

## KISMİ PİŞİRME METODUNUN EKMEK İÇİ YUMUŞAKLIĞI VE ÇİRİŞLENME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

M. Murat KARAOĞLU\*

H. Gürbüz KOTANCILAR\*

### ÖZET

Değişik sürelerde (10, 15, 20 dakika) kısmi pişirmeye tabi tutulmuş, antimikrobiyal madde (Ca-propionat) katkılı ve katkısız, beyaz tava ekmeği buzdolabı sıcaklığında (4oC) 7, 14 ve 21 gün depolandıktan sonra aynı fırın sıcaklığında (230 oC) yeniden pişirme işlemi ile ekmeklerin toplam pişme süreleri kontrol grubu ekmeklerin pişme sürelerine (25 dakika) tamamlanmıştır. Üretilen ekmeklerde amilograf aleti kullanılarak ekmek içi çirışlenme özellikleri (çirışlenme sıcaklığı, ikinci pik alanı, viskozite değerleri), penetrometre ile ekmek içi yumuşaklığı ve su aktivitesi ölçümleri yapılmıştır. Ca-propionat ilavesi ekmek içi çirışlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanını önemli derecede artırırken, pik viskozitesi, su aktivitesi ve ekmek içi yumuşaklığını düşürücü yönde etkili olmuştur. Kısmi pişirme süresinin artması çirışlenme sıcaklığı ve ekmek içi yumuşaklık değerlerini düşürürken, ikinci pik alanı ve viskozite değerlerinin artmasına neden olmuştur. Kısmi pişmiş ekmeklerin depolama sürelerindeki artış ise ekmek içi yumuşaklığı, ikinci pik alanı ve viskozite değerlerini düşürmüştür. Ekmek içi yumuşaklık değerleri çirışlenme sıcaklığı ile negatif korelasyon sergilerken, pik viskozitesi ile pozitif korelasyon göstermiştir. Ekmek içi yumuşaklığı bakımından 10 dakika kısmi piştikten sonra buzdolabında 7 gün depolanmış ve sonra ikinci kez pişirilmiş ekmekler kontrol grubu ekmeklerden daha kaliteli bulunmuştur.

### SUMMARY

The white pan breads were part-baked for 10, 15, 20 min at 230 oC with and without calcium propionate (%0.2) and stored at refrigerator temperature (4 oC) for 7, 14, 21 days. After storage, baking time of part-baked breads was completed to the baking time of control breads (25 min). Breads were subjected to softness, water activity analysis and pasting properties (pasting temperature, bump area, viscosity) of bread crumb were determined using the Brabender Amylograph. Addition of Ca-propionate decreased peak viscosity, water activity and softness value of crumb of bread rebaked after part-baked, while pasting temperature and area increased. The increase in initial baking time resulted in a decrease in the pasting temperature and softness value and an increase in the bump area and viscosity of the rebaked bread crumb. Bump area, viscosity and softness values of crumb of the rebaked bread after part-baking decreased with longer (intermediate storage) time. Bread crumb softness significantly correlated with pasting temperature and peak viscosity. Rebaking bread for 10 min after storage of 7 days at refrigerator temperature resulted in softer crumb than the control group.

## 1. GİRİŞ

Bayatlama ve sertliğin artması gibi fizikokimyasal değişmeler ile sünme ve küflenme gibi mikrobiyolojik bozulmalar ekmeğin raf ömrünü kısıtlayan faktörlerdir. Ekmeğin insan beslenmesinde ne derece önemli olduğu ve ne kadar fazla tüketildiği göz önünde bulundurulursa, ekmeğin bu sınırlı raf ömrü, tüm dünyada milyarlarca dolarlık bir zarara sebep olmaktadır. Farklı ürün formülasyonları, değişik işlem şartları yada ambalajlama teknikleri ile ekmeğin raf ömrü uzatılmaya çalışılmaktadır (Knightly 1977, Knorr ve Tomlis 1985, Corsetti ve ark. 1998, Baik ve Chinachoti 2000). Mikrobiyolojik bozulma olmaksızın ekmeğin bayatlaması büyük ölçüde nişastanın retrogradasyonu ile ilgilidir. Ancak son veriler nişasta retrogradasyonunun tek faktör olmadığını ortaya koymuştur. Özellikle çözünebilir nişasta ile gluten arasındaki çapraz bağlar, camsı halden elastik hale dönüşüm ve kısmi kurumanın da bayatlamayı etkilediği düşünülmektedir (Ghiasi ve ark. 1984, Persaud ve ark. 1990, Hebeda ve ark. 1991, Martin ve Hosney 1991).

Amilograf analizinin, bayatlamayla önemeli derecede ilişkisi olan ekmeğin içi çirışlenme özelliğinin araştırılmasında kullanılabileceği bildirilmektedir. Yasunaga ve ark.(1968) ekmeğin içi çirışlenme özelliklerinin tespiti için çizilen amilogram kurvesinde viskozitenin depolama süresi veya bayatlama ile azaldığını bildirmiştir. Yine, Xu ve ark. (1992) amilogram kurvesinden elde edilen veriler ile ekmeğin sertliği arasında önemli bir korelasyonun olduğunu tespit etmişlerdir.

Ekmeğin sertliğindeki artış, depolama süresince büyük ölçüde nişasta retrogradasyonuna atfedildiği için, bu konudaki çalışmalar ekmeğin içindeki nişasta modifikasyonları ve nişasta-gluten interaksyonları üzerine odaklanmıştır (Martin ve ark. 1991, Giovanelli ve ark. 1997). Ekmeğin tazeliğinin korunması ve raf ömrünün uzatılmasına yönelik çalışmalar, yağ, süt, enzimatik katkı gibi bayatlamayı önleyici ve Ca-propiyonat gibi mikrobiyolojik bozulmayı geciktirici antimikrobiyal katkı ile iyi sonuçlar alınabileceğini göstermesine rağmen, ekmeğin bu gün hala sınırlı raf ömrüne sahip hızlı bir şekilde bayatlayan bir yapıya sahiptir (Rogers ve ark. 1988, Xu ve ark. 1992, Fik ve Macura 2001).

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

Ekmeğin formülasyona ilave edilen kalsiyum propiyonat, kalsiyum ve propiyonata dönüşmekte, propiyonat ise su ile reaksiyona girerek propiyonik asit oluşturmaktadır. Böylece kalsiyum propiyonat hücre içinde pH'yı düşürerek enzim inhibisyonuna sebep olmakta ve mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki göstermektedir (Lin ve Chen 1995). Etkili bir küf inhibitörü olan kalsiyum propiyonat, aynı zamanda mayaların fermentasyon kabiliyetini düşürdüğü için ekmeğin hacmi üzerine olumsuz etki etmekte ve dolayısıyla hacmin azalmasından kaynaklanan ekmeğin yumuşaklığında düşüşe neden olmaktadır. Ancak, kısmi pişirme metodu ile üretilen ekmeğin kalsiyum propiyonat kullanımı ekmeğin depolanması süresince mikrobiyolojik kalitenin korunması açısından büyük önem arz etmektedir (Karaoğlu ve ark. 2005).

Ekmeğin tazeliğinin korunması ve raf ömrünün uzatılmasında en güncel yaklaşım pişirme metodunun değiştirilmesidir. Kısmi pişirme metodu, bu amaçla geliştirilmiş, ekmeğin pişirme işleminin iki aşamada yapıldığı bir üretim metodunu kapsamaktadır. Kısmi pişirme yöntemi, her öğünde basit bir ikinci pişirme işlemi ile tüketiciye taze ekmeğin tüketme imkanı sunması sebebi ile gelecekte büyük bir market potansiyeline sahip olabilir. Bu çalışmada, kısmi pişirme ile ekmeğin üretiminde, antimikrobiyal katkı, kısmi pişirme süresi ve kısmi piş-

miş ekmeklerin depolama sürelerinin ekmek içi yumuşaklığı ve ekmek içi çirleşme özellikleri üzerine etkisinin araştırılması ve ekmek içi çirleşme özellikleri ile bayatlama arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

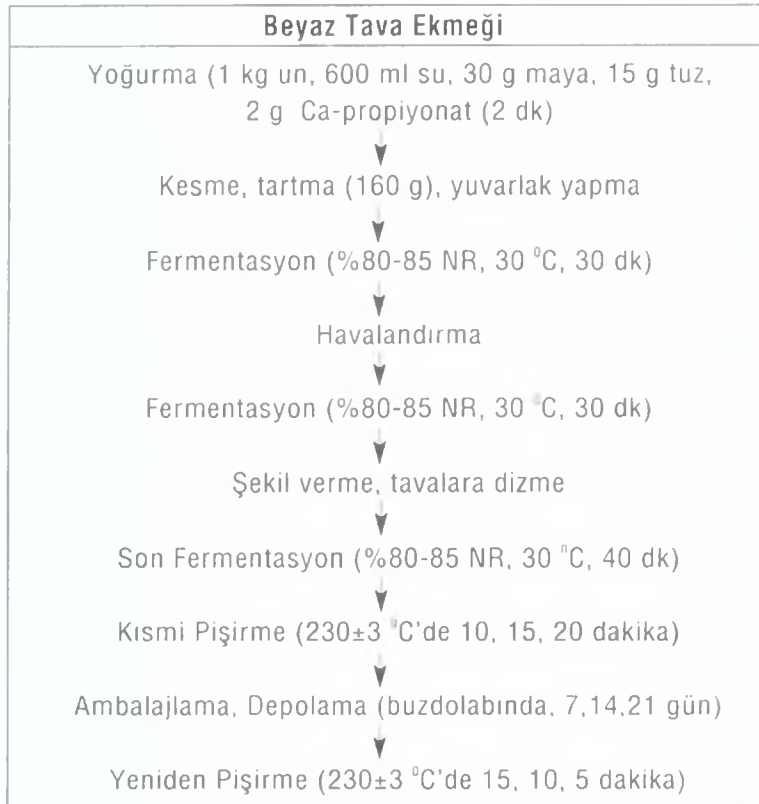
## 2. MATERYAL VE METOT

Kısmi pişmiş ekmek üretiminde, piyasadan temin edilen Tip 550 ekmeklik un (nem: %13.65, protein: %12.75, kül: 0.52, yaş öz: %32.51, Zeleny sed.: 28.50 cm<sup>3</sup>, su absorpsiyon: %60), tuz, yaş maya ve Fluka firması tarafından üretilen kalsiyum propiyonat (21230) kullanılmıştır.

Araştırma, katkılı ve katkısız olmak üzere 2 antimikrobiyal uygulaması; 10, 15 ve 20 dakika olmak üzere 3 farklı kısmi pişme ve buzdolabı sıcaklığında 4 farklı depolama süresi (0, 7, 14, 21) olmak üzere 3x2x3x4x2 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Ekmek pişirme denemeleri, katkısız direkt hamur işlemini esas alan AACC-10/10 (1972) ekmek pişirme metoduna göre Çizelge 1'de ki ekmek üretim şeması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu ekmekler 230 °C sıcaklıkta 25 dakika pişirilmiştir.

Çizelge 1. Ekmek Üretim Şeması



Ekmek içi yumuşaklığı, son pişirmeden 12 saat sonra "PNR 10 Penetrometre" cihazı ile (Kotancılar 1995) ve su aktivitesi elektrohidrometrik metot kullanılarak belirlenmiştir (Münzing 1987). Ekmek içi çirilenme özelliklerinin belirlenmesinde, Amylograph aleti (model 8101, Brabender, Duisburg, Germany) ve Morad ve D'Appolonia (1980) belirttiği metot kullanılmıştır. Elde edilen amilograf kurvesinden ekmek içinin, çirilenme sıcaklığı, ikinci pik alanı ve viskozite (pik, 95 °C'de 15 dakika sonraki ve 30 °C'deki viskozite) değerleri hesaplanmıştır.

Araştırma sonucu elde edilen veriler, SPSS. SPSS for Windows Release 10.0.1 (1999) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli çıkan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

### 3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Antimikrobiyal katkı maddesi ilavesi çirilenme sıcaklığı ile ikinci pik alanını artırırken, ekmek içi viskozite değerleri, su aktivitesi ve yumuşaklık değerlerini önemli derecede ( $P<0.01$ ) düşürmüştür (Çizelge 2). Kısmi pişirme metodu uygulanarak pişirilen kepekli ve çavdar ekmeklerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Karaoğlu, 2006). İkinci pik bölgesi amilogram kurvesi çizdirilirken soğuma aşamasında meydana gelmekte ve soğuma sırasında amiloz-lipit kompleksi oluşumuyla alakalı olduğu ileri sürülmektedir. Yüksek ikinci pik alanının daha yumuşak ekmek içi ile alakalı olduğu bildirilse de (Xu ve ark. 1992, Rojas ve ark. 1999), bu çalışmada ikinci pik alanının artmasına neden olan kalsiyum propiyonat uygulaması ekmek içi yumuşaklığının düşmesine neden olmuştur.

Kısmi pişirme süresinin artması ekmek içinin çirilenme sıcaklığını önemli derecede ( $P<0.01$ ) düşürmüştür. Çirilenme sıcaklığı ekmek içindeki nişastanın şişmesine bağlı olarak viskozitede değişikliğe sebep olan ilk sıcaklıktır. Çirilenme sıcaklığının pişme süresi ve depolama süresinin artmasıyla arttığı bildirilmiştir (Afoakwa ve Sefa-Dedeh, 2002). İkinci pik alanı ve amilografda ekmek içinin viskozite değerleri ise ekmeklerin kısmi pişme sürelerinin artmasıyla önemli derecede ( $P<0.01$ ) artmıştır. Yapılan başka bir çalışmada (Karaoğlu 2006), kısmi pişirmenin uygulandığı kepekli ekmelerde de benzer sonuçlar elde edilmiş, ilk pişirme süresinin artması ikinci pik alanı ve ekmek içi viskozite değerlerinin artmasına neden olmuştur. Ekmek içindeki nişastanın jelatinizasyonu ve diğer çirilenme özellikleri büyük ölçüde ekmek içindeki nem miktarına ve bunu etkileyen pişirme zamanına ve sıcaklığına bağlıdır (Yasunaga ve ark. 1968, Faridi ve ark. 1984).

Ekmeklerde kısmi pişirme süresinin artması su aktivitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerini önemli derecede ( $P<0.01$ ) düşürmüştür. İki aşamalı pişirme işleminin uygulandığı bu çalışmada, ilk pişirme ve depolamadan sonra ekmeklerin toplam pişme süreleri 25 (230 °C'de) dakikaya tamamlanmıştır. Dolayısıyla ilk pişme süresi fazla olan ekmeklerin ikinci pişirme süreleri düşük tutulmuştur. Ekmekte bayatlama olayından, büyük ölçüde depolamaya bağlı olarak ekmek içindeki şişmiş nişasta granüllerinde meydana gelen kristallenme (retrogradasyon)

sorumlu tutulmaktadır (Ercan ve Bildik 1993, Piazza ve Masi 1995). Normalde bayat ekmeğe ısı işlem uygulanarak ekmeğin yumuşaklığının artırılması sağlanabilmektedir. Normal ekmekte olduğu gibi kısmi pişmiş ekmete de depolama süresince bayatlama ile ekmeğin yumuşaklığı azalarak tüketim kalitesi düşmektedir. Ancak ikinci pişirme işlemi ile hem yarı pişmiş bir ürün tam pişirilmiş olunur hem de bayatlamaya sebep olan nişasta kristallerinin tekrar amorf hale dönüştürülmesi için gerekli enerji sağlanmış olur (Downey 1988, Black ve ark. 1993, Karaoğlu 2005). Dolayısıyla son pişirme süresinin uzaması yani daha kısa ilk pişirme süresi daha yumuşak ekmeğin oluşumunu sağlamıştır.

**Çizelge 2.** Kısmi Pişirildikten Sonra Buzdolabı Sıcaklığında Depolanmış ve Yeniden Pişirilmiş Ekmeklerin Ekmeğin İçeri Çirilenme Özellikleri, Su Aktivitesi ve Yumuşaklık Değerleri.

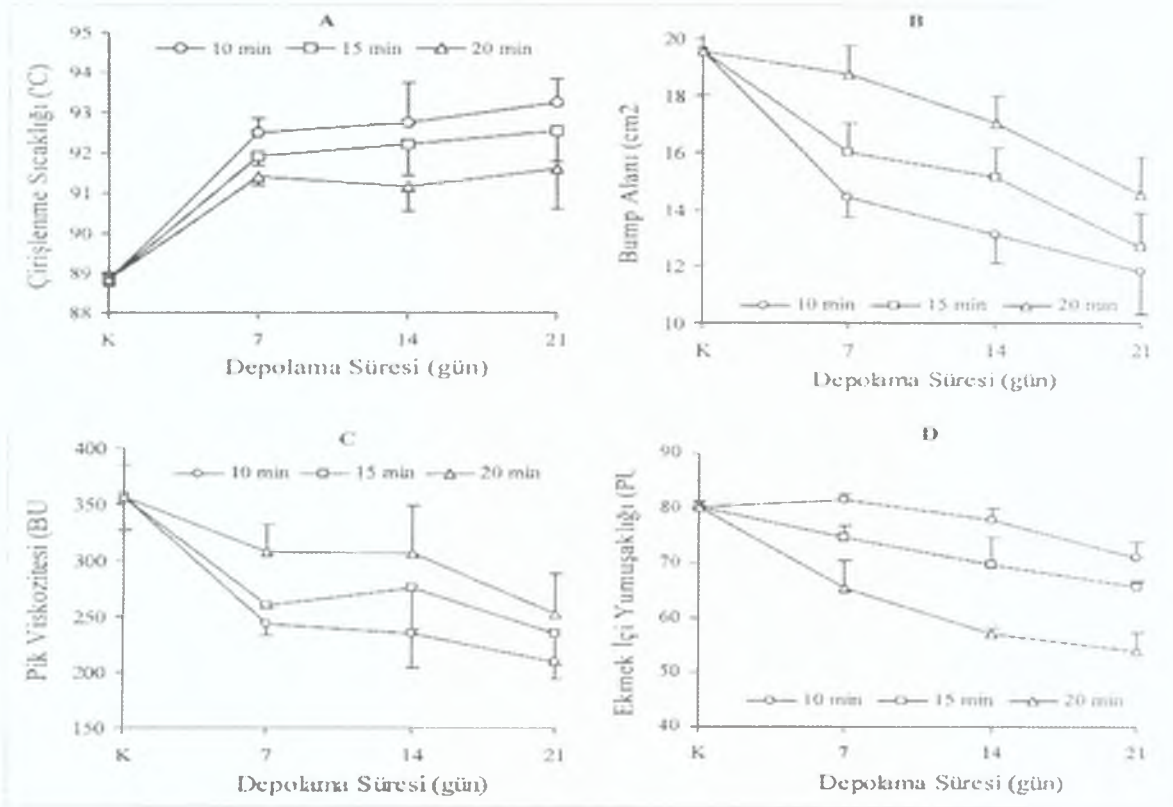
	Çirilenme Sıcaklığı(°C)	İkinci pik alanı (cm <sup>2</sup> )	Viskozite Değerleri (BU)			a <sub>w</sub>	Yumuşaklık (PU)
			Pik	95 °C'de 15 dk. sonra	30 °C'de		
<u>Katkı</u>							
Katksız	90,90b	14,81b	311,8a	375,3a	650,8a	0,917a	73,37a
Ca-Propiyonat	91,76a	17,22a	253,9b	282,3b	533,5b	0,915b	69,65b
P	**	**	**	**	**	**	**
<u>Kısmi Pişirme Süresi (dakika)</u>							
10	91,83a	14,72c	260,7c	295,1b	542,8c	0,917a	77,71a
15	91,38b	15,85b	281,9b	326,0b	586,7b	0,917a	72,57b
20	90,76c	17,46a	306,1a	365,3a	646,8a	0,915b	64,25c
P	**	**	**	**	**	**	**
<u>Depolama Süresi (gün)</u>							
0 (Kontrol)	88,85c	19,55a	356,0a	377,5a	732,5a	0,921b	80,22a
7	91,95b	16,39b	270,7b	309,6b	566,6b	0,903d	74,01b
14	92,05b	15,10c	272,4b	320,6b	563,2b	0,924a	68,17c
21	92,47a	13,01d	232,4c	307,3b	506,3c	0,917c	63,64d
P	**	**	**	**	**	**	**

PU: penetration unit, BU: Brabender unit, \* P<0.05, \*\* P<0.01.



Kısmi pişirilmiş ekmeklerin depolama sürelerinin artması, kontrol grubu (tek aşamada pişirilen) ekmeklere göre ekmek içi çirleşme sıcaklığını önemli derecede ( $P<0.01$ ) artırmıştır. Depolama süresi arttıkça ekmek içinde nişastada meydana gelen kristallenme de arttığı için, nişasta kristallerinin tekrar amorf hale dönüşmesinde daha fazla sıcaklığa ihtiyaç duyulmuştur. İkinci pik alanı, ekmek içi viskozite ve yumuşaklık değerleri ise depolama süresinin artmasıyla önemli derecede ( $P<0.01$ ) azalmıştır. İkinci pik alanının amiloz-lipit kompleksi oluşumuyla arttığı ve yüksek ikinci pik alanının ekmek içi yumuşaklığının artmasıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Xu ve ark. 1992; Rojas ve ark. 1999).

Ekmek içi çirleşme sıcaklığı, ikinci pik alanı, pik viskozitesi ve yumuşaklık değerleri üzerinde  $P<0.01$  seviyesinde etkili olan kısmi pişirme süresi x depolama süresi interaksyonları şekil 2'de gösterilmiştir. Bütün kısmi pişirme sürelerinde, depolama süresinin artması ekmek içi çirleşme sıcaklığını artırıcı yönde etkili olurken (şekil 2.A), ikinci pik alanı, pik viskozitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerini kontrol grubu ekmeklere göre önemli derecede düşürmüştür (şekil 2.B, C, D). 10 dakikalık kısmi pişirme süresi bütün depolama sürelerinde daha yüksek ekmek içi çirleşme sıcaklığı ve ekmek içi yumuşaklık değeri vermiştir. İkinci pik alanı ve pik viskozitesi değerleri ise, bütün depolama sürelerinde, kısmi pişirme süresinin artması ile artmıştır. Ekmek içi yumuşaklığı bakımından 10 dakika piştikten sonra buzdolabında 7 gün depolanmış ve sonra ikinci kez pişirilmiş ekmekler kontrol grubu ekmeklerden daha kaliteli bulunmuştur.



Şekil 2. Ekmek İçi Çirleşme Sıcaklığı (A), İkinci Pik Alanı (B), Pik Viskozitesi (C) ve Yumuşaklık (D) Değerleri Üzerinde Etkili Olan Kısmi Pişirme Süresi X Depolama Süresi İnteraksyonu. (K: Kontrol).

Çizelge 3'de görüldüğü gibi çirşlenme sıcaklığı ile viskozite değerleri ve ekmeğin yumuşaklığı negatif yönde önemli korelasyon göstermiştir. İkinci pik alanı ve viskozite değerleri kendi aralarında pozitif yönde önemli korelasyon sergilemiştir. Ekmeğin yumuşaklık değeri ile pik viskozitesi arasında önemli pozitif korelasyon, yumuşaklık ile ikinci pik alanı, viskozite değerleri ve su aktivitesi arasında ise pozitif yönde fakat önemsiz düzeyde bir doğrusal ilişki bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Ekmeğin Amilogram Parametreleri, Su Aktivitesi ve Yumuşaklık Değerleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları.

	İkinci pik Alanı (cm <sup>2</sup> )	Viskozite (BU)			a <sub>w</sub>	Yumuşaklık (PU)
		Pik	95 °C'de 15 dk. sonra	30 °C'de		
Çirşlenme Sıc. (°C)	-0.634**	-0.903**	-0.682**	0.910**	-0.247	-0.345*
İkinci pik Alanı	-	0.523**	0.191	0.535**	-0.500	0.129
Peak Vis.	-	-	0.747**	0.976**	-0.131	0.312*
95 °C'de 15 dk. Vis.	-	-	-	0.777**	0.259	0.044
30 °C'de Vis.	-	-	-	-	0.136	0.266
Su Aktivitesi	-	-	-	-	-	0.015

\*, \*\*: Sırası ile 0.05 ve 0.01 olasılık düzeylerinde istatistiki olarak önemli.

#### 4. KAYNAKLAR

- AACC. 1972. Approved Methods. Of The American Association of Cereal Chem.
- Afoakwa EO, Sefa-Dedeh S. 2002. Viscoelastic properties and changes in pasting characteristics of trifoliate yam (*Dioscorea dumetorum*) starch after harvest. Food Chemistry, 77: 203-208.
- Baik M, Chinachoti P. 2000. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling. Cereal Chem, 77 (4) 484-488.
- Black R, Quarl G, Reyes KJ, Kuzyk VM, Ruddick L. 1993. Shelf-life extension of pita bread by modified atmosphere packaging (abst.). Food Aust, 45: 387-391.
- Corsetti A, Gobetti M, Balestrieri F, Russi L, Rossi J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. J. Food Sci. 63 (2) 347-351.
- Downey G. 1988. Proximate analysis of a selection of brown breads commercially produced in the republic of Ireland. Irish J. Agric. and Food Research, 12: 13-23.
- Ercan R, Bildik E. 1993. Ekmeğin bayatlaması ve etki yapan faktörler. Un Mamülleri Dünyası, 2 (1) 10-14.
- Faridi HA, Rubenthaler GL. 1984. Effect of baking time and temperature on bread quality, starch gelatinization, and staling of egyptian balady bread. Cereal Chem, 61 (2) 151-154.
- Fik M, Macura R. 2001. Quality changes during frozen storage and thawing of mixed bread. Nahrung, 45 (2) 138-142.

- Ghiasi K, Hosney RC, Zeleznok K, Rogers DE. 1984. Effect of barley starch and reheating on firmness of bread crumb. *Cereal Chem*, 61 (4) 281-285.
- Giovanelli G, Peri C, Borri V. 1997. Effects of baking temperature on crumb-staling kinetics. *Cereal Chem*, 74 (6) 710-714.
- Hebeda RE, Bowles LK, Teague WM. 1991. Use of intermediate stability enzymes for retarding staling in bread goods. *Cereal Foods World*, 36 (8) 619-624.
- Karaoğlu MM. 2005. Nişasta Retrogradasyonu: 2. Retrogradasyonu Etkileyen Faktörler ve Yavaşlatılma Yolları. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 68: 28-34.
- Karaoğlu MM, Kotancılar HG, Gürses M. 2005. Microbiological Characteristics of Part-Baked White Pan Bread during Storage. *Int. J. Food Properties*, 8:355-365.
- Karaoğlu MM. 2006. Effect of baking procedure and storage on the pasting properties and staling of part-baked and rebaked wheat bran bread. *Int. J. Food Sci. Tech.* (baskıda).
- Knightly WH. 1977. The staling of bread. A review. *Baker's Dig.* 51 (5) 52-56.
- Knorr D, Tomlis RI. 1985. Effect of carbon dioxide modified atmosphere on the compressibility of stored baked goods. *J. Food Sci.* 50: 1172-1176.
- Kotancılar HG. 1995. Farklı Ambalajarda Depolanan Katkılı ve Katkısız Unlarda Meydana Gelen Fiziksel, Kimyasal ve Fizikokimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Lin DD, Chen TC. 1995. Relative antifungal efficacies of phosphoric acid and other compounds on fungi isolated from poultry feed. *Animal Feed Sci. and Tech.* 54: 217-226.
- Martin ML, Hosney RC. 1991. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal Chem*, 68 (5) 503-507.
- Martin ML, Zeleznak KJ, Hosney RC. 1991. A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling. *Cereal Chem*, 68 (5) 498-503.
- Morad MM, D'Appolonia BL. 1980. Effect of surfactants and baking procedure on total water-solubles and soluble starch in bread crumb. *Cereal Chem*, 57 (2) 141-144.
- Münzing K. 1987. Wasser ein wichtiger physikalischer Qualitätsfaktor bei Getreide. *Getreide Mehl und Brot*, 41(12) 362.
- Persaud JN, Faubion JM, Ponte JG. 1990. Dynamic rheological properties of bread crumb. I. Effects of storage time, temperature, and position in the loaf. *Cereal Chem*, 67 (1) 92-96.
- Piazza L, Masi P. 1995. Moisture redistribution throughout the bread loaf during staling and its effect on mechanical properties. *Cereal Chem*, 72 (3) 320-325.
- Rogers DE, Zeleznak KJ, Lai CS, Hosney RC. 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chem*, 65 (5) 398-401.
- Rojas JA, Rosell CM, Benedito de Barber C. 1999. Pasting properties of different wheat four-hydrocolloid systems. *Food Hydrocolloids*, 13: 27-33.
- SPSS. 1999. SPSS for Windows Release 10.0.1. SPSS Inc.
- Xu A, Chung OK, Ponte JG. 1992. Bread crumb amylograph studies. I. effects of storage time, shortening, flour lipids, and surfactants. *Cereal Chem*, 69 (5) 495-501.
- Yasunaga T, Bushuk W, Irvine GN. 1968. Gelatinization of starch during bread-baking. *Cereal Chem*, 45: 269-279.