakteristikleridir [1-4].

Genel bir ifade ile zayıf buğday unu, şeker, yağ, yumurta, kabartma tozu ve gerekiyorsa bazı katkı maddelerinin kullanılmasıyla hazırlanan karışımın ısı işleme tabi tutulmasıyla elde edilen kek kimyasal ve mekanik olarak kabartılan bir ürün olarak tanımlanabilir [5, 6] Kek karışımı, su içinde yağ emülsiyonunu kapsamaktadır [7]. Fırında pişirme esnasında, sıcaklık yükseldikçe su buhar basıncı ve kimyasal mayalanma sonucu oluşan karbondioksit miktarı artarak kek karışımındaki hava kabarcıkları genişlemektedir. Eş zamanlı meydana gelen nişasta jelatinizasyonu ve protein denatürasyonu gibi dönüşüm olayları kek mikisini sıvı halden katı hale dönüştürerek keklerde sabit yapısal dokuyu oluşturmaktadır [8, 9].

Özellikle formülasyona giren yağ, şeker ve yumurtanın da etkisi ile kek, ekmek gibi yavan formülasyonlu fırın ürünlerine kıyasla daha geç bayatlayan bir yapıya sahiptir [10]. Bununla birlikte, depolama süresi uzadıkça, özellikle, sistemin en temel bileşeni olan nişastada meydana gelen yapısal değişimlerin etkisi ile kek tazeliğini giderek kaybetmekte ve tüketim kalitesi önemli derecede düşmektedir. Genel olarak keklerde raf ömrü bir ile dört hafta arasında değişmektedir [11, 12]. Depolama süresi uzadıkça, özellikle bayatlama ve mikrobiyal bozulmanın etkisi ile kalite kayıpları meydana gelmektedir. Ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişiklikler, sertlikteki artış, nem transferi, aroma ve lezzet kayıpları keklerde bayatlama kaynaklı en önemli değişiklikler arasındadır [13].

Formülasyon, ambalajlama, su aktivitesi ve depolama şartları keklerde bayatlama ve raf ömrünü etkileyen en önemli faktörlerdir [14]. Formülasyon [15, 16] ve ambalajlama koşullarının değiştirilmesi [17, 18], dondurarak depolama [19], kek karışımına uygulanan çeşitli işlemler [20], bayatlamayı ve bozulmayı geciktirici katkı maddelerinin kullanılması [13, 21] gibi girişimler ile keklerde raf ömrünün uzatılmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmış olup başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Keklerde bayatlamanın geciktirilmesi ve raf ömrünün uzatılmasına yönelik en yeni yaklaşımlardan birisi de kısmi pişirme yöntemidir.

Kısmi pişirme yöntemi ürünün iki aşamalı olarak pişirilmesi işlemi içermektedir. Bu yöntemde, ilk aşamada ürün yapısı oluşana kadar bir ilk pişirme uygulanmakta, depolama sürecinden sonra ikinci aşama da ise basit bir son pişirme ile tüketiciye taze bir ürün tüketme imkânı sunulmaktadır [22]. Evde veya çeşitli tüketim ortamlarında basit bir pişirme işlemi ile tüketiciye taze bir fırın ürünü tüketme imkânı sunduğu için kısmi pişirme yöntemi büyük bir pazar potansiyeline sahiptir [12]. Ayrıca, pişirme işlemi keklerde tekstürel ve diğer

fiziksel özellikler üzerinde çok önemli rol oynamaktadır [23]. Bu nedenle, bu araştırmada kısmi pişirme yöntemi ve kısmi pişirilmiş keklerin oda sıcaklığında farklı sürelerde muhafazasının keklerde mikrobiyolojik, teknolojik ve tekstürel özellikler üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Kek üretiminde piyasadan temin edilen buğday unu (Birlik Un, Erzurum), granül toz şeker, yumurta, taze süt, hamur kabartma tozu (Dr. Oetker, İzmir), sıvı margarin (Becel) ve sofralık rafine tuz kullanılmıştır.

### Metot

#### Kek Üretimi

Kek üretiminde kullanılacak kek hamuru [12] tarafından belirtilen metoda göre hazırlanmıştır. Elde edilen kek hamuru, yağlanmış teflon kek kalıplara 60'ar gram dökülmüş ve 175°C'de 15, 20, 25 ve 35 (kontrol grubu) dakika süre ile pişirilmiştir. 15, 20 ve 25 dakika kısmi pişirilen kekler oda sıcaklığında 7, 14 ve 21 gün depolamaya tabi tutulmuştur. Daha sonra, depolanan kekler 175°C'de toplam pişirme süreleri 35 dakikaya tamamlanacak şekilde yeniden pişirmeye tabi tutulmuştur. Yeniden pişirilen kekler oda sıcaklığında 1 saat soğutulduktan sonra çift katlı polietilen poşetle ambalajlanarak analizler süresince laboratuvar şartlarında bekletilmiştir.

#### Kekte Yapılan Analizler

##### Mikrobiyolojik Analizler

Kısmi pişmiş kekler hem oda sıcaklığında depoladıktan hem de ikinci pişirmeden sonra mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Kek örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için, Plate Count Agar (PCA, Merck) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan çift petri plağına yüzeye ekim yöntemi ile 0.1 mL ekim yapıldıktan sonra 30°C'de 72 saat inkübe edilmiş ve koloni içeren petriyer sayılmıştır. Kek örneklerinde koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) (Merck) kullanılmıştır. VRB agar yüzeyine 0.1'er mL aktarılarak yayma yöntemine göre ekim yapılan petriyer ters çevrilerek 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Maya ve küf sayımı için, Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck) kullanılmıştır. Petri plaklarına yüzeye yayma yöntemine göre uygun dilüsyonlardan 0.1'er mL aktarılarak 20°C'de 5 gün inkübasyona bırakılmış ve sayım yapılmıştır [24].

##### Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Keklerin nem içeriği analizinde, ürün fırından çıktıktan 6 saat sonra, keklerin merkezinden yaklaşık 3 g örnek alınarak 105°C'ye ayarlı kurutma kabiniinde sabit tartım ağırlığına ulaşıncaya kadar kurutulmuş ve % olarak nem

değerleri hesaplanmıştır [25]. Keklerin hacmi, kolza tohumuyla yer değiştirme esasına göre ölçülerek sonuçlar, kek hacmi/kek ağırlığı (cm<sup>3</sup>/g) (spesifik hacim) olarak verilmiştir [26]. Pişme kaybı değeri, kek karışımının pişmeden önce ve kekin piştikten sonraki elde edilen kütleleri kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir [27]. Kek örneklerinin üniformite indeksi değerleri AACC 10-91'e göre belirlenmiştir [28]. Keklerde kabuk rengi kolorimetre (CR-200, Minolta, Osaka, Japan) cihazı ile belirlenmiş olup okunan L\*, a\* ve b\* renk değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik ile kontrol kek örneğine göre toplam renk değişimi ( $\Delta E^*$ ) hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(L_0 - L_1)^2 + (a_0 - a_1)^2 + (b_0 - b_1)^2]^{1/2}$$

Verilen eşitlikte; L<sub>0</sub>, a<sub>0</sub>, ve b<sub>0</sub> kontrol kek örneğine ait renk değerlerini; L<sub>1</sub>, a<sub>1</sub>, ve b<sub>1</sub> ise kısmi pişirme ve ara depolamadan sonra yeniden pişirilen kek örneklerine ait renk değerlerini ifade etmektedir.

### Tekstür Profil Analizi (TPA)

Kısmi pişirilmiş kekler oda sıcaklığında belirtilen sürelerde depolandıktan sonra ikinci (son) pişirme işlemine tabi tutularak son ürün kekler elde edilmiş ve 24 saat sonra bu keklerde iç kısımdan alınan (40x40x20 boyutlarındaki) örneklerde Tekstür Analiz cihazı (TA.XT.plus Texture Analyser, Stable Microsystems) kullanılarak Tekstür Profil Analizi yapılmıştır. Ölçümler her örnek için 4 paralel 2 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. TPA testinde çapı 50 mm olan (P50) prob, 5 kg'lık yük hücresi, 2 mms<sup>-1</sup> test hızı, %40 deformasyon oranı ve 20 g tetikleme gücü kullanılmıştır. Elde edilen TPA grafiğinden keklerin sertlik, kohesiflik, elastikiyet ve çignenebilirlik değerleri hesaplanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS Statistics paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklı sürelerde (15, 20, 25 dakika) kısmi pişirilen ve oda sıcaklığında farklı sürelerde (7, 14, 21 gün) depolanan kek örneklerinin mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve dokusal özellikleri açısından istatistiksel farklılıkları kıyaslamak amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, kek hamuru 15, 20 ve 25 dakika pişirilerek kısmi pişmiş kek örnekleri elde edilmiştir. Kısmi pişirilmiş kek örnekleri daha sonra oda sıcaklığında 7, 14 ve 21 gün depolandıktan sonra ikinci pişirme işlemine tabi tutulmuş ve tüketime hazır son ürün elde edilmiştir. Pişirildikten sonra oda sıcaklığında depolanmış kısmi pişmiş kek örnekleri ve depolama sonrası ikinci pişirme işlemine tabi tutulmuş tüketime hazır tam pişmiş kek örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), koliform grubu bakteri ve maya-küf sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde kısmi pişirme

süresinin mikrobiyolojik analiz sonuçları üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Depolama süresinin artması ise (14.günden sonra) TMAB ve maya-küf sayılarını artırıcı yönde etkili olmuştur. Kontrol grubu ve oda sıcaklığında 7 ve 14 gün depolanmış kısmi pişmiş kek örneklerinde depolama ve ikinci pişirme sonrası TMAB ve maya-küf sayıları saptanabilir sayının (<2.00 log kob/g) altında çıkmıştır. Alınan sonuçlara göre depolamanın 21. gününde 15, 20, 25 dakikalık kısmi pişirmeye tabi tutulan keklerde depolama sonrası TAMB ve maya-küf üremesinin hemen hemen aynı seviyede olduğu ve bu seviyenin 3.32 ile 3.93 log kob/g arasında değiştiği görülmüştür. İkinci pişirme sonrası yapılan analizler de ise TAMB ve maya-küf sayılarında çok az bir düşüş olmakla birlikte bu değerlerin 3.02 ile 3.83 log kob/g arasında değiştiği görülmüştür. [29] tarafından yapılan çalışmada, kısmi pişirme yöntemi ile üretilen beyaz tava, çavdar ve kepekli ekmeklerde depolama ve ikinci pişirme sonrası mikrobiyolojik özellikler incelenmiş, depolama sonunda uygulanan ikinci pişirme işleminin, ekmekte kaybolan tazeligi tekrar sağlamakla birlikte kısmi pişmiş ve depolanmış ekmekte belli bir seviyenin üzerine çıkan mikroorganizma sayısının da önemli derecede düşmesine sebep olduğu bildirilmiştir. Ayrıca koliform grubu bakteri sayısı hem kısmi pişmiş kekin depolama sonrası hem de ikinci pişirme sonrası aşamasında saptanabilir sayının altında çıkmıştır.

Tablo 2 ve Şekil 1'deki sonuçlara göre kısmi pişirme ve ara depolama süresinin, kek örneklerinin pişme kaybı, üniformite indeksi, spesifik hacim ve renk değişimi değerlerini önemli derecede etkilediği görülmektedir. Bütün kısmi pişirme sürelerinde, ara depolama süresinin artması keklerin pişme kaybını artırıcı yönde etkili olmuştur. Kısmi pişirme ve ara depolamadan sonra yeniden pişirilen kek örneklerinde, kontrol örneğine kıyasla daha fazla pişme kaybı görülmüştür. Dolayısıyla iki aşamalı pişirme işleminden oluşan kısmi pişirme metodunun, kontrol örneğinde uygulanan, tek aşamalı pişirme metoduna göre örneklerde daha fazla nem kaybına neden olduğu ve pişme kaybını artırdığı sonucuna varılmaktadır. Yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar bulunmuş ve kısmi pişirme, depolama ve yeniden pişirme işlemleri süresince daha fazla nem kaybı meydana gelmesinin, pişme kaybını da artırdığı belirtilmiştir [30]. Kontrol kek örneği ile kısmi pişirilip ara depolamadan sonra yeniden pişirilen kek örneklerinin renk parlaklığı (L), kırmızı renk tonu (a) ve sarı renk tonu (b) değerleri kullanılarak hesaplanmış toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) 15 dakika kısmi pişirme ve 14 ile 24 gün ara depolama süresine sahip örneklerde en yüksek çıkarken, 20 dakika kısmi pişirmeye ve 7 günlük ara depolama süresine sahip kek örneğinde en düşük çıkmıştır. Bu nedenle, Tablo 2 ve 3'teki veriler dikkate alındığında, kontrol kek örneğine renk benzerliği bakımından genel olarak bütün kısmi pişirme sürelerinde 7 günlük ara depolama süresi ve özellikle 20 dakikalık kısmi pişirme ve 7 günlük ara depolama süresinin en iyi sonucu verdiği söylenebilir.

Tablo 1. Kısmi pişmiş keklerin oda sıcaklığında depolama sonrası ve ikinci pişirmeden sonraki mikrobiyolojik analiz sonuçları

Kısmi Pişirme Süresi (dakika)	Depolama Süresi (gün)	Depolamadan Sonra (log kob/g)			İkinci pişirmeden sonra (log kob/g)		
		TMAB	Koliform Bakteri	Maya-Küf	TMAB	Koliform Bakteri	Maya-Küf
	0 (K)	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
15	7	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	14	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	21	3.93	<2.00	3.91	3.75	<2.00	3.83
20	7	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	14	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	21	3.93	<2.00	3.47	3.60	<2.00	3.38
25	7	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	14	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	21	3.38	<2.00	3.32	3.17	<2.00	3.02

Kob: Koloni oluşturan birim, K: Kontrol grubu

Tablo 2. Kısmi pişirilerek oda sıcaklığında depolandıktan sonra yeniden pişirilen kek örneklerinin (n=2) pişme kaybı, nem, üniformite indeksi ve renk değişimi ( $\Delta E$ ) değerleri<sup>a</sup>

Kısmi Pişirme Süresi (dakika)	Ara Depolama Süresi (gün)	Pişme Kaybı (%)	Üniformite İndeksi	Renk Değişimi ( $\Delta E$ )
	0 (K)	16.74±0.10e	1.0±0.0c	--
15	7	17.54±0.64e	1.0±0.0c	6,65±0.05d
	14	18.72±0.26cd	1.0±0.0c	13,04±0.43a
	21	19.16±0.01bc	1.0±0.0c	13,53±0.77a
20	7	17.87±0.34de	4.5±0.5a	1,67±1.48e
	14	19.76±0.21bc	1.0±0.0c	9,79±0.52bc
	21	20.23±0.18ab	1.0±0.0c	7,41±0.06d
25	7	17.84±0.46de	1.0±0.0c	7,58±0.25d
	14	19.02±0.56cd	1.0±0.0c	8,11±0.13cd
	21	21.02±0.09a	2.5±0.5b	10,50±0.06b

P

\*\*

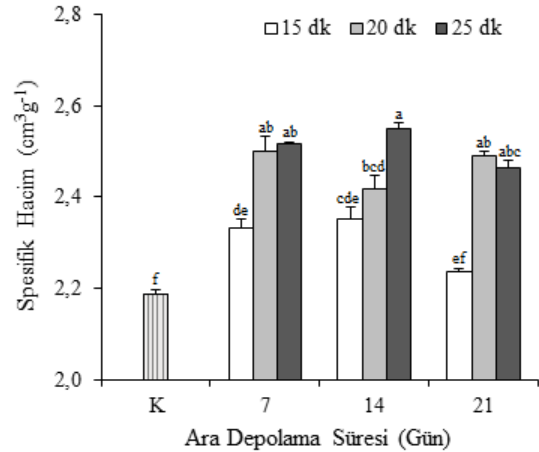
\*\*

\*\*

<sup>a</sup> Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), K: Kontrol grubu

Kısmi pişirildikten sonra oda sıcaklığında depolanmış ve daha sonra yeniden pişirilmiş kek örneklerinin spesifik hacmi kontrol grubu keklerle göre önemli derecede yüksek çıkmıştır. Ayrıca bütün depolama sürelerinde, genel olarak kısmi pişirme süresinin artması spesifik hacim değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur (Şekil 1). Ayrıca Tablo 3'ten de görüldüğü gibi kısmi pişmiş keklerin depolama süresi, spesifik hacim üzerine önemli derecede etkili olmazken, kısmi pişirme süresinin artması artırıcı yönde etkilemiştir. Kek gibi fırın ürünlerinde, fırında pişirme sırasında pişirmenin başlangıcında fırın sıçraması denilen [31] hacim artışı görülür, bu değişim belli bir süreye kadar yavaşlayarak devam eder ve belli bir süreden sonra durur. Kontrol kek örneğinin pişme süresinin 35 dakika olduğu düşünülür ise araştırmada 25 dakikalık pişme süresinden sonra hacim artışının durduğu ve bir miktar büzüşmenin olduğu söylenebilir. Keklerde hacim artışından da izlendiği gibi, nişasta jelatinizasyonu ve eş zamanlı proteinlerde meydana gelen denatürasyon [32] ile belli bir sabit kek yapısı oluştuktan sonra depolama süresi ile bu yapının çok fazla değişmediği görülmektedir. Bu

durum kısmi pişirme yönteminin kek gibi fırın ürünlerine başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir.



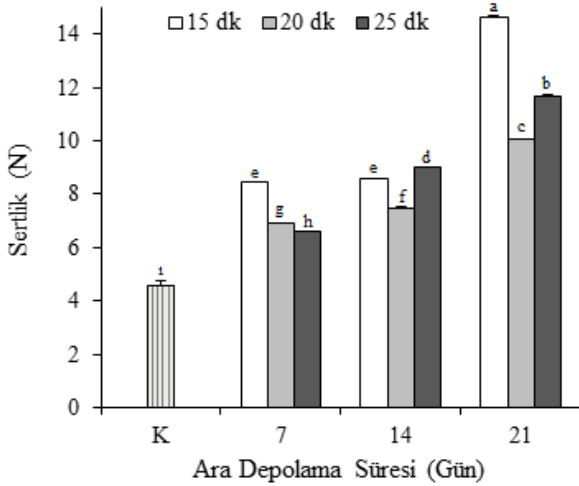
Şekil 1. Kek örneklerinin spesifik hacmi üzerine kısmi pişirme (15, 20 ve 25 dakika) ve ara depolama süresinin etkisi (K: Kontrol grubu)

Tablo 3. Kısmi pişirme ve ara depolama süresinin kek örneklerinin pişme kaybı, spesifik hacim, üniformite indeksi ve renk değişimi ( $\Delta E$ ) değerleri üzerine genel etkisi<sup>a</sup>

	n	Pişme Kaybı (%)	Spesifik Hacim ( $\text{cm}^3\text{g}^{-1}$ )	Üniformite İndeksi	Renk Değişimi ( $\Delta E$ )
<b>Kısmi Pişirme Süresi (dakika)</b>					
15	8	18.04±0.38b	2.28±0.03b	1.00±0.00c	11.07±1.40a
20	8	18.65±0.54a	2.39±0.05a	1.87±0.58a	6.29±1.57c
25	8	18.66±0.61a	2.43±0.05a	1.37±0.26b	8.73±0.57b
P		*	**	**	**
<b>Ara Depolama Süresi (gün)</b>					
0 (K)	6	16.74±0.04d	2.19±0.00b	1.00±0.00c	--
7	6	17.75±0.46c	2.45±0.04a	2.17±0.75a	5.30±1.12b
14	6	19.16±0.37b	2.44±0.04a	1.00±0.00c	10.31±0.93a
21	6	20.12±0.35a	2.39±0.05a	1.50±0.34b	10.48±1.13a
P		**	**	**	**

<sup>a</sup> Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ), K: Kontrol grubu

Genellikle, bütün kısmi pişirme süreleri için, ara depolama süresinin artması, kısmi pişirilip depolandıktan sonra yeniden pişirilen kek örneklerinin sertlik değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur (Şekil 2). Yani, kısmi pişmiş olarak depolanan keklerin depolama süresinin artması kek içi dokusal yapısını olumsuz yönde etkilemiştir. Kek gibi yumuşak tekstüre sahip fırın ürünleri pişirildikten sonra depolama süresi arttıkça iç yapının sertliğindeki artışa paralel olarak tazelik giderek kaybolur ve bu değişiklik bayatlama olarak adlandırılır [33]. Fırın ürünlerinde, nişasta miktar olarak sistemin büyük bir kısmını oluşturduğu için depolama süresince nişastada meydana gelen değişimler ve özellikle nişasta retrogradasyonunun bayatlamadan birinci derecede sorumlu olduğu belirtilmektedir [34, 35, 36]. Keklerde, tüketim kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan, sertlik bakımından kontrol grubu örnekler en yakın değerlere 20 ve 25 dakika kısmi pişirildikten sonra oda sıcaklığında 7 gün depolanmış ve yeniden pişirilmiş kek örnekleri sahip olmuştur.



Şekil 2. Kek örneklerinin sertlik değerleri üzerine kısmi pişirme (15, 20 ve 25 dakika) ve ara depolama süresinin etkisi (K: Kontrol grubu)

Tekstür profil analizi sonucunda elde edilen ve ürünün iç bağlarının gücünün bir göstergesi olan kohesiflik [37]

değeri en yüksek kontrol grubu kek örneklerinde görülürken, en düşük değerler 15 dakika kısmi pişirme, 14 ve 21 gün ara depolama süresine sahip kek örnekleri ile 25 dakika kısmi pişirme ve 7 gün ara depolama süresine sahip keklerde tespit edilmiştir (Tablo 4). Kohesiflik, ikinci sıkıştırma için gereken enerji ile ilgili yumuşak fırın ürünlerinde önemli bir kalite özelliğidir. Bu parametre duyusal ufulanma ve ürünü çiğnemek için gereken yoğunluk ve enerji ile ilgili algılar hakkında bilgi vermektedir [38]. Dolayısıyla iki aşamalı pişirme yöntemi olarak da adlandırılabilen kısmi pişirme yönteminin keklerde kohesiflik değerini düşürücü yönde etkili olduğu söylenebilmektedir.

Elastikiyet, birinci ve ikinci sıkıştırma arasındaki toparlanmanın bir göstergesi olan esnekliğin ölçümüdür ve karıştırma işlemi sırasında keklerde oluşturulan hava kabarcıklarının sayısı ile ilişkilidir [39]. En yüksek elastikiyet değerleri 15 dakika kısmi pişirmede 14 gün, 20 dakika kısmi pişirmede 14 ile 21 gün ve 25 dakika kısmi pişirmede 21 gün ara depolama süresine sahip keklerde görülmüştür (Tablo 4). Düşük elastik yapı keklerde daha hamurumsu bir yapıya neden olduğu için [40] elastikiyet değerlerinin yüksek olması arzu edilir. Genel olarak kısmi pişirme yönteminin keklerde elastikiyet değerleri üzerinde olumlu yönde etkili olduğu söylenebilir.

Bütün kısmi pişirme sürelerinde ara depolama süresinin artması kek örneklerinin çignenebilirlik değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 4). Direkt yöntemle pişirilmiş kontrol grubu kek örneklerinde çignenebilirlik değeri en düşük çıkarken kısmi pişmiş keklerin özellikle daha uzun ara depolama sürelerinde önemli artışlar görülmüştür. Çignenebilirlik katı bir gıdanın yutmaya hazır hale gelmesi için gerekli olan çigneme enerjisinin bir göstergesidir [30]. Sertlik, kohesiflik ve elastikiyet değerlerinden üretilen ikincil bir parametre olan çignenebilirlikteki değişim, yapılan benzer çalışmalarda da [27] olduğu gibi, genellikle hesaplandığı parametrelerdeki değişimlere ve özellikle de sertlikteki değişimlere benzer olmuştur (Tablo 5).

Tablo 4. Kısmi pişirilerek oda sıcaklığında depolandıktan sonra yeniden pişirilen kek örneklerinin (n=2) kohesiflik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri<sup>a</sup>

Kısmi Pişirme Süresi (dk.)	Ara Depolama Süresi (gün)	Kohesiflik (0 - 1) (0 - %100)	Elastikiyet (0 - 1) (0 - %100)	Çiğnenebilirlik
	(0) K	0.648±0.012a	0.808±0.008c	2.401±0.770i
15	7	0.565±0.005c	0.802±0.000c	3.834±0.024e
	14	0.525±0.005d	0.846±0.001a	3.809±0.038e
	21	0.526±0.003d	0.801±0.000c	6.174±0.012a
20	7	0.572±0.002c	0.825±0.000b	3.254±0.003g
	14	0.567±0.007c	0.842±0.000a	3.564±0.020f
	21	0.602±0.002b	0.841±0.000a	5.106±0.031c
25	7	0.534±0.004d	0.807±0.000c	2.848±0.011h
	14	0.593±0.003b	0.827±0.000b	4.423±0.008d
	21	0.609±0.000b	0.842±0.000a	6.003±0.031b
<i>P</i>		**	**	**

<sup>a</sup> Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), K: Kontrol grubu

Tablo 5. Kısmi pişirme ve ara depolama süresinin kek örneklerinin sertlik, kohesiflik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine genel etkisi<sup>a</sup>

	n	Sertlik (N)	Kohesiflik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
Kısmi Pişirme Süresi (dakika)					
15	8	9.062±1.206a	0.566±0.023b	0.814±0.007c	4.055±0.5129a
20	8	7.251±0.790c	0.597±0.014a	0.829±0.005a	3.581±0.370c
25	8	7.972±1.054b	0.596±0.017a	0.821±0.005b	3.919±0.536b
<i>P</i>		**	**	**	**
Ara Depolama Süresi (gün)					
0 (K)	6	4.585±0.065d	0.648±0.006a	0.808±0.003c	2.401±0.034d
7	6	7.314±0.365c	0.557±0.007c	0.812±0.004c	3.312±0.181c
14	6	8.349±0.293b	0.561±0.012c	0.838±0.003a	3.932±0.162b
21	6	12.132±0.844a	0.579±0.016b	0.828±0.008b	5.761±0.209a
<i>P</i>		**	**	**	**

<sup>a</sup> Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), K: Kontrol grubu

## SONUÇ

Bu çalışmada, farklı sürelerde kısmi pişirilen kek örnekleri oda sıcaklığında farklı sürelerde depolandıktan sonra yeniden pişirme işlemi ile son ürün elde edilmiş ve son ürün mikrobiyolojik, fiziksel ve tekstürel analizlere tabi tutularak kısmi pişirme yönteminin kek üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kısmi pişmiş keklerin oda sıcaklığında 14.gün depolamaya kadar mikrobiyolojik açıdan kontrol grubu örneklerle aynı özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin artması spesifik hacim üzerine önemli derecede etkili olmazken, genel olarak kısmi pişirme süresinin artması spesifik hacim değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Ara depolama süresinin artması, kek örneklerinin sertlik değerlerini artırıcı yönde etkili olurken sertlik bakımından kontrol grubu örneklerle en yakın değerlere 20 ve 25 dakika kısmi pişirildikten sonra oda sıcaklığında 7 gün depolanmış ve yeniden pişirilmiş kek örnekleri sahip olmuştur. Genel olarak, kısmi pişirme yönteminin, keklerde elastikiyet değerini olumlu yönde etkilerken, kohesiflik değerini düşürücü ve çiğnenebilirlik değerini artırıcı yönde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bütün bu

veriler neticesinde kısmi pişirme yönteminin, özellikle 20 dakika kısmi pişirme ve 14 güne kadar ara depolama süresinin, kek üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] Jongsutjarittam, N., Charoenrein, S. (2013). Influence of waxy rice flour substitution for wheat flour on characteristics of batter and freeze-thawed cake. *Carbohydrate Polymers*, 97(2), 306-314.
- [2] Conforti, F.D. (2014). Bakery products science and technology. *Cake Manufacture*, Edited by Zhou, W., Hui, Y. H., vol. 32, 563-564p.
- [3] Jaganathan, D.A. (2016). Production of rice flour and peanut paste in yellow cake. *International Journal of Scientific Research*, 5(9), 597-600.
- [4] Işık, F., Urgancı, Ü., Turan, F. (2017). Yaban mersini ilaveli muffin keklerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri. *Akademik Gıda*, 15(2), 130-138.
- [5] Köklü, G., Özer, M.S. (2008). Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek

- nitelikleri üzerindeki etkileri. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 78-86.
- [6] Koçak, Ş. (2018). Bazı emülgatörlerin glutensiz kek üretiminde kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. İğdir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İğdir.
- [7] Karaoğlu, M.M. (1998). Farklı yöntemler uygulanarak elde edilmiş modifiye nişastaların kek kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- [8] Kıranlı, D. (2006). Yüksek şeker içerikli sade bar tipi kek üretiminde asesulfampotasyum, polidekstroz, laktitol ve ksantangam kullanımının ürünün kimi kalite özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir.
- [9] Boz, H. (2018). Buğday veya mısır nişastası kullanılarak üretilen keklerin fiziksel, duyuşsal ve tekstürel özellikleri üzerine çirşlendirmenin etkisi. *Akademik Gıda*, 16(2), 176-182.
- [10] Gelinas, P., Roy, G., Guillet, M. (1999). Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf- life test. *Journal of Food Science*, 64(5), 937-940.
- [11] Seow, C.C., Teo, C.H. (1996). Staling of starch-based products: a comparative study by firmness and pulsed NMR measurements. *Starch- Stärke*, 48(3), 90-93.
- [12] Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E. (2008). The effect of par- baking and frozen storage time on the quality of cupcake. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(10), 1778-1785.
- [13] Jongsutjarittam, N., Charoenrein, S. (2013). Influence of waxy rice flour substitution for wheat flour on characteristics of batter and freeze-thawed cake. *Carbohydrate Polymers*, 97(2), 306-314.
- [14] Botosoa, E.P., Chèné, C., Karoui, R. (2013). Use of front face fluorescence for monitoring lipid oxidation during ageing of cakes. *Food Chemistry*, 141(2), 1130-1139.
- [15] Seyhun, N., Sumnu, G., Sahin, S. (2005). Effects of different starch types on retardation of staling of microwave-baked cakes. *Food and Bioprocess Processing*, 83(1), 1-5.
- [16] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A., Rosell, C.M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167-173.
- [17] Baeva, M., Panchev, I. (2005). Investigation of the retaining effect of a pectin-containing edible film upon the crumb ageing of dietetic sucrose-free sponge cake. *Food Chemistry*, 92(2), 343-348.
- [18] Janjarasskul, T., Tananuwong, K., Kongpensook, V., Tantratian, S., Kokpol, S. (2016). Shelf life extension of sponge cake by active packaging as an alternative to direct addition of chemical preservatives. *LWT-Food Science and Technology*, 72, 166-174.
- [19] Byun, J.I., Koh, B.K. (2017). Textural properties of frozen stored garaetteok supplemented with agar and casein. *International Journal of Food Properties*, 20(3), 2960-2968.
- [20] Gómez, M., Ruiz, E., Oliete, B. (2011). Effect of batter freezing conditions and resting time on cake quality. *LWT-Food Science and Technology*, 44(4), 911-916.
- [21] Samapundo, S., Devlieghere, F., Vroman, A., Eeckhout, M. (2016). Antifungal properties of fermentates and their potential to replace sorbate and propionate in pound cake. *International Journal of Food Microbiology*, 237, 157-163.
- [22] Karaoğlu, M.M., Serçe, İ. (2011). Kısmi pişirme yönteminin fırın ürünlerinde kullanımı. 7. *Gıda Mühendisliği Kongresi*. 24-26 Kasım 2011, Bildiriler Kitabı, Sayfa: 237, Ankara.
- [23] Hesso, N., Loisel, C., Chevallier, S., Le-Bail, A., Queveau, D., Pontoire, B., Le-Bail, P. (2015). Monitoring cake baking by studying different ingredient interactions: From a model system to a real system. *Food Hydrocolloids*, 51, 7-15.
- [24] Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G., Gürses, M. (2005). Microbiological characteristics of part-baked white pan bread during storage. *International Journal of Food Properties*, 8(2), 355-365.
- [25] Rodríguez-García, J., Sahi, S.S., Hernando, I. (2014). Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1), 173-182.
- [26] Lee, C.C., Hosney, R.C., Varriano-Marston, E. (1982). Development of a laboratory-scale single-stage cake mix. *Cereal Chemistry*, 59, 389-392.
- [27] Ateş, G., Elmacı, Y. (2018). Kahve çekirdeği zarının diyet lifi kaynağı olarak kek formülasyonunda kullanılması. *Akademik Gıda*, 16(2), 156-167.
- [28] Anonim. (1967). Standard Methods of the International Association for Cereal Chemists. St Paul, MN: International Association for Cereal Chemistry.
- [29] Karaoğlu, M.M. (2002). Farklı sıcaklık ve sürelerde muhafaza edilen kısmi pişmiş ekmeklerin teknolojik ve mikrobiyolojik özellikleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [30] Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G. (2009). Quality and textural behaviour of par- baked and rebaked cake during prolonged storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(1), 93-99.
- [31] He, H.A.N.D., Hosney, R.C. (1991). Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chemistry*, 68(4), 334-336.
- [32] Mizukoshi, M., Kawada, T., Matsui, N. (1979). Model studies of cake baking. i. continuous observations of starch gelatinization and protein coagulation during baking. *Cereal Chemistry*, 56(4), 305-309.
- [33] Ji, Y., Zhu, K., Qian, H., Zhou, H. (2007). Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chemistry*, 104(1), 53-58.
- [34] Zeleznak, K.J., Hosney, R.C. (1986). The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chemistry*, 63(5), 407-411.
- [35] Gujral, H.S., Haros, M., Rosell, C.M. (2003). Starch hydrolyzing enzymes for retarding the staling of rice bread. *Cereal Chemistry*, 80(6), 750-754.

- [36] Kwaśniewska-Karolak, I., Mostowski, R. (2019). The influence of storage conditions on the staling rate and starch retrogradation in wheat rolls packaged in a modified atmosphere. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 8(5), 1188.
- [37] Szczesniak, A.S. (1963). Classification of textural characteristics a. *Journal of Food Science*, 28(4), 385-389.
- [38] Sanz, T., Salvador, A., Baixauli, R., Fiszman, S.M. (2009). Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response. *European Food Research and Technology*, 229(2), 197-204.
- [39] Rahman, R., Hiregoudar, S., Ramachandra, C.T., Mouneswari, K., Udaykumar, N., Roopa, R.S. (2015). Physico-chemical, textural and sensory properties of muffins fortified with wheat grass powder. *Karnataka Journal Agricultural Science*, 28(1), 79-82.
- [40] Singh, A., Geveke, D.J., Jones, D.R., Tilman, E.D. (2019). Can acceptable quality angel food cakes be made using pasteurized shell eggs? The effects of mixing factors on functional properties of angel food cakes. *Food Science & Nutrition*, 7(3), 987-996.
-