

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HALEF DİZLEK

İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

FARKLI KABARTMA TOZLARININ DEĞİŞİK ORANLARDA
KULLANILMASININ VE KEK HAMURUNUN PIŞIRMA ÖNCESİNDE
BEKLETİLMESİNİN PANDİSPANYA NİTELİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

120002

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2002

120002

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI KABARTMA TOZLARININ DEĞİŞİK ORANLARDA
KULLANILMASININ VE KEK HAMURUNUN PİŞİRME ÖNCESİNDE
BEKLETİLMESİNİN PANDİSPANYA NİTELİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Halef DİZLEK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 21.01.2003 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Çoğunlukla İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....

Prof.Dr. Ali ALTAN

DANIŞMAN

İmza.....

Prof.Dr. Ahmet Can ÜLGER

ÜYE

İmza.....

Yrd.Doç.Dr. Mehmet Sertaç ÖZER

ÜYE

Kod No : 2109

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.



Prof. Dr. Fikri AKDENİZ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından Desteklenmiştir.**

Proje No : FBE.2002.YL.147

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere
tabidir.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZ.....	III
ABSTRACT.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Kek.....	3
2.2. Kek Bileşenleri ve İşlevleri.....	5
2.3. Kabartma Tozlarının Kek Yapımında Kullanımı ve Etkileri.....	11
2.4. Protein ve Yüzey Aktif Maddelerin Etkileri.....	21
3. MATERYAL VE METOD.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Teknolojik Metodlar.....	26
3.2.1. Kabartma Tozlarının Hazırlanması.....	26
3.2.2. Pandispanya Formülü ve Yapım Yöntemi.....	27
3.2.3. Ön Denemeler.....	29
3.2.3.1. Birinci Grup İşlemler : Fırın İçi Sıcaklığı ve Sıcaklık Değişimlerinin İncelenmesi.....	29
3.2.3.2. İkinci Grup İşlemler : Pandispanya Pişirmede Uygulanacak Sıcaklık Derecesi ve Pişirme Süresinin Belirlenmesi.....	31
3.2.3.3. Üçüncü Grup İşlemler : Uygun Hamur Sıcaklığının Belirlenmesi.....	31
3.2.4. Denemeler.....	32

3.2.4.1. Farklı Bileşimlerde Hazırlanan 8 Kabartma Tozunun Değişik Oranlarda Kullanılmasının Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri...	32
3.2.4.2. Yumurtanın Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri.....	32
3.2.4.3. Pişirme Öncesinde Hamurun Beklemesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri.....	33
3.3. Analizler.....	33
3.3.1. Unda Yapılan Analizler.....	33
3.3.2. Hamurda Yapılan Analiz.....	33
3.3.3. Pandispanyada Yapılan Analizler.....	34
3.3.4. İstatistiksel Analizler.....	40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	41
4.1. Denemelerde Kullanılan Unun Özellikleri.....	41
4.2. Ön Denemeler.....	42
4.2.1. Fırın İçi Sıcaklığı ve Sıcaklık Değişimleri.....	42
4.2.2. Pandispanya Pişirmede Uygulanacak Sıcaklık Derecesi ve Pişirme Süresi.....	43
4.2.3. Uygun Hamur Sıcaklığı.....	44
4.3. Farklı Bileşimlerde Hazırlanan Kabartma Tozlarının Değişik Oranlarda Kullanılmasının Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri.....	47
4.4. Yumurtanın Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri.....	57
4.5. Hamurun Fırına Konulmasında Gecikilmesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerindeki Etkileri.....	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	80
EKLER.....	81

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KABARTMA TOZLARININ DEĞİŞİK ORANLARDA KULLANILMASININ VE KEK HAMURUNUN PİŞİRME ÖNCESİNDE BEKLETİLMESİNİN PANDİSPANYA NİTELİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Halef DİZLEK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Ali ALTAN

Yıl : 2002, Sayfa : 85

Jüri : Prof. Dr. Ali ALTAN

Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER

Bu çalışmada; a. Hamur sıcaklığının (19.0 ± 1.0 °C; 26.0 ± 1.0 °C; 33.0 ± 1.0 °C), b. Kullanılan yumurta oranlarının (%0, %11, %22), c. Kullanılan kabartma tozu oranlarının (%0, %0.25, %0.75, %1.25, %1.75, %2.25) ve bileşimlerinin [potasyum bitartarat, monokasium fosfat anhidrat (AMCP) ve sodyum asit pirofosfat (SAPP)'ın ayrı ayrı ve ikili-üçlü kombinasyonlar halinde sodyum bikarbonatla birlikte kullanılmasıyla oluşturulan 8 farklı formül], d. Kek hamurunun fırına konulmadan önce 10 dakika bekletilmesinin pandispanya nitelikleri (hacim, gözenek yapısı, yumuşaklık, nem içeriği) üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir :

- Pandispanya yapımında hamur sıcaklığının 33 °C olması 20-25 °C sıcaklıklarda hazırlanan hamurlara göre daha büyük hacimli ürün üretimini mümkün kılmaktadır.
- Pandispanyada ürün nitelikleri üzerinde en etkili bileşen yumurtadır. Hiç yumurta kullanılmayan keklerin özgül ağırlıkları 0.53 g/cm^3 olup, %11 yumurta kullanıldığında bu değer 0.38 g/cm^3 'e, %22 yumurta kullanıldığında ise 0.22 g/cm^3 'e kadar düşerek daha hafif ve daha büyük hacimli pandispanya üretilmektedir.
- Pandispanya yapımında kabartma tozu kullanılması ürün hacminde %9 ile %25 arasında değişen oranlarda artış sağlamaktadır. Kabartma tozunun optimum dozdan daha fazla kullanılması ürün niteliklerini geriletmektedir.
- Pandispanya hamurunun fırına konulmasında 10 dakika gecikmesi ürün niteliklerinde önemli bir gerilemeye neden olmamaktadır.
- Kabartma tozunun tek asidik tuz kullanılarak hazırlanmasında SAPP ya da AMCP'nin tercih edilmesinin, potasyum bitartaratın ise yukarıda belirtilen asidik tuzlarla kombine edilerek kullanılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Kek, Pandispanya, Kabartma Tozu, Kek Hacmi

ABSTRACT

MSc THESIS

A STUDY ON THE EFFECTS OF DIFFERENT BAKING POWDERS, THEIR USE IN VARYING PROPORTIONS AND RESTING OF BATTER PRIOR TO COOKING ON SPONGE CAKE CHARACTERISTICS

Halef DİZLEK

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Ali ALTAN

Year : 2002, Pages : 85

Jury : Prof. Dr. Ali ALTAN

Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER

Ass. Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER

In this study, the effects of some factors and practises on some quality parameters of sponge cake (volume, grain structure, firmness, moisture content) were investigated. The main factors and practises investigated were : a. Batter temperatures (19.0 ± 1.0 °C; 26.0 ± 1.0 °C; 33.0 ± 1.0 °C), b. Egg using rates (0%, 11%, 22%), c. Baking powder using rates (0%, 0.25%, 0.75%, 1.25%, 1.75%, 2.25%) and baking powder compositions [prepared by using potassium bitartrate, monocalcium phosphate anhydrate (AMCP), and sodium acid pyrophosphate (SAPP) used either seperately or double-triple combinations with sodium bicarbonate of 8 different formula], d. Resting of batter for 10 minutes prior to cooking.

The results of this study could be summarized as follows :

- It was possible to obtain sponge cake with larger volume if batter temperature was around 33 °C, rather than around 20-25 °C.
- Egg was the most effective component on sponge cake quality. The specific gravity of cake containing no egg was 0.53 g/cm^3 ; it was decreased to 0.38 g/cm^3 and 0.22 g/cm^3 when it contained egg in the rate of 11% and 22%, respectively. So more lighter and larger volume sponge cake could be produced.
- Use of baking powder in sponge cake making was resulted in volume increase changed between 9% and 25%. The quality of sponge cake was decreased if baking powder used more than optimum rates.
- Resting of batter for 10 minutes prior to cooking was not significantly decreased the product quality.
- When baking powder was prepared by using one acidic salt, SAPP or AMCP must be preferred, but for potassium bitartrate it must be used together with the other acidic salts which are mentioned above was considered to be suitable.

Key Words : Cake, Sponge Cake, Baking Powder, Cake Volume

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, araştırmanın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında bana yol gösteren ve destekleyen, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali ALTAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın her aşamasında, yardım ve tecrübesini benden esirgemeyen, değerli hocam ve ağabeyim Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Sertaç ÖZER'e,

Denemelerim süresince, bana her zaman vakit ayıran ve bilgilerini benimle paylaşarak yardımcı olan Matematik Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Doğan DÖNMEZ'e,

Çalışmamın değişik aşamalarında yardımlarını cömertçe sunan Dr. Cemal Kaya ile Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Osman KOLA, Hülya GÜL, Serkan SELLİ, Adnan BOZDOĞAN, Sıddık DOĞAN ve Hakan BENLİ'ye,

Çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım, Sayın Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ, Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU, Prof. Dr. Cahide YAĞMUR, Doç. Dr. Mehmet GÜVEN, Doç. Dr. Nuray ŞAHAN, Yrd. Doç. Dr. Mustafa DİDİN, Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ, Yrd. Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ ve değerli büyüklerim Sayın İnş. Müh. Halef EMİR ile Fatma ALTAN'a,

İlgi, sabır ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen rahmetli nenem Hatice DEMİR, babam Halil DİZLEK, annem Fatma DİZLEK, ablam Meral BAYRAM ve kardeşlerim Leman ile K. Halil DİZLEK'e,

Destek ve katkılarından dolayı Sun ve Yeşilkonak Pastaneleri (Adana), Katsan Gıda Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul), Ç.Ü. Döner Sermaye Çalışanları'na,

teşekkürlerimi borç bilirim.

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
Çizelge 2.1. Keklerin Sınıflandırılması.....	4
Çizelge 2.2. Kek Üretiminde Kullanılan Kabartma Tozlarının Bileşiminde Yer Alan Asitlerin Reaksiyon Hızları.....	14
Çizelge 3.1. Kabartma Tozu Formüllerinde Kullanılan Bileşenlerin Adları ve Miktarları (g) ile Asidik Karakterli Maddelerin Nötralizasyondaki Payları (%).....	28
Çizelge 3.2. Pandispanya Yapımında Kullanılan Bileşenlerin Adları, Miktarları (g) ve Bileşimdeki Payları (%).....	29
Çizelge 4.1. Kek Yapımında Kullanılan Unun Bazı Özellikleri.....	41
Çizelge 4.2. Kek Yapımında Kullanılan Unun Farinogram ve Ekstensogram Değerleri.....	41
Çizelge 4.3. Fırın Sıcaklık Göstergesindeki Değerlere Karşılık Gelen Fırın İçi Sıcaklıkları	42
Çizelge 4.4. Fırın Kapağının Açık Bırakılma Süresinin Fırın İçi Sıcaklığı Üzerine Etkisi.....	42
Çizelge 4.5. Farklı Pişirme Sıcaklıklarının Pandispanya Hacmine Etkisi.....	43
Çizelge 4.6. Farklı Sıcaklıktaki Hamurlarla Yapılan Pandispanyaların Hacimle İlgili Verilerine Ait Ortalama Değerler.....	45
Çizelge 4.7. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Hacim, Özgül Hacim ve Toplam Hacim İndekslerine İlişkin Ortalama Değerler.....	48
Çizelge 4.8. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Simetri İndeksi, Gözenek ve Büzülme Değerlerine İlişkin Ortalama Değerler.....	51
Çizelge 4.9. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Kek İçi Yumuşaklığı (Penetrometre Değerleri) ve Nem İçeriklerine İlişkin Ortalama Değerler.....	54
Çizelge 4.10. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Kek Hamurlarının ve Pandispanyaların Ortalama pH Değerleri.....	56

Çizelge 4.11. Farklı Oranlarda Yumurta ve Kabartma Tozu (KT ₁) Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Niteliklerine İlişkin Ortalama Değerler.....	58
Çizelge 4.12. Hazırlanan Pandispanya Hamurunun Fırına Konulmasında 10 Dakika Gecikilmesinin Ürünün Hacim, Özgül Hacim, Toplam Hacim İndeksi ve Simetri İndeksi ile Büzülme ve Gözenek Değerleri Üzerine Etkisi.....	63
Çizelge 4.13. Hazırlanan Pandispanya Hamurunun Fırına Konulmasında 10 Dakika Gecikilmesinin Ürünün Penetrometre Değerleri (Yumuşaklık), Nem İçerikleri ve pH Değerleri Üzerine Etkisi...	65



ŞEKİLLER DİZİNİ	SAYFA
Şekil 3.1. Kek Yapımında Uygulanan İşlem Basamakları.....	30
Şekil 3.2. Kek Ölçüm Şablonu.....	35
Şekil 3.3. Denemelerde Üretilen Pandispanyaların Hacimlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Boyutların Şekilsel Olarak Gösterimi....	37
Şekil 3.4. Denemelerde Üretilen Pandispanyaların Hacimlerinin Belirlenmesinde Hesaplanan Yarıçapa Göre Oluşturulan Çemberin Şekilsel Olarak Gösterimi.....	39



1. GİRİŞ

Gıda ürünlerinin çeşitlendirilmesi ve niteliklerinin, gerek damak zevki gerekse insan sağlığına uygunluk açılarından, geliştirilip iyileştirilmesi çalışmaları, ekonomik ve teknolojik gelişmelere koşut olarak, yoğunluk kazanmaktadır. Bu ürünler içerisinde, unlu mamuller grubu özel ve önemli bir yere sahiptir (Özer, 1998).

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de günlük kalorinin önemli bir kısmı tahıl ve tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır. Özellikle buğdayın ve buğday unundan üretilen ekmeğin günlük yaşamın vazgeçilmez temel gıda maddesi olarak üretimi, artan dünya nüfusuna paralel olarak artış göstermektedir. Ekonomik ve teknolojik bakımdan yeterince gelişmemiş olan toplumlarda günlük yaşamın temel gıda maddesini ekmek oluştururken, ekonomik açıdan gelişmiş olan, refah seviyesi yüksek toplumlarda ekmeğin yerini makarna ve pasta çeşitleri (yaş-kuru pasta, kek, bisküvi, kurabiye) almaktadır (Manley, 1983; Bilgen ve ark., 2002).

Günümüzde, gelişen teknoloji, kentleşme, kadınların iş hayatına katılımı, bireylerin gıda seçimi ve yemek yeme alışkanlıklarını önemli ölçüde etkilemektedir. Ev dışı uğraşları artan aile bireyleri, beslenmeye daha az zaman ayırmakta, yeme gereksinimlerini genellikle “fast food” veya “snack food” gibi yiyecekleri ayaküstü atıştırarak gidermektedir (De Renzo, 1975). Bisküvi, kraker, kek, gofret ve bar bilinen en eski atıştırılabilir gıdalardır. Bu tür gıdalar, sıcak veya soğuk içeceklerin yanında veya tek başına tüketilen, öğün atlamaya neden olabilen, temel bileşenleri genellikle buğday unu, şeker, yağ ve çikolata olduğundan, karbonhidrat ve yağ içerikleri yüksek olan gıdalardır. Raf ömürlerinin uzunluğu ve kolay taşınabilir olmaları nedeniyle hem üretici hem de tüketiciler tarafından giderek daha çok tercih edilen gıdalar arasında yer almaktadırlar (Karaağaoğlu ve ark., 2002).

Unlu mamuller endüstrisinin en önemli alanlarından birini çok çeşitli yöntemlerle üretilen kek ürünleri oluşturmaktadır. Yumuşak buğday ürünlerinden olan kekin üretimi ve tüketimi; gelir dağılımı, nüfus artışı, şehirleşme olgusu, ulaşım imkanlarının gelişmesi ve yeni tekniklerin uygulanması ile artmaktadır. Kek, hemen her ülkede üretilen, kalori değeri yüksek, kullanımı kolay, göz ve damak zevkine

hitap eden çeşitlilikte, farklı formüllerde ve şekillerde üretilen bir gıda ürünüdür (Çelik ve ark., 2001).

Dünyada ve Türkiye'de kek çeşitlerine olan ilgi giderek artmaktadır. Ülkemizde, 1994 yılında yaklaşık 5400 ton/yıl olan endüstriyel boyuttaki kek üretimi, 1997 yılında 14310 ton/yıl, 1999 yılında yaklaşık 16000 ton/yıl, 2000 yılında ise 17864 ton/yıl'a ulaşmış ve 6 yılda %310 oranında büyümüştür (DİE, 2001). 1997 yılında ülkemiz kek pazarında; Ülker, Eti, Saray, Cici, Bifa, Onsa, Altınkek ve Sağra'dan oluşan sekiz yerli üretici firma bulunmakta iken, 1998 yılında Uno'da bu pazara dahil olmuştur (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b).

Kimyasal ve mekanik olarak kabartılabilen kek, formüle giren bileşenlerin işlevlerinin bilinmesi ve miktarlarının ayarlanması son ürün kalitesi açısından önem taşımaktadır (Doğan, 1998).

Kek üretiminde dış görünüş bakımından en önemli ölçüt hacimdir (Clove ve ark., 1984; Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a). Bisküvi, pasta ve kek gibi yumuşak buğday unu ile hazırlanan hamurlarda hacim artışı; hamurun karıştırılması sırasında karışıma kazandırılan hava kabarcıkları ile kabartma tozlarının kimyasal olarak karbondioksit (CO₂) gazı üretmesi ve bu gazların hamurda yeterince tutulması sonucu sağlanır (Bennion ve Bamford, 1997).

Kekin kabarma derecesi (yeterli kabarma, yetersiz kabarma, çökme) üzerinde etkili olan en önemli etmenler; oluşan gaz miktarı ve gaz oluşma hızı ile kek formülü ve pişirme koşulları (pişirme sıcaklığı ve süresi) arasındaki uyumdur.

Bu çalışmada, farklı bileşimlerde hazırlanan kabartma tozlarının değişik oranlarda kullanılmasının pandispanya nitelikleri üzerine etkileri incelenerek pandispanya üretiminde uygun kabartma tozu bileşimi ve oranının belirlenmesi, pandispanyanın temel bileşenlerinden olan yumurtanın ürün nitelikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi ve kabartma tozunun etkileriyle karşılaştırılması, ayrıca kek hamurunun fırına konulmasında kısa süre gecikilmesinin ürün nitelikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kek

Kek çeşitleri unlu mamuller içerisinde önemli yer tutmaktadır. Kraker, gofret ve bisküviden farklı olarak kek, evlerde de kolaylıkla, kısa sürede ve çok farklı çeşitlilikte hazırlanabilen bir gıda maddesidir. Endüstride, üretimi yapılan çok sayıda kek çeşidi ve formülüne rastlamak mümkündür. Çeşitliliğinin çok olması kekin tanımının yapılmasını güçleştirmektedir (Pyler, 1988). Bununla birlikte, çok genel bir ifade ile kek; un, şeker, yağ, yumurta (yumurta akı tozu), kabartma tozu, su ya da bazen süt ve/ya da süt tozu, lezzet verici bileşen(ler), tuz ve tatlandırıcı kullanılarak hazırlanan hamurun pişirilmesiyle elde edilen bir unlu mamul olarak tanımlanabilir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a). Kek hamurları un, şeker, tuz, kimyasal kabartıcılar gibi kuru bileşenlerin; yağ, su, süt ve yumurta gibi sıvı bileşenlerle birlikte karıştırılmasından meydana gelir. Şeker, tuz ve kabartma tozu sıvı bileşenler içinde kolayca çözünür ve meydana gelen çözelti un ile rahatça karıştırılır (Pyler, 1988).

Bir başka tanıma göre kek; orta kuvvette, %8-9 proteinli ince çekilmiş yumuşak buğday ununa şeker, yağ ve yumurta ilavesi ile hazırlanan yumuşak hamurun, usulüne göre pişirilmesi ile elde edilen hazır gıda maddesidir (Ergün ve Ertugay, 1997).

Keklerin sınıflandırılması genel olarak kek formülünde yer alan bileşenlere göre yapılmaktadır (Çizelge 2.1.). Ayrıca hindistan cevizi, zencefil ve tarçın gibi baharatların kullanımıyla yapılan baharatlı kekler, peynir veya krem peynir kullanılarak yapılan peynirli kekler ve kakao ya da çikolata çözeltisi kullanılarak yapılan çikolata kekler de mevcuttur (Pyler, 1988).

Pazardaki kekler de şekillerine göre; dilim, top, baton, kalıp, pasta altı ve bar olmak üzere altı gruba ayrılmıştır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a).

Çizelge 2.1. Keklerin Sınıflandırılması ⁽¹⁾

<i>Sınıflandırma kriterleri</i>	<i>Örnek ürünler</i>	<i>Özellikler</i>
1. Yağ kullanımı ve yağ miktarı		
a) Köpük tipi kekler	Pandispanya (Sponge Cake) ve "Angel Food" kek	Yağ yok
b) Çok kabaran kekler	"Chiffon" kek	Yağ oranı düşük
c) Sulu hamur kekleri	Beyaz, sarı, meyveli, "pound" ve "cup" kekler	Yağ oranı yüksek
2. Yağ tipi		
a) Normal kekler	Normal hidrojene yağ ile yapılan tüm kekler	Normal hidrojene yağ
b) Yüksek absorpsiyonlu kekler	Yüzey aktif madde içeren hidrojene yağ ile yapılan tüm kekler	Yüzey aktif maddeli hidrojene yağ
3. Yumurta kullanımı		
a) Sarı kekler	Pandispanya, Çikolatalı kek ve "Devil's Food" kek	Tüm yumurta
b) Beyaz kekler	"Angel Food" kek	Yumurta akı
4. Un, şeker ve toplam sıvı oranları		
a) Yüksek oranlı kekler (Yüksek şeker içerikli kekler)	(2)	Un 100, Yağ 30-60, Şeker 100, Toplam sıvı 100-110
b) Sıvı oranı yüksek kekler	(2)	Un 100, Yağ 30-60, Şeker 60-100, Toplam sıvı 100-130
c) Şeker ve sıvı oranı yüksek kekler	(2)	Un 100, Yüzey aktif maddeli yağ 30-60, Şeker 120-140, Toplam sıvı 125-150

⁽¹⁾ Mercan ve Boyacıoğlu'ndan alınmıştır (1999a).⁽²⁾ Çizelgede özellikler bölümündeki formül (birim olarak) esas alınarak yapılan tüm kekler.

Pandispanya (sponge cake), endüstride üretimi yaygın olan bir kek çeşididir. Temel bileşeni yumurta olan pandispanyanın hafif ve süngerimsi bir yapıya sahip olması istenir. Yumurtanın taze olması ve kullanılmadan önce oda sıcaklığına getirilmesi sünger yapının oluşması için gereklidir (Turgut, 1998). Pandispanya tipi

keklerde kabarma, yumurtanın kabartıcı proteinleri (özellikle albumin) ve hamurun karıştırılması, özellikle yumurtanın çırpılması, sırasında karışıma kazandırılan hava kabarcıkları ile sağlanır. Bu nedenle pandispanya formülleri diğer kek formüllerine nazaran daha fazla yumurta ancak daha az kabartma tozu içerirler. Öte taraftan diğer kek formüllerinde yumurta akı tozu, kurutulmuş yumurta tozu kullanılabilirken pandispanya formüllerinde daha çok taze yumurta kullanılır. Pandispanya formüllerinde yüksek düzeyde (hamurun %30'u ile %55'i arasında) yumurta kullanılması bu ürünün yalın halde tüketilmesini neredeyse imkansız kılmaktadır. Bu nedenle piyasada üretilen pandispanyalar daha çok "pasta altı kek" olarak kullanılırlar (Pierce ve Walker, 1987; Bennion ve Bamford, 1992; Baeva ve ark., 2000).

Yukarıda yer alan tanımlardan da anlaşılabileceği gibi kek; un ve diğer bileşenlerin çeşitli işlemlere tabi tutulması ile elde edilen mamul bir gıda ürünüdür. Bütün mamul ürünler gibi kekin nitelikleri de bunun yapımında kullanılan hammaddelerin niteliklerine ve uygulanan teknolojik işlemlere bağlı olarak önemli düzeyde değişir. Bu nedenle kek yapımında kullanılan bileşenlerin miktar ve niteliklerinin bilinmesi özel bir öneme sahiptir (Ngo ve Taranto, 1986).

2.2. Kek Bileşenleri ve İşlevleri

Kek üretiminde yaygın olarak kullanılan başlıca bileşenler; un, şeker, yumurta, su, süt, yağ, kabartma tozu, yüzey aktif madde, vanilya ve tuzdur. Kek hamurunda; un ve yumurta yapı düzenleyici, şeker tatlandırıcı ve gevrekleştirici, su ve/ya da süt nemlendirici, kabartma maddesi gaz üretici ve sulu faz içerisinde yağlı maddelerle homojen olarak karışımı sağlayan yüzey aktif madde kullanılmaktadır. Hazırlanan kek hamurunda katılaştırıcı ve gevrekleştirici maddelerin emülsiyonu son üründe istenilen tat, tekstür ve hacmin oluşmasını sağlamaktadır (Lawson, 1995).

Kek bileşenleri; gevrekleştirme/yumuşatma, yapı oluşturma ve düzenleme, nemlendirme, kurutma, tatlandırma, lezzet ve çeşni sağlama gibi işlevlerden birini ya da birkaçını üstlenirler (Sultan, 1976; Lawson, 1995).

Aşağıda, kek üretiminde kullanılan temel bileşenlerin işlevleri ve sahip olmaları gereken başlıca özellikleri kısaca açıklanmıştır.

Un - Hemen hemen tüm fırın ürünlerinde temel yapıyı oluşturan ana bileşen undur. Un, kekta iç yapısının oluşmasında yer alan en önemli bileşendir. Unun en önemli işlevi ortamdaki serbest suyu tutan nişastayı sağlamaktır. Çeşitli kaynaklarda, (Johnson ve Hoseneý, 1980; Gaines ve Donelson, 1982, 1985; Bennion ve Bamford, 1992; Lawson, 1995; Thomasson ve ark., 1995; Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b) kek üretiminde kullanılacak olan unun sahip olması gereken özellikler şu şekilde sıralanmıştır:

- 1) Yumuşak buğday unu olmalıdır.
- 2) Kül (%0.3-0.5) ve zedelenmiş nişasta içeriği düşük olmalıdır.
- 3) Düşük-orta miktarda protein (%7-10) içermelidir.
- 4) Alfa amilaz aktivitesi ve pH değeri (4.5-5.2 arasında) düşük olmalıdır.
- 5) Partikül büyüklüğü (tanecik boyutu) olabildiğine küçük, yeknesak olmalı ve keklerde tatminkar bir doku ile yüksek hacim sağlamalıdır.
- 6) Ekmeklik unlara kıyasla daha az miktarda su kaldırmalı (%48-55), buna karşılık diğer bileşenlerin (şeker, yağ, süt ve yumurta) miktar olarak daha fazlasını taşıyabilme yeteneğine sahip olmalıdır.
- 7) Öğütme işleminden sonra unun asitliğini arttırması ve daha iyi mamul ürün özellikleri vermesi nedenleriyle ağartma, klorlama işleminin uygulanması önerilmektedir. Ancak ülkemizde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği unlarda ağartıcı kullanımına izin vermediğinden ağartılmış, beyazlatılmış un kullanılmamaktadır.
- 8) Unların ısı ile muamele edilmesi ve ya/da olgunlaştırma işlemleri klorlama işlemine alternatif gösterilmektedir. Isı ile muamele ve olgunlaştırma işlemleri undaki nişastanın su bağlama ve jelanitize olma özelliklerini geliştirmektedir.

Şeker - Kek yapımında kullanılan şekerin temel işlevi, pişen ürünlere hoşça giden tatlı bir lezzet vermesi, ürünün kalori değerini arttırması, raf ömrünü uzatması ve gözenek yapısı, tekstürü geliştirmesidir. Şeker, kristal formda katıldığında katılaştırıcı, sıvı şeker veya şurup olarak kullanıldığında nemlendirici olarak etki eder. Bu durumda aynı zamanda un proteinlerini seyrelterek gevrekleştirici olarak da işlev görür. Şekerin kırılgaştırıcı etkisi de bulunmaktadır (Pyler, 1988; Lawson, 1995). Ayrıca kullanılan şekerin miktarı da kekin yapısını ve duyuşal kalitesini etkilemektedir.

Kaliteli bir kek elde etmek için şekerin hamurun içinde tamamen çözündürülmesi gerekmektedir (Pyler, 1988). Şeker, karıştırma sırasında, gluten gelişimini yavaşlatmakta, pişirme sırasında proteinlerin denatürasyon sıcaklığını arttırmakta ve böylece kekin iç yapısını oluşturan gözenek duvarlarının stabil hale geçmesi için gerekli olan süre uzamaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b). Pişirme sırasında, yüksek şekerli keklerde şekerin nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını arttırması nedeniyle nişastanın jelatinizasyonu gecikmektedir. Bu olay; hamurun su aktivitesini (a_w) düşürerek ve nişasta moleküllerinin zincirleri arasında şeker köprüleri oluşturarak gerçekleşmektedir. Jelatinizasyonun gecikmesi ile hamura ilave edilen kabartma tozlarının oluşturduğu CO₂ ve su buharının yardımıyla hava kabarcıkları tamamen genişmekte, böylece daha hacimli ve simetrik kekler elde edilmektedir (Baker ve ark., 1990; Frye ve Setser, 1992; Kim ve Walker, 1992a,b; Lin ve ark., 1994).

Yumurta : Yumurta, kek yapımında kullanılan temel bir bileşen olup, kek hamurunun en pahalı bileşenidir (Lee ve ark., 1993; Maziya-Dixon ve ark., 1994). Yumurta, kek tipine ve içerdiği kendine özgü niteliklere bağlı olarak, kek yapımında birçok işleve sahiptir. Yaklaşık %85 su içeriğiyle taze yumurta akı, içerdiği albumin ile çok defa yapı oluşumuna katılırken, aynı zamanda nemlendirici materyal olarak görev yapar. Diğer taraftan yumurta sarısı %16 protein, %32 lipid ve %49 su içerir. Yumurta sarısı kek yapımında; nemlendirici, yapı oluşturucu ve gevrekleştirici olarak işlev görür (Pyler, 1988; Baysal, 2002).

Yumurta kuru maddesi;

- Yumurta akı kuru maddesi (albumin ve globulin proteinleri), ürünün; hacim, gözenek yapısı ve tekstürünün gelişmesine önemli ölçüde yardımcı olur.
- Yumurta sarısı içerdiği lesitin ile kek niteliklerini geliştirir.
- Keke renk verir, kekin lezzetini artırır ve aromasını geliştirerek ürüne zenginlik ekler. Önemli miktarda protein, yağ ve mineralleri içerdiğinden dolayı kekin besin değerini artırır (Sultan, 1976; Lawson, 1995; Mohammed ve ark., 1995).

Özet olarak, yumurta; kekte protein matriksi oluşumuna katkıda bulunmakta, kabarma üzerinde etkili olarak hacim artışı sağlamakta, keke kırılgan (gevrek) bir

yapı kazandırmakta, besin ögesi, renk ve lezzet ilavesi yapmaktadır (Pyler, 1988; Maziya-Dixon ve ark., 1994).

Yüzey Aktif Madde ve Yağ .- Kek yapımında kullanılan bileşenler, farklı kimyasal özelliğe sahip karakterler (hidrofilik, lipofilik) taşıyabilmektedir. Üstün kalitede bir kek üretimi gerçekleştirebilmek için kek hamurunu oluşturan bu farklı kimyasal özellikteki bileşenleri bir arada ve yeknesak bir şekilde karıştırmak gerekir. Bu nedenle kek üretiminde yüzey aktif maddelerin kullanılması kaliteyi olumlu yönde etkilemektedir. Nitekim yüzey aktif maddeler, sahip oldukları polar ve apolar uçlarla, birbiri içerisinde karışmayan maddelerin (örneğin su ve yağ) birbirleriyle homojen olarak karışmalarını sağlarlar. Yüzey aktif maddelerin en önemli özelliği, suyla reaksiyona giren hidrofilik grup ile yağ ile reaksiyona giren lipofilik grubun aynı molekülde yer almasıdır.

Kekte kullanımına izin verilen yüzey aktif maddeler; 16 Kasım 1997 gün ve 23172 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde (Anon., 1997) verilmiştir. Buna göre; lesitin, yağ asitlerinin mono ve digliseridleri ile bunların esterleri, sorbitan esterleri kek üretiminde genellikle 10g/kg düzeyinde kullanılabilir.

Yağ, kek üretiminde önemli işlevleri olan temel bileşenlerden birisidir. Kek kokusunun oluşmasında rol alan bileşikler taşıyan yağ, bazı kek tiplerinde, hava kabarcıklarının etrafını sararak hava kabarcıklarının hamurda daha stabil hale gelmesini sağlamakta ve böylece kekin yeme kalitesini geliştirmektedir (Bath ve ark., 1992). Bunun yanında yağ; kek hacmini arttırmakta, kabuk ve iç yapısının oluşmasını etkilemekte, kek içini yumuşatmakta, nem kaybını önleyerek üründe tazelik sağlamakta, ürünün raf ömrünü uzatmakta ve lezzetini arttırmaktadır. Kek formülünde düşük miktarda şeker ve sıvı varsa yüzey aktif madde içermeyen yağ kullanılabilirken, eğer formül yüksek oranda şeker ve sıvı içeriyorsa yüzey aktif maddeli yağ kullanılması gerekmektedir (Pyler, 1988).

Kullanılan yağın tipi ve miktarı da kekin kalitesini etkilemektedir. Kek üretiminde bitkisel katı yağla birlikte bazen tereyağı da kullanılmaktadır. Tereyağı, kekin koku ve doku özelliklerini dolayısıyla kekin duyusal kalitesini geliştirmekte, aromasını zenginleştirmekte, fakat hacmini düşürmektedir. Bununla birlikte

tereyağın kek hacmi üzerindeki bu olumsuz etkisi yüzey aktif madde kullanılarak telafi edilebilmektedir (Guy ve Vettel, 1973).

Günümüz gıda endüstrisinde “shorteningler” yaygın bir kullanım alanı bulmuşlardır. Kek yapımında kullanılmak için hazırlanan shorteningler, bileşimlerinde yüzey aktif maddeleri de içermektedirler. Böylece hem yüzey aktif madde hem de yağ içeren ve her iki bileşenin işlevini üstlenen özel kek shorteningleri, kek yapımında ayrıca yüzey aktif madde kullanılmasına gereksinim olmaksızın başarı ile kullanılabilir (Wootton ve ark., 1967; Knightly, 1981).

Shorteningin kek yapımında üstlendiği işlevler; kremleşme işlemi sırasında hava tutması sayesinde yeterince hava tutarak kek hamuru ve pişmiş kekin homojen bir şekilde kabarmasına yardımcı olması, işleme sırasında protein ve nişasta taneciklerinin çevresini sararak kek içini oluşturan gluten ve nişasta yapısının sürekliliğini bozması ve böylelikle kek hamurunun kırılabilirliğini sağlaması, daha fazla miktarda sıvıyı emülsiye ederek kek içinin yumuşaklığını ve nem içeriğini arttırmasıdır (Pyler, 1988).

Su .-Kek hamurları bileşimlerinde önemli düzeyde su içerirler. Kek hamuru içinde, gerek şekerin çözünmesi ve gerekse nişastanın jelleşmesi, tüm bileşenlerin yeknesak bir şekilde dağılması, kekta iyi bir tekstür oluşması için yeterli miktarda su bulunmalıdır. Kabartma tozlarının reaksiyona girmesine ortam hazırlayan su, kek hamurunun yoğunluğunu ve sıcaklığını düzenleyerek kek yapısının oluşmasına ve gelişmesine yardım etmektedir. Kek yapımında su doğrudan kullanılabileceği gibi diğer sıvı bileşenlerin nem içerikleri ile de sağlanabilmektedir. Yaklaşık %74’ü su olan yumurta ve kimi zaman süt su yerine kullanılabilmektedir. (Pyler, 1988; Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b; Anon, 2000).

Formülde kullanılan suyun miktarı diğer bileşenlerin (un, yumurta, süt) içerdiği nem miktarlarına göre belirlenmektedir. Yüzey aktif madde içeren yağların kullanılması ya da formülde yüzey aktif maddelerin de yer alması daha fazla su kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Pyler, 1988; Lawson, 1995).

Süt .-Süt ve ürünlerinin unlu mamullerde kullanılması, ürünün besin değerinin (Pyler, 1988) ve lezzetinin artmasını sağlar. Süt sıvı halde kullanıldığında keke nem verici bileşen görevi yaparak nemin oluşmasına katkıda bulunur. Süt tozu formunda kullanıldığında ise keklerin iç yapısına destek sağlar. Süt, indirgen şeker olan laktoz

içermesi sebebiyle esmerleşme ya da kabuk rengi oluşumuna katkıda bulunur. Unlu mamullerde en çok kullanılan süt ürünleri; yağsız süt tozu ve peynir suyu tozu olup, keklerde genellikle taze süt ve özellikle bileşimindeki şeker ve protein nedeniyle yağsız süt tozu kullanılmaktadır (Ünver, 1987). Yağsız süt tozu kek hamurundaki hava kabarcıklarının büyüklüğünü ve stabilitesini etkilemektedir. Yağsız süt tozu pişme sırasında nem kaybını düşürerek nemi muhafaza etmektedir. Kek yapımında taze süt kullanılmasının yaratabileceği en büyük dezavantaj çabuk ekşime eğilimi kazanarak ürünü tüketilmez hale getirmesidir (Pyler, 1988).

Süt ürünlerinden yayık altı yaklaşık %38 kadar protein içeriği ve lesitin varlığı nedeniyle zengin besin kaynağı olup; sütlü bisküvi, kraker ve kek yapımında kullanılır (Doğan ve Küçüköner, 1998).

Kabartma Tozu :- TS 9053'e (TSE, 1991) göre kabartma tozu; "bazı unlu mamullerin üretiminde teknoloji gereği yardımcı madde olarak kullanılan, ısı ve nem varlığında CO₂ oluşturan, bikarbonatlardan bir veya birkaçı ile asit özelliğindeki kimyevi maddelerden bir veya birkaçı ile yenilebilen nişastanın meydana getirdiği bir ürün" olarak tanımlanmaktadır.

Standarda göre, kabartma tozunun bileşimine giren aktif ham maddelerin başlıcaları; sodyum bikarbonat (NaHCO₃), amonyum bikarbonat [(NH₄)HCO₃], kalsiyum bikarbonat [Ca(HCO₃)₂], tartarik asit (C₄H₆O₆), sitrik asit (C₆H₈O₇), malik asit (C₄H₆O₅), potasyum hidrojen tartarat (C₄H₅O₆K), kalsiyum sitrat [Ca₃(C₆H₅O₇)₂.4H₂O], kalsiyum laktat [Ca(C₃H₅O₃)₂.5H₂O], sodyum hidrojen pirofosfat (Na₂H₂P₂O₇.6H₂O)'tır. Ayrıca, aktif bileşenleri (asit ve alkali) ayrı tutarak ürünü stabilize eden, asit ve alkali bileşenlerin homojen olarak karışmasını sağlayan nişasta, dolgu materyali olarak kabartma tozu formüllerinde kullanılmaktadır. Faydalanılabilir CO₂ miktarı en az %15 (m/m) sınırındadır.

Söz konusu maddeler, hamuru kabartarak hamurun hafif ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlamakta, pişirme ile son ürüne yansıyan hamurun gözenekli yapısı kek içini yumuşatmakta, parlak bir iç rengi, yumuşak bir yapı gibi arzu edilen beğenilirliği arttırıcı nitelikler vererek son ürünlerin yenme kalitesine ve estetik görünüm olarak beğenilirliğine katkıda bulunmakta ve iyi bir hacim sağlamaktadır (Pyler, 1988).

Tuz .- Kek yapımında tuz kullanılmasının esas amacı tat içindir ve tuz kekin tatlılık derecesini azaltır (Anon., 2000). Tuz, kek yapımında diğer bileşenlerle birlikte tadın oluşumunu dengelemekte ve koku özelliğini geliştirmektedir. Diğer bir ifade ile tat ve kokunun oluşumunda sinerjist bir etkisi vardır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b). Ayrıca tuz, kek yüzeyinde oluşan çatlama ve yarılmaları azaltmaktadır.

Lezzet Verici Bileşenler .- Hindistan cevizi, kakao, vanilya, çikolata, çeşitli kuruyemişler, kuru meyveler, meyve ve meyve suları ya da konsantreleri (Ünver, 1987), baharatlar (tarçın, zencefil), fındık, fıstık, ceviz vb. ürünler keklere lezzet verici maddeler olarak ilave edilirler. Bunlardan kakao; kek yapımında, daha cazip kırmızımsı kahverengi bir renk oluşturması ve çekici özel lezzete sahip olduğu için kullanılırken (Lawson, 1995), vanilya, tat ve kokusu nedeniyle keklerde kullanılan lezzet maddeleri arasında özel bir yere sahiptir. Vanilin, vanilyanın en büyük tat bileşeni olup zaman zaman vanilya yerine kullanılmaktadır (Altan, 1997).

2.3. Kabartma Tozlarının Kek Yapımında Kullanımı ve Etkileri

Kek niteliklerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar, özellikle son 20 yıldan beri artarak devam etmektedir (Lee ve ark., 1982; Ngo ve ark., 1985; Vaisey-Genser ve ark., 1987; Rogers ve ark., 1993; Varavinit ve Shobsngob, 2000). Kek hamurunun fiziksel ve kimyasal yapısını düzelterek büyük hacimli, hazmı kolay, cazip görünüme ve homojen gözenek yapısına sahip mamul ürün üretimini sağlaması bakımından kabartma tozlarının kek yapımında kullanılması teknik ve ekonomik açılarından gerekli hale gelmiştir. Bu amaçla, ticari nitelikte paketle satışa sunulan ilk kabartma tozu kombinasyonu 1850'li yıllarda Amerika'da üretilmiş ve o tarihten günümüze kek üretimlerinde yaygın bir kullanım alanı bulmuştur (Heidolph, 1996).

Kimyasal kabartıcılar; kek, bisküvi, kraker gibi ürünlerin karakteristik iç yapılarının oluşması için kullanılır. Sulu ortamda bikarbonatın asitlerle reaksiyona girmesi sonucu oluşan CO₂ gazı kekin kabarmasını sağlamaktadır. Ürün hamur aşamasında iken meydana gelen gaz kabarcıkları, pişme sırasında genişerek, kek içinde gözenekli bir yapı oluşturmaktadır (Anon., 1994; Altuğ ve ark., 2001). CO₂ oluşumunu arttırmak ve kontrol etmek için kabartma tozu formüllerine asidik tuzlar eklenir. Bu amaçla, yaygın olarak kullanılan asidik tuzlar; potasyum bitartarat (krem tartar), monokalsiyum fosfat monohidrat (MCP), sodyum asit pirofosfat (SAPP),

sodyum alüminyum fosfat (SALP), sodyum alüminyum sülfat (SAS), dikalsiyum fosfat dihidrat (DCP) vb.dir (Pyler, 1988; Lajoie ve Thomas, 1991).

Kabartma için 4 gaz kullanılmaktadır. Bunlar; CO₂, su ve/ya etanol buharı, amonyak ve havadır. Bunlardan kekin kabarmasını sağlayan CO₂, asitlerle birlikte karbonat ya da bikarbonatın kimyasal reaksiyonları ile üretilir (Pyler, 1988).

En iyi bilinen CO₂ kaynağı sodyum bikarbonat (sodyum hidrojen karbonat) ya da diğer adıyla pişirme sodası olup bir asitle birlikte kullanılmaktadır. Sodyum bikarbonat yalnız başına kullanıldığında da CO₂ gazı oluşturmaktadır. Ancak bir miktar asitle birlikte kullanıldığında daha çok gaz üretebilmektedir. (Anon., 1994).

Diğer bir yaygın CO₂ kaynağı amonyum bikarbonattır. Amonyum bikarbonat ısıtıldığında aşağıda gösterildiği gibi 3 gaza ayrılır.



Amonyum bikarbonat yalnızca çok düşük nem içeriğine sahip fırın ürünlerinde kullanılır. Eğer ürün, yüzde birkaç düzeyinden daha yüksek oranda suyu bünyesinde tutuyorsa, bu durumda aynı zamanda amonyağda muhafaza eder. Ürün içindeki çok az miktardaki amonyak bile ürünü tüketilmez hale getirir. Sodyum karbonat (Na₂CO₃) da CO₂ kaynağı olarak kullanılabilir, ancak yüksek alkali olması nedeniyle kek için zararlı olabilmektedir (Hoseney, 1986).

Yumuşak buğday unu ürünlerinde kullanılan kabartma tozları; çabuk (hızlı) etkili, orta etkili, yavaş etkili ve çift etkili olarak sınıflandırılmaktadır (Heidolph, 1996). Çabuk etki eden kabartma tozları oluşturdıkları gazın çoğunu hamurda, henüz oda sıcaklığında serbest bırakmaktadırlar. Orta etkili olan kabartma tozları kek üretiminin her aşamasında gaz oluşturma yeteneğindedirler. Yavaş etki eden kabartma tozları ise mevcut CO₂ gazının bir kısmını hamurun karıştırılması sırasında serbest bırakırken çoğunluğunu yüksek fırın sıcaklıklarında gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşturmaktadır (Pyler, 1988). Çift etkili olan kabartma tozları ise genellikle 2 asit içermekte ve bu asitlerden biri oda sıcaklığında reaksiyona başlarken diğeri pişirme sırasında reaksiyon göstermektedir. Fırın ürünlerinde kullanılan kabartma tozlarının çoğunun çift etkili tip olduğu bildirilmektedir (Hoseney, 1986; Pomeranz, 1987; Pyler, 1988; Lawson, 1995).

Kabartma tozları çeşitli kombinasyonlar şeklinde kullanılmaktadır. Kabartma tozu kombinasyonlarının hazırlanmasında, alkali ve asit reaksiyonlu bileşenlerin miktar bakımından dengelenmesine ve kabartma tozu bileşiminde kullanılan asitlerin kalıntı bırakmaksızın sodyum bikarbonatı nötralize edecek düzeyde olmasına dikkat edilmelidir (Pyler, 1988). Pişen mamul üründe, asidik bileşenlerle alkali bileşenlerin (sodyum bikarbonatın) her ikisinin de hiçbir kalıntı bırakmayacak şekilde tamamen nötralizasyonunun sağlanması için, bir kabartma tozunun formülünde alkali-asit tepkimesi yapan bileşenlerin oransal bir dengesi olmalıdır. Formülde ihtiyaç duyulan asit miktarı; asidin nötralizasyon değerine ve sodyum bikarbonat miktarına bağlıdır (LaBaw, 1982; Pyler, 1988).

$$\text{Asidik Tuzun Nötralizasyon Değeri} = \frac{1 \text{ formül g NaHCO}_3}{1 \text{ eşdeğer g asidik tuz}} \times 100 \quad (1)$$

Çizelge 2.2.'de kabartma tozlarının bileşiminde yaygın olarak kullanılan 8 asidin nötralizasyon değerleri ve nisbi reaksiyon hızları verilmiştir.

100 g sodyum bikarbonatı, yaklaşık 224 g potasyum bitartarat (krem tartar) veya 120 g monokalsiyum fosfat anhidrat (AMCP) ya da 132 g sodyum asit pirofosfat (SAPP) nötralize etmektedir. Bu nedenle potasyum bitartaratın nötralizasyon değeri yaklaşık 45 (Hoseney, 1986), AMCP'nin 83, SAPP'ın ise 72'dir (LaBaw, 1982; Pomeranz, 1987, 1988; Anon., 2002).

Günümüzde, sodyum bikarbonat; ucuz ve yüksek saflıkta olması, toksik olmaması, tatsız olup tamamen reaksiyona girdiğinde son ürüne herhangi bir tat vermemesi ve kolay kullanılması nedenleri ile unlu mamuller endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sodyum bikarbonat düşük sıcaklıkta gaz oluşturmaya başlamakta, fakat tamamen reaksiyona girmesi için yüksek sıcaklığa ihtiyaç duymakta ve bu özelliği sayesinde tüm işlem boyunca üründe homojen bir kabarma meydana getirmektedir (Matz, 1992; LaBaw, 1982; Pyler, 1988).

Çizelge 2.2. Kek Üretiminde Kullanılan Kabartma Tozlarının Bileşiminde Yer Alan Asitlerin Reaksiyon Hızları (Conn, 1981; Hosenev, 1986)

Kabartma Tozu Formüllerinde Kullanılan Asidin Adı ve Kimyasal Formülü	Nötralizasyon Değeri	CO ₂ çıkışı (%)			Nisbi reaksiyon hızları
		Karıştırma işleminden 2 dakika sonra	10-15 dakika bekleme sırasında	Pişirme sırasında	
Potasyum Bitartarat (Krem Tartar) [KHC ₄ H ₄ O ₆]	45	70	Az miktarda	30	Hızlı etkili ⁽¹⁾
Monokalsiyum Fosfat Monohidrat (MCP) [CaH ₄ (PO ₄) ₂ . H ₂ O]	80	60	0	40	Hızlı etkili ⁽¹⁾
Monokalsiyum Fosfat Anhidrat (AMCP) [CaH ₄ (PO ₄) ₂]	83	15	35	50	Orta etkili ⁽²⁾
Sodyum Asit Pirofosfat (SAPP) [Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇]	72	28	8	64	Yavaş etkili ⁽³⁾
Sodyum Alüminyum Fosfat (SALP) [NaH ₁₄ Al ₃ (PO ₄) ₈ .4H ₂ O]	100	22	9	69	Yavaş etkili ⁽³⁾
Sodyum Alüminyum Sülfat (SAS) [Al ₂ (SO ₄) ₃ .Na ₂ SO ₄]	100	0	0	100	Yavaş etkili ⁽³⁾
Dikalsiyum Fosfat Dihidrat (DCP) [CaHPO ₄ .2H ₂ O]	33	0	0	100	Yavaş etkili ⁽³⁾
Glukono-Delta-Lakton (GDL) [C ₆ H ₁₀ O ₆]	45	25	40	35	Değişken ⁽⁴⁾

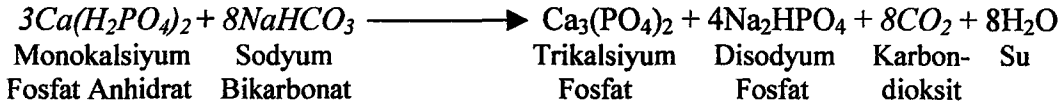
⁽¹⁾ Oda sıcaklığında aktif.⁽²⁾ Sodyum bikarbonat ile reaksiyonu sonucunda oluşan CO₂ gazını kek üretiminin her aşamasında (karıştırma, bekleme ve pişirme) salılabile yeteneğinde olan asit.⁽³⁾ Reaksiyon için fırın sıcaklığına ihtiyaç duyan.⁽⁴⁾ Reaksiyon hızı; sıcaklığa ve diğer faktörlere göre önemli ölçüde değişir.

Potasyum bitartaratın; (krem tartar, potasyum asit tartarat ya da potasyum hidrojen tartarat) kabartma tozu formüllerinde 1835 yılında kullanılmaya başlandığı bildirilmektedir (Pomeranz, 1987). Sodyum bikarbonat yalnız başına, ekşi sütle veya potasyum bitartaratla birlikte 19. yüzyılda evlerde yaygın bir kullanım alanı bulmuştur (Çelik ve Kotancılar, 1995). Potasyum bitartarat, kek hamuru henüz karıştırma aşamasında iken oda sıcaklığında kolayca reaksiyona girmekte ve kek hamuru karıştırıldıktan 2 dakika sonra bikarbonatla oluşturabileceği gazın yaklaşık %70'ini ortama vermektedir. Bu bakımdan çift etkili kabartma tozlarında “hızlı etkili bileşen” olarak kullanılmaktadır. Geri kalan %30'luk gaz çıkışını ise pişirme sırasında ortama salan potasyum bitartarat, bir kabartma sisteminin tek asit bileşeni olarak kullanıldığında reaksiyon hızlı gerçekleşmektedir.

Kimyasal formülü $KHC_4H_4O_6$ ve nötralizasyon değeri 45 olan potasyum bitartaratın pahalı olması nedeniyle ticari kabartma tozlarının bileşiminde az kullanıldığı bildirilmektedir (Conn, 1981; Pomeranz, 1987). Aşağıdaki kimyasal tepkimelerde potasyum bitartaratın sodyum bikarbonatla reaksiyona girerek CO_2 gazını oluşturma mekanizması gösterilmiştir (Bennion ve Bamford, 1992).



Monokalsiyum fosfat anhidrat (AMCP), ilk kez 1939 yılında kullanılmaya başlanmıştır. AMCP, potasyum ve alüminyum fosfat ile birlikte kullanıldığında, ortamdan nem çekmemekte ve kek hamurunun karıştırılması sırasında su içerisinde hızlıca çözünmeyerek kararlı bir yapı sergilemektedir. AMCP, sodyum bikarbonat ile reaksiyona girerek oluşturabileceği CO_2 gazının yaklaşık %15'ini karıştırma işlemi sona erdikten 2 dakika sonra, %35'ini karıştırılan kek hamurunun 10-15 dakika bekletilmesi sırasında ve geri kalan %50'lik gazını ise fırında salmaktadır (Pyler, 1988). Aşağıdaki kimyasal denkleme göre CO_2 gazı oluşmaktadır (Pyler, 1988; Potter ve Hotchkiss, 1996).



Sodyum asit pirofosfat (SAPP), ilk olarak bir asır önce (1902) kullanılmaya başlanmıştır. Reaksiyona girmek için yüksek sıcaklığa (fırın ısısına) gereksinim duyan SAPP çift etkili kabartma tozlarının bileşiminde “yavaş etkili bileşen” olarak kullanılmaktadır. Nötralizasyon değeri 72 olan SAPP; kek hamuruna, karıştırma işlemi sona erdikten 2 dakika sonra bikarbonatla birlikte oluşturabileceği gazın yaklaşık %28’ini, 10-15 dakikalık bekletme sırasında yaklaşık %8’ini, ürün pişme aşamasında iken geri kalan %64’lük gazını salmaktadır (Reiman, 1977). Kimyasal formülü $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ olan SAPP’ın ürün tüketildikten sonra ağız ve dişlerde yabancı bir tat bıraktığı bildirilmektedir (Hoseney, 1986; Pyler, 1988). SAPP’ın sodyum bikarbonatla reaksiyona girerek CO_2 gazı oluşturma mekanizması aşağıda verilmiştir (Bennion ve Bamford, 1992).



Farklı araştırmacılar, çeşitli kek denemelerinde kek hamur ağırlığının %0.4’ü ile %2.2’si arasında değişen oranlarda kabartma tozları kullanmışlardır (Kissell, 1959; Raeker ve Johnson, 1995a,b; Myhara ve Kruger, 1998; Abellana ve ark. 1999; Doğan ve Walker, 1999; Arozarena ve ark., 2001). Pandispanya formüllerinde kullanılan kabartma tozu miktarı, diğer kek formüllerinden farklı olarak, formülde yer alan yumurta miktarına göre ayarlanmaktadır. Yumurta, pandispanya bileşenleri arasında oransal olarak önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle, kullanılan formül; düşük miktarda yumurta içeriyorsa daha fazla kabartma tozu kullanılmalı ya da fazla miktarda yumurta içeriyorsa daha az kabartma tozu kullanılmalıdır. Schulzki ve ark. (1995), iki farklı pandispanya formülü üzerinde yaptıkları bir denemede ilk formülde hamurun yaklaşık %1.5’i oranında kabartma tozu, %30’u oranında yumurta kullanırken, ikinci formülde kabartma tozu hiç kullanmamış fakat hamurun yaklaşık %45’i oranında yumurta kullanmışlardır.

Bazı temel bileşenlerin keklerin yapısı üzerindeki etkisinin incelendiği bir araştırmada (Howard, 1972), asit olarak AMCP ve SAPP, alkali bileşen olarak NaHCO_3 kullanılmıştır. Araştırmacı, kek yapısının oluşmasında, kullandığı kabartma tozunun rolünü belirlemede güçlük çekmesine karşılık, kek üretiminde kullanılan kabartma tozlarının en önemli unsurunun “dengeli bir formül”e sahip olması gerektiğini belirtmiştir.

Pandispanya ve çikolatalı kek üzerine yapılan bir çalışmada (Ash ve Colmey, 1973), kek pH’sındaki farklılıkların (pandispanyalar için 6.2 ile 7.5; çikolatalı kek için 7.5 ile 8.5 arasında) son ürünlerin tadı üzerinde belirgin bir fark yaratmadığı ancak pH değerinin 6’nın altına indiği durumlarda kek hacminin küçüldüğü ve kek tadının bozulduğu yine kek pH’sının çok yüksek olduğu durumlarda ise kekin sabunsu bir aromaya sahip olduğu bildirilmiştir.

Jackel (1983); yetersiz miktarda kabartıcı kullanılması durumunda kekin sert bir tekstür kazanacağını; fazla kabartıcı kullanılmasında ise hamurun elle işlenemeyecek kadar yumuşak bir yapıya sahip olacağını belirtmiş ve her iki durumda son ürün kalitesine olumsuz etkide bulunacağını bildirmiştir.

Ünver (1987); küçük gaz kabarcıklarının oluşması ve kekin iç yapısının düzgün olması bakımından mümkün olduğu kadar ince kabartma tozlarının tercih edildiğini, eğer kabartıcı iri öğütülmüş ise hamurun belirli bir yerinde üretilen CO_2 miktarının fazla olacağını ve hamurda kabarma sonucu gaz kabarcıkları içindeki fazla basınçtan dolayı gözenek duvarlarının aşırı bir şekilde inceleyeceğini ve kekin çökebileceğini belirtmiştir. Yine belirli bir düzeye kadar kabartıcıların arttırılmasının kek hacmini arttırırken, fazlasının kekin çökmesine neden olduğunu bildirmiştir.

Kimyasal kabartıcıların yalnız başına ve ekmek mayası ile birlikte değişik oranlarda kullanılması suretiyle yapılan ekmek denemelerinde araştırmacılar (Holmes ve Hoseneý, 1987), kimyasal kabartıcıların kullanılmasıyla ekmek hacminin artmasını beklerken tam tersi bir durumla karşılaşmış ve formüle giren asit miktarının artmasına koşut olarak ekmek hacminin azalmasını 2 nedene bağlamışlardır. 1) Formülde yer alan tuz miktarının çok olması ($\%1.5 - 2.0 \text{ NaCl} + \text{MCP, SALP, SAS, KAS} = \text{potasyum alüminyum sülfat} + \text{NaHCO}_3$), 2) Asitlerin sahip olduğu bazı iyonlar. Öne sürdükleri her iki hipotezi de deneme-yanılma

yöntemi ile doğrulayan araştırmacılar; kimyasal kabartıcıların formülde yer alması durumunda NaCl'nin hamurda hiç bulunmaması gerektiğini (%0 NaCl), ayrıca asitlerde bulunan özellikle fosfat ve potasyum iyonlarının ekmek hacmini gerilettiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, yaptıkları denemelerde en iyi kabartıcının tanık ekmeğe göre hacim bakımından ortalama %2.5 az olmasına karşılık uygun düzeyde kullanıldığı taktirde yavaş kabartıcı kombinasyonu (SAS + NaHCO₃) olduğunu ve ekmek hacminin, tekstürünün, iç (gözenek) yapısının hamur pH'sından etkilendiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ayrıca, hızlı kabartıcılar ile hazırlanan hamurların yavaş kabartıcılarla hazırlananlara göre son ürün hacmini gerilettiğini, bu nedenle hızlı etkili kabartma tozu bileşiminde yer alan asitlerin yalnız başlarına pek kullanım alanı bulmadığını bildirmişlerdir.

2 farklı kek formülünde, 2 glisin türevinin (*N*-karboksigliisin disodyum tuzu ve *N*-karboksigliisin sodyumun glisin tuzu) klasik CO₂ kaynağı olan sodyum bikarbonata alternatif olabilme olanaklarının araştırıldığı bir denemede (Delcour ve ark., 1991), kabartma tozu yerine *N*-karboksigliisin disodyum tuzu, *N*-karboksigliisin sodyumun glisin tuzu ve sodyum bikarbonat CO₂ kaynağı olarak formüllerde yalnız başlarına ve sitrik asit (hızlı etkili kabartıcı bileşeni), AMCP (orta etkili kabartıcı bileşeni) ve sodyum alüminyum fosfat (SALP, yavaş etkili kabartıcı bileşeni) ile birlikte kombinasyon halinde kullanılmıştır. Glisin türevleri; kek kabuk rengi hariç diğer özellikler bakımından (hamurun özgül ağırlığı, pH'sı, kek hacmi) her iki kek formülünde de sodyum bikarbonat ile benzer sonuçlar vermiştir. Kek kabuk renkleri her iki formülde de açıktan koyuya doğru şu şekilde sıralanmıştır: sodyum bikarbonat, *N*-karboksigliisin disodyum tuzu, *N*-karboksigliisin sodyumun glisin tuzu. Glisinin sodyum bikarbonata ilave edilmesiyle yapılan kekler yine daha koyu kabuk rengine sahip olmuştur. Bu durum; glisinin maillard reaksiyonuna girmesine bağlanmıştır. Araştırmacılar, her üç CO₂ kaynağında da, keklerin hacimlerinin asitlerin çözünme hızına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada, asitlerin kullanılmadığı formüllerde, sodyum bikarbonat ile hazırlanan keklerin diğer iki glisin türevi ile hazırlanan keklere göre daha yüksek hacimde olduğu görülmüş ve bileşiminde asit bulunan formüllerde ise araştırmada üretimi yapılan tüm kek denemelerinde (her iki kek formülünde ve sodyum bikarbonat ile her iki glisin türevinde) en yüksek hacimli kekleri sırasıyla SALP ve AMCP'li formüllerin verdiği görülmüştür. Çalışma, *N*-karboksigliisin disodyumun ve bunun glisin tuzunun bikarbonatın alternatifi olarak

kullanılabileceğini ancak bikarbonata karşı bir üstünlüğünün bulunmadığını ve bazı durumlarda kabuk renginde sorun oluşturabileceğini, aynı zamanda yavaş etkili kabartıcı formül ($\text{SALP} + \text{NaHCO}_3$) ile daha yüksek hacimli kek üretiminin mümkün olabileceğini göstermiştir.

Hızlı etkili tartarat (potasyum tartarat), yavaş etkili SAS-SALP (sodyum alüminyum sülfat-fosfat) kabartma tozlarının kullanıldığı ve hiç kabartıcının kullanılmadığı 3 ayrı kabartma formülüyle hazırlanan keklerin 2 farklı fırında pişirilerek pişirme sırasında ve sonrasında su kaybı, iç yapı gelişiminin incelendiği bir çalışmada (Lambert ve ark., 1992), farklı etki mekanizmasına sahip kabartma tozu formüllerinin pişme kaybı üzerinde bir etkisinin olmadığı ancak SALP formülü ile hazırlanan keklerin tartarat ile hazırlanan formüllere göre daha hacimli olduğu görülmüştür. Çalışmada, beklenildiği üzere bileşiminde kabartıcı formül bulunmayan keklerin hacimleri kabartıcı kullanılan formüllere göre daha düşük çıkmıştır. Ayrıca, araştırmacılar gözenek yapısı ve kek şeklinin kabartıcı kullanılan formüllerde kullanılmayanlara göre daha tekdüze olduğunu ve kabartıcı kullanılmayan keklerin daha az sayıda gözeneğe sahip olduğunu bildirmişlerdir.

5 farklı fırın tipi kullanılarak; pişirme süresi, pişirme sıcaklığı ve asit miktarının kek kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir denemede (Walker ve Walker, 1996), kek yapımında, 3 ayrı miktarda [(3g, 4g, 5g)/470g kek hamuru] asit (SAPP) ve bunların eşdeğeri kadar NaHCO_3 kullanılmıştır. Daha yüksek hacimde kek elde etmek için en önemli iki etmenin pişirme süresi ve kabartma tozunun bileşimi olduğunu belirten araştırmacılar; kek içi renginin, sodyum bikarbonat ve asit miktarının uygun oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanan dengeli kabartma tozu formülü ile kabarmadan etkilenmediğini buna karşılık kek kabuk renginin ise kabartıcı konsantrasyonundan etkilendiğini ve daha yüksek kabartıcı konsantrasyonu kullanıldığında kek kabuk renginin daha koyu olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sonucunda elde edilen kek hacimleri, 4 fırın çeşidinde, pişirme sıcaklığı ile kullanılan asit miktarı arasında ters orantı olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre en yüksek kek hacmi; asit miktarının en fazla (5g), pişirme sıcaklığının en düşük olduğu derecede ya da asit miktarının en az (3g), pişirme sıcaklığının ise en yüksek olduğu denemelerde elde edilmiştir.

Çelik ve Kotancılar (1997), 11 farklı kabartma tozu (sodyum bikarbonat, monokalsiyum fosfat, potasyum alüminyum sülfat, sodyum asit pirofosfat, tartarik

asit, trikalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, kalsiyum laktat ve nişastanın değişik kombinasyonlarıyla hazırlanan) ile ürettikleri keklerde yapılan duyusal değerlendirmeler sonucunda en çok beğenilen keklerin “yavaş etkili” kabartma tozu bileşenleriyle hazırlanan kombinasyonlar olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada; NaHCO_3 , SAPP ve nişasta içeren bileşim ile nişastanın kısmî olarak yerini alan kalsiyum laktat kullanılan formül (NaHCO_3 , SAPP, nişasta ve kalsiyum laktat) kek kalitesi ve duyusal özellikler açısından panelistler tarafından en çok beğenilen kabartma tozu kombinasyonları olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, keklerin hacim indeksi değerleri ile hacimleri arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Pandispanyaların 2 aşamada (önce elektrikli fırın sonra mikrodalga fırın) pişirilme olanağının araştırıldığı bir çalışmada (Grau ve ark., 1999), un tipi, fırın çeşidi ve farklı pişirme süreleri test edilmiştir. Çalışmada hamur ağırlığının %1.5’i oranında kabartma tozu kullanan araştırmacılar, şeker ve yumurta içeriğince zengin olan ürünlerde 2 aşamalı pişirme işleminin başarı ile uygulanabildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, pandispanyaların şekil, hacim, renk ve ağırlıklarının depolama sırasında (7 gün) belirgin bir değişime uğramadığını fakat tekstürle ilgili olan niteliklerinin (sertlik, yumuşaklık, elastikiyet) gerilediğini belirtmişlerdir.

Tüm denemelerde alkali bileşen olarak sodyum bikarbonatın kullanıldığı ve 4 farklı asidin (MCP, SAPP, SALP ve SAS) yalnız başlarına ve fumarik asitle 2’şerli-3’erli olarak kombine edilerek yapılan tortilla (düz, dairesel, 1-5 mm kalınlığında, 100-700 mm çapında açık renkli ekmek = bir çeşit yufka-tandır ekmeği) denemelerinde, hamur sıcaklığı, asit tipi ve düzeyinin son ürün kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir (Cepeda ve ark., 2000). Araştırma sonunda; tortilla hamuru ve tortilla özellikleri üzerinde formüllerde kullanılan kabartıcı tiplerinin kabartıcı miktarlarına göre daha etkili olduğu ve tek etkili kabartma tozu kombinasyonlarında en iyi ürün özelliklerini SAPP’lı formüllerin verdiği bulunmuştur. Hızlı kabartıcı formüllerden MCP’nin yalnız başına ve bir diğer hızlı kabartıcı bileşen olan fumarik asitle birlikte kullanıldığı denemelerde kabul edilebilir nitelikte tortilla üretilmemiştir. Denemelerde kullanılan farklı asitler; tortillaların pH değeri, şeffaflığı ve özgül hacmi üzerinde önemli düzeyde etkili olmasına karşılık farklı

hamur sıcaklıklarının (34, 38 °C) söz konusu özellikler üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Araştırmacılar, son ürünün kalitesi üzerinde 2 asidin kombine edildiği formüllerle 3 asidin kombine edildiği formüller arasında bir fark oluşmadığını bununla birlikte çift etkili kabartma tozu (en az 2 asit) kombinasyonlarının tek etkililere (1 asit) göre son ürün kalitesine daha olumlu katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, MCP ile oluşturulan hızlı kabartıcıların yavaş kabartıcı formüllerine göre kek ya da ekmek hamurunu daha kıvamlı, katı hale getirdiğini belirten araştırmacılar, hızlı kabartıcıların yalnız başlarına nadiren kullanıldığını, bunların daha çok yavaş kabartıcılarla kombine edilerek ticari nitelikteki çift etkili kabartma tozu formüllerinde yer aldığını bildirmişlerdir.

2.4. Protein ve Yüzey Aktif Maddelerin Etkileri

Yumurta zengin bir protein kaynağıdır. Yumurta akı kuru maddesinin yaklaşık %80'ini, yumurta sarısı kuru maddesinin ise yaklaşık %30'unu proteinler oluşturur. Yumurta akı proteinlerinin yaklaşık %67'sini albumin, %11'ini ovomukoid ve %8'ini ise globulinler oluşturur (Pyler, 1988; Baysal, 2002). Albumin, kekin kabarması üzerinde önemli işleve sahiptir. Yumurta proteinlerinin en önemli özelliği, çalkandıkları veya çırpıldıkları zaman küçük hava kabarcıklarının oluşturduğu köpük yapısına dönüşmeleri ve hafiflemeleridir. Bu sırada oluşan yumurta köpüğü ısıtıldığı zaman kabarcıklar içindeki hava genişler ve köpük hacmi artar. Köpük, yumurta akı koagülasyonunun bir sonucu olarak yarı katı bir yapıya sahip olur ve böylece artan hacim muhafaza edilir (Mohammed ve ark., 1995; Özdemir, 1995).

Yumurta sarısı kuru maddesi yaklaşık %1 oranında bir fosfolipid olan lesitin (yüzey aktif madde) içerir. Lesitin, keke yumuşaklık kazandırarak kekin raf ömrünü uzatır. Ayrıca lesitin, yumurta sarısının önemli bir kısmını oluşturan lipidlerin köpük üzerindeki olumsuz etkisini engelleyerek kek hamurunun köpük yapısının, havalanmasının, kabarmasının gelişmesine ve stabilitesine yardım ederek pandispanya hacminin artmasını sağlar (Sultan, 1976; Mohammed ve ark., 1995).

Yumurta, **pandispanya** ve “Angel Food” tipi keklerde hamurun kabarması ve ürünün hafifliği üzerinde etkin bir işleve sahiptir. Bu tip keklerde, yumurta; hamur

bileşenlerinin bir araya gelmesini kolaylaştırmakta, hamurda hava kabarcıklarının oluşumunu ve bu kabarcıklarının bir araya gelerek tutunmasını sağlamakta, ayrıca, hamura stabil bir yapı kazandırarak kek üretiminin her aşamasında (bileşenlerin karıştırılması, hamurun bekletilmesi, pişirme ve pişirme sonrası) hamurdan ve kekten gaz kaçışına engel olmakta ve böylece hamura hafiflik kazandırmaktadır (Pyler, 1988; Lawson, 1995). Pandispanya tipi kek hamurlarında yumurtaların çırpılmasıyla oluşan köpük yapısının maksimum düzeyde havalanmasını sağlamak için yumurtanın uzun süre çırpılmasından kaçınmak gerekir. Aksi takdirde oluşan köpük yapısı bozulmakta ve köpük kırılarak çökmektedir (Sultan, 1976; Lawson, 1995).

Kek üretiminde yağ ile kombine edilerek (yüzey aktif madde içeren shortening kullanılması) ya da katkı maddesi olarak kullanılan ve başlıca kullanım amacı kek kalitesini geliştirmek olan yüzey aktif maddeler; kek hamurunun özgül ağırlığının düşmesine yardım etmekte, viskozitesini azaltmakta, hamuru homojen ve parlak bir görünüme sahip kılmakta, kekin özgül hacmini ve yeme kalitesini arttırmakta, kek içinin yapısal özelliklerini geliştirmekte, bayatlamayı geciktirmekte (raf ömrünü uzatmakta) ve kek hamuru içerisindeki havanın stabil halde kalmasını sağlamaktadır (Birnbaum, 1978; Ebeler ve Walker, 1984; Baker ve ark., 1990).

Yüzey aktif maddelerde aynı molekülde yer alan hidrofilik ve lipofilik gruplar, su/yağ ve su/hava karışımlarının iç yüzey gerilimini düşürerek (bir araya gelme eğilimlerini arttırarak), hamur içerisinde oluşan aynı büyüklükteki hava kabarcıklarının stabil bir halde kalmasını ve bunların homojen dağılmasını sağlarlar. Böylece gıdaların homojen yapıya kavuşmalarını ve uzayan raf ömürlerine bağlı olarak meydana gelebilecek fiziksel kusurlarını önleyen, viskozite, doku ve duyuşal niteliklerini olumlu etkileyen yüzey aktif maddeler günümüz kek endüstrisinde çok yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinden birisidir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b; Mercan ve ark., 2000).

Yüzey aktif maddelerin kek hamurundaki hava kabarcıklarını stabilize etme üzerindeki etkisinin incelendiği bir araştırmada (Wootton ve ark., 1967), kek yapımında, %42.5 NaHCO₃, %37.5 MCP ve %20.0 SAPP bileşimine sahip çift etkili kabartma tozu kullanılmış ve yüksek hacimli kek üretimi yapılmıştır. Çalışma, köpük oluşturma yeteneğine sahip olan proteinlerin bu özelliğinin hamur formülünde yer

alan yağ tarafından olumsuz etkilenecek inhibe edildiğini fakat kek formülünde yer alan yüzey aktif maddelerin yağların köpük üzerindeki bu olumsuz etkisini telafi ettiğini ve bu nedenle yüzey aktif maddelerin kek hacminde bir azalmaya neden olmaksızın formülde daha fazla gevrekleştirici bileşen (şeker ve yağ) kullanılmasına olanak sağladığını ortaya koymuştur.

Pandispanya tipi keklerin kalitesinin yumurta ve şekerin çırpılma koşullarına (sıcaklık ve süre) bağlı olduğunu belirten Vastano (1978), pandispanya yapımında en sık karşılaşılan sorunun yumurta ve şekerin yetersiz çırpılması olduğunu, özellikle köpük oluşturma eğilimine sahip olan yumurtanın yeterince çırpılması durumunda pandispanya hamurunun daha fazla hava tuttuğunu ve sonuçta pandispanya hacminin arttığını bildirmiştir.

Keklerin daha çok içerdikleri yağ miktarına göre bir sınıflandırmaya tabi tutulduklarını belirten Birnbaum (1978), “pound” keklerin bazı formüllerinin bileşimde yer alan un miktarı kadar yağ içerdiğini diğer taraftan pandispanya kekinin bileşiminde hiç yağ içermediğini belirtmiş, kek formüllerindeki yağ miktarının taban tabana farklılık göstermesine (una göre %100 yağ = pound kek, %0 yağ = pandispanya) karşılık yüzey aktif maddelerin pandispanya dahil tüm keklerde başarı ile kullanıldığını ve özellikle kek içi yapısı ile son ürünün hacmine büyük ölçüde katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, yüzey aktif maddelerin; kek formülü içerisinde bulunan yağın hamur içerisinde homojen olarak dağılmasını sağladığını, unda yer alan protein ve nişasta taneciklerini birbiriyle etkileşime girdirdiğini, oluşan köpük yapısını tuttuğunu ya da köpük miktarının artmasını sağladığını ve bu amaçla kullanılan doymuş monogliseridlerin köpükleri stabilize ettiğini belirtmiştir.

Knightly'nin (1981) bildirdiğine göre, Hartnett ve Thalheimer (1979a, 1979b), Baker ve Mize (1942)'nin bildirimleriyle de uyumlu olarak kek üretiminde kullanılan yağ miktarının azaltılması ve uygun tip, düzeyde yüzey aktif madde kullanılması durumunda yağdan kaynaklanan kaba tekstür ile yetersiz hacmin elimine edildiğini, kek formülünde yer alan yağ miktarının sıvı yağ ve yüzey aktif madde karışımı ile hazırlanan plastik nitelikte shortening kullanıldığında %50-60 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ürettikleri keklerde en iyi sonucu; kompozisyonunun önemli kısmını mono ve digliseridlerin oluşturduğu ve polisorbitat 60 ile sodyum stearol-2-laktilattan oluşan yüzey aktif madde karışımının

verdiğini saptamışlardır. Ayrıca, Hartnett ve Thalheimer (1979b), sarı kek yapımında tip 2180 propilen glikol monostearat (PGMS) yüzey aktif maddesini shortening içerisinde kütlelerin %8, 10, 12 ve 14'ü düzeylerinde kullandıklarında shortening bileşimine giren PGMS miktarının artışına koşut olarak kek hamurunun özgül ağırlığının azaldığını (1.03 cc/g'dan sırası ile 0.91, 0.82, 0.78 ve 0.74 cc/g'a), kek hacminin arttığını (141 cc'den sırası ile 214, 269, 254 ve 271 cc'ye) ve kek içi gözenek yapısının iyileştiğini bildirmişlerdir.

Pandispanya ve "Angel Food" tipi keklerin diğer kek formüllerinden farklı olarak bileşimlerinde yağ içermediğini belirten Birnbaum (1978)'a ilave olarak bazı araştırmacılar (Raeker ve Johnson, 1995b; Çelik ve ark., 1998), reçetesinde yüksek miktarda yumurta bulunan keklerde aynı zamanda yağ bulunması durumunda yumurta köpüğünün özelliğinin bozulduğunu ve kabarık, hacimli bir son ürün üretiminin mümkün olamayacağını bildirmekte ve bileşimde yer alan yağın aynı zamanda temel niteliği hafif olan pandispanya kekine ağır bir yapı kazandırdığına dikkat çekmektedirler.

Yumurta proteinlerinin çalkanmış şekerleme içerisinde dağılmış olan hava kabarcıklarını stabilize ederek, hava kabarcıklarının birleşip büyümelerini önlediğini ve kabarcıkların küçük kalmasını sağladığını belirten Altan (1997), yumurta albumininin maksimum hacim için gerekli olan süreden daha fazla çırpılması (çalkanması) durumunda bir hacim azalmasına, kabarıklığın inmesine neden olduğunu belirtmiş ve köpük oluşturabilmek için ortamda yeterli konsantrasyonda yüzey aktif madde bulunması gerektiğini bildirmiştir.

Un, yumurta, şeker ve tuzdan oluşan basit tip pandispanya ve "pound" keklerde kimyasal kabartıcı kullanımına gereksinim olmadığını, bu tip kek hamurlarının karıştırılması sırasında bileşime giren hava kabarcıkları ile pişirme sırasında oluşan buhar basıncının kabarmada etkili olduğunun belirtildiği bir bildiride (Anon., 2000), kek hamuruna daha fazla hava girmesi için bu tip hamurların daha uzun süre çırpılması ve karıştırma işlemi sırasında hamur sıcaklığının kontrol altında tutulması gerektiği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Un : Araştırmada un materyali olarak Adana piyasasından temin edilen “Ova” marka Tip 550 buğday unu (Anon., 1999) kullanılmıştır.

Şeker : Araştırmada Adana piyasasından temin edilen pudra şekeri (TS 861; TSE, 1998) kullanılmıştır.

Yumurta : Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinden haftalık olarak temin edilmiştir.

Su : Çukurova Üniversitesi kampüsü su şebekesinden temin edilen içme suyu kullanılmıştır.

Yüzey Aktif Madde : Araştırmada, günümüzde halen pandispanya üreticileri tarafından yaygın olarak kullanılan “Yağ asitlerinin mono ve digliseridleri (E471) ile Yağ asitlerinin poligliserol esterleri (E475)”nden oluşan, Katsan firması (İstanbul) tarafından üretilen jel yapıda “Ovalette” marka yüzey aktif madde karışımı kullanılmıştır. Karışımın nem içeriği %70, pH değeri ise 8.7’dir.

Vanilya : Denemelerde 5’er gramlık paketler halinde satışa sunulan “Kardeş” marka vanilya kullanılmıştır.

Tuz : 750’şer gramlık ambalajlar halinde satışa sunulan “Salina” marka rafine kristal tuz (TS 933; TSE, 1986) kullanılmıştır.

Kabartma Tozu Bileşenleri : Denemede kullanılacak kabartma tozlarının hazırlanmasında; sodyum bikarbonat, potasyum bitartarat (krem tartar), monokalsiyum fosfat anhidrat (AMCP), sodyum asit pirofosfat (SAPP) ve mısır nişastası kullanılmıştır.

Mersin Soda Sanayinden temin edilen gıda saflığında sodyum bikarbonat (TS 3050; TSE, 1992b) kullanılmıştır. Kullanılan sodyum bikarbonatın pH’sı 8.2 ve saflığı %99 olup, başlıca safsızlık %0.77 düzeyindeki sodyum karbonattır (TS 1281 ve TS 1282; TSE, 1974a,b).

Çalışmada Yılmaz Kimya Sanayinden (İstanbul) temin edilen “Mühlencemie” marka krem tartar, AMCP ve SAPP kullanılmıştır.

Araştırmada, “Sadıkoğlu” firmasınca üretilen, üretici firma tarafından TS 2970 (TSE, 1992a) nişasta standardı ve Gıda Maddeleri Tüzüğüne uygun olduğu bildirilen mısır nişastası kullanılmıştır. Kabartma tozlarının hazırlanmasında aktif bileşen olmayan fakat aktif bileşenleri (asit ve alkali) ayrı tutarak ürünü stabilize eden ve asitle alkalinin bir araya gelerek olası erken reaksiyonunu önleyen, dolgu maddesi niteliğinde kullanılan nişasta, yüksek oranda nem içerdiği için (yaklaşık %13), kullanılmadan önce nem içeriği yaklaşık %2 düzeyine düşene değin 105 °C’de kurutulmuştur (Thomasson ve ark., 1995).

Araştırmada, hamur hazırlama işlemi için laboratuarda bulunan 2 kg hamur kapasiteli ve 65 d/d’dan 280 d/d’ya kadar değişen 10 farklı karıştırma hızına sahip “Kitchen Aid” marka “KSM45” model elektrikli karıştırıcı kullanılmıştır. Pişirme işleminde paslanmaz çelikten mamul, 38 mm derinliğinde, 203 mm iç çapında daire şeklinde tavalardan yararlanılmış ve 4 pişirme bölmeli, alt ve üst iç yüzeylerinde ısıtıcı rezistansları bulunan Arçelik marka “MF6” model elektrikli fırın kullanılmıştır.

Yapılan ön denemelerde; fırının üst kısmında bulunan ısı rezistansı açıkta olduğundan pandispanya (kek) yüzeylerinde belirgin çatlama ve yarılmalar, emaye ile kaplanmış olmasına rağmen fırının taban kısmında bulunan ısı rezistansının ise üçüncü bölmede pişirilen keklerin alt kısımlarında yer yer siyah yanıklar oluşturduğu görülmüştür. Bu durumun önüne geçebilmek için, çalışma süresince fırının birinci pişirme bölmesinin üzerine ve dördüncü bölmesine orjinal fırın tepsisi boyutlarında ve 2 mm kalınlığında iki sac levha konulmuş ve deneme pandispanyaları üçüncü bölmede pişirilmiştir.

3.2. Teknolojik Metodlar

3.2.1. Kabartma Tozlarının Hazırlanması

Asit karakterli tuzlar olan; potasyum bitartarat, monokalsiyum fosfat anhidrat ve sodyum asit pirofosfatın her birinin tek başına ya da 2’li ve 3’lü kombinasyonlar halinde 30 g sodyum bikarbonatı nötralize edecek miktarlarda kullanılması ile asit-alkali (sodyum bikarbonat) karışımları oluşturulmuş ve takiben karışım kütle

ağırlığının mısır nişastası ile 100 g'a tamamlanması suretiyle, Çizelge 3.1.'de gösterilen, farklı bileşimlerde 8 ayrı kabartma tozu hazırlanmıştır. Kabartma tozları hazırlanırken alkali ve asit karakterli maddelerin sahip oldukları nem miktarları dikkate alınmış ve tartımlar kuru madde ağırlığı esasına göre yapılmıştır (Blaedel ve Meloche, 1957; Stauffer, 1990).

Hazırlanan kabartma tozları cam kavanozlara doldurulmuş ve kavanozlar hermetikli olarak kapatılmıştır.

3.2.2. *Pandispanya Formülü ve Yapım Yöntemi*

Pandispanya hamuru, Çizelge 3.2.'de verilen bileşenlerin çizelgede belirtilen miktarlarda kullanılması suretiyle hazırlanmıştır. Formülde değişken olarak; *a)* kabartma tozu oran (miktar) ve bileşimi (kabartma tozu etkisinin incelendiği denemeler), *b)* yumurta miktarı (yumurtanın etkisinin incelendiği denemeler) kullanılmıştır. Tüm teknolojik işlemler 3'er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Pandispanya yapma denemeleri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Denemelerde köpük tipi kek (**Pandispanya** = "Sponge Cake" ve "Angel Food" kek) üretiminde yaygın olarak kullanılan "Çırpma Metodu" (Sultan, 1976) esas alınmıştır. İşlem akış şeması Şekil 3.1.'de verilmiştir. Şeker dışındaki kuru bileşenler (un, kabartma tozu, vanilya ve tuz) kek hamuruna ilave edilmeden önce birbiri içerisinde iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiş ve daha sonra hamura eklenmiştir. Tüm bileşenlerin katılması sırasında ve sonrasında kitlenin karıştırılması işlemi sürdürülmüştür. Bileşenlerin kitleye katılma süreleri ile uygulanan karıştırma işlemlerinin hız ve süreleri Şekil 3.1.'de ayrı ayrı belirtilmiştir. Hamur hazırlanması işlemi 5 dakika içerisinde tamamlanmıştır.

Çizelge 3.1. Kabartma Tozu Formüllerinde Kullanılan Bileşenlerin Adları ve Miktarları (g) ile Asidik Karakterli Maddelerin Nötralizasyondaki Payları (%)

Formül Kodu	Bileşenler					Kabartma Tozunun Etki Mekanizması
	Sodyum Bikarbonat	Potasyum Bitartarat	Monokalsiyum Fosfat Anhidrat	Sodyum Asit Pirofosfat	Mısır Nişastası	
Kabartma Tozu 1 (KT ₁)	30.0	-	-	-	70.0	Tek etkili (Çok Yavaş) ⁽¹⁾
Kabartma Tozu 2 (KT ₂)	30.0	66.7 (%100) ⁽²⁾	-	-	3.3	Tek etkili (Hızlı)
Kabartma Tozu 3 (KT ₃)	30.0	-	36.1 (%100)	-	33.9	Tek etkili (Orta)
Kabartma Tozu 4 (KT ₄)	30.0	-	-	41.7 (%100)	28.3	Tek etkili (Yavaş)
Kabartma Tozu 5 (KT ₅)	30.0	33.3 (%50)	18.1 (%50)	-	18.6	Çift etkili (Hızlı - Orta)
Kabartma Tozu 6 (KT ₆)	30.0	33.3 (%50)	-	20.8 (%50)	15.9	Çift etkili (Hızlı - Yavaş)
Kabartma Tozu 7 (KT ₇)	30.0	-	18.1 (%50)	20.8 (%50)	31.1	Çift etkili (Orta - Yavaş)
Kabartma Tozu 8 (KT ₈)	30.0	22.2 (%33.3)	12.0 (%33.3)	13.9 (%33.3)	21.9	Çok etkili (Hızlı - Orta - Yavaş)

⁽¹⁾ Sodyum bikarbonat, amfolit özelliği sayesinde (kendisi kendine asit-baz çifti gibi reaksiyona girerek) çok yavaş bir şekilde gaz oluşturmaya yeteneğindedir.

⁽²⁾ Parantez içerisindeki değerler, sodyum bikarbonatı nötralize etmek için kullanılan asitlerin (potasyum bitartarat, monokalsiyum fosfat anhidrat ve sodyum asit pirofosfat) nötralizasyon işlemindeki paylarını ifade etmektedir.

Çizelge 3.2. Pandispanya Yapımında Kullanılan Bileşenlerin Adları, Miktarları (g) ve Bileşimdeki Payları (%)

Bileşenin Adı	Miktarı (g)	Bileşimdeki payı (%)
Un	200.0	36.0
Şeker	144.0	26.0
Yumurta	120.0	22.0
Su	60.0	11.0
Yüzey Aktif Madde	19.3	3.5
Kabartma Tozu ⁽¹⁾	(1.4-12.6)	(0.25-2.25)
Vanilya	1.5	0.2
Tuz	0.8	0.1
Toplam	547.0-558.2	99-101

⁽¹⁾ Kek hamur ağırlığına göre %0.25, %0.75, %1.25, %1.75 ve %2.25 oranlarında kullanılmıştır.

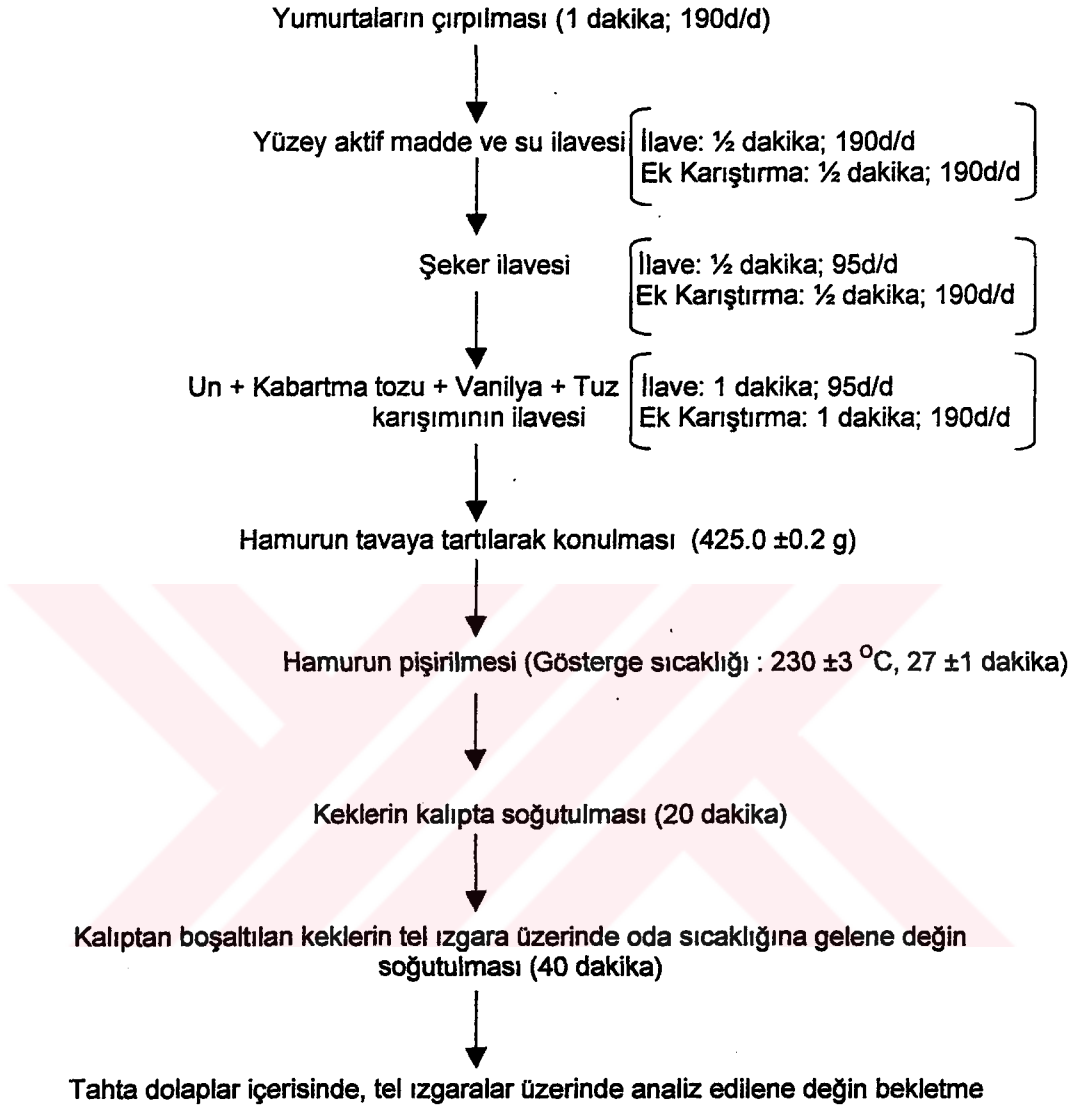
3.2.3. Ön Denemeler

Bunlar, denemeler sırasında uygulanacak bazı temel işlemler için uygun değer ve uygulamaların seçilmesi amacıyla gerçekleştirilmişlerdir. Üç gruptan oluşmaktadırlar: a) Fırın içi sıcaklığı ve sıcaklık değişimlerinin incelenmesi, b) Denemelerde uygulanacak pişirme sıcaklığı ve süresinin belirlenmesi, c) Uygun hamur sıcaklığının seçilmesi.

3.2.3.1. Birinci Grup İşlemler : Fırın İçi Sıcaklığı ve Sıcaklık Değişimlerinin İncelenmesi

Bu amaçla aşağıda belirtilen işlemler gerçekleştirilmiştir.

Fırın İçi Sıcaklık ile Fırın Sıcaklık Göstergesinin Uyum : Fırının üçüncü bölmesine konulan bir termometre ile fırın sıcaklık göstergesindeki değerlerle fırın içi gerçek sıcaklığının uyum durumu incelenmiştir. Bunun için fırın sıcaklık göstergesi 180, 200, 220, 230, 250 ve 275 °C'lere ayarlanmış ve fırın çalıştırılmıştır. Isıtıcı termostatin devreden çıktığı anlarda termometreden fırın sıcaklığı okunmuştur.



Şekil 3.1. Kek Yapımında Uygulanan İşlem Basamakları

Fırın Termostatının Duyarlık Derecesinin Belirlenmesi : Termostatın devreden çıkması ve devreye girmesi arasında geçen zaman dilimlerinde fırın içi sıcaklığında meydana gelen değişimler ölçülerek termostatın duyarlık derecesi belirlenmiştir.

Fırın Kapağının Açılmasının Sıcaklığa Etkisi : Fırın kapağının, hamurun fırına konulması sırasında açılmasının ve farklı süreler boyunca açık kalmasının fırın sıcaklığında meydana getireceği olası sıcaklık değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için; 164, 181, 195, 202, 218 ve 236 °C'ye kadar ısıtılan fırının kapağı 5, 10, 15 ve 30 saniye sürelerle açık bırakılıp yeniden kapatılarak o

anki fırın sıcaklığı ölçülmüş ve fırının eski sıcaklığına dönmesi için gerekli süreler belirlenmiştir.

Kek Hamurunun Fırına Konulmasıyla Fırın Sıcaklığındaki Meydana Gelen Değişmelerin İncelenmesi .- Hamurun fırına konulmasını takiben fırın içi sıcaklığındaki değişmelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için kek hamurunun fırına konulmasını takiben fırın içi sıcaklığında meydana gelen değişiklikler 40 dakika süre ile 1'er dakika aralıklarla ölçülerek kaydedilmiştir.

3.2.3.2. İkinci Grup İşlemler : Pandispanya Pişirmede Uygulanacak Sıcaklık Derecesi ve Pişirme Süresinin Belirlenmesi

Denemelerde uygulanacak pişirme sıcaklık ve süresinin saptanması amaçlanmıştır. Bunun için; Çizelge 3.2.'de (sayfa:30) belirtilen formüle göre hazırlanan pandispanya hamurları fırın içindeki 164, 181, 195, 202, 218 ve 236 °C'lere karşılık gelen 180, 200, 220, 230, 250 ve 275 °C sıcaklık gösterge değerlerinde, önce 20, 30, 35 ve 40 dakika sürelerle; sonra da bunlardan elde edilen verilerin ışığında 230 °C sıcaklıkta 25, 27 ve 30 dakika sürelerle pişirilmişlerdir. Sonuçların değerlendirilmesinde pişirilen pandispanyaların hacim değerleri ölçüt alınmıştır.

3.2.3.3. Üçüncü Grup İşlemler : Uygun Hamur Sıcaklığının Belirlenmesi

Hamur sıcaklığının pandispanya nitelikleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla 3 ayrı sıcaklıkta (19.0 ± 1.0 °C; 26.0 ± 1.0 °C ve 33.0 ± 1.0 °C) pandispanya hamuru hazırlanmıştır. Bu amaçla yapılan denemelerde KT_1 ve KT_2 kabartıcı bileşimleri (Çizelge 3.1.) kek hamur ağırlığının %0.75 ve %1.25'ini oluşturacak düzeylerde kullanılmıştır. Şekil 3.1.'de belirtilen şekilde hazırlanan pandispanya hamurları bir önceki ön denemeler sonucunda belirlenen sıcaklık ve sürede pişirilmiş, takiben analizler kısmında açıklanan hacimle ilgili ölçütler esas alınarak değerlendirilmişlerdir.

3.2.4. Denemeler

Bu bölümde, pandispanya nitelikleri üzerinde:

- a) Kullanılan kabartma tozlarının bileşimlerinin ve kullanım oranlarının,
- b) Kullanılan yumurta miktarının,
- c) Kek hamurunun fırına konulmadan önce beklemesinin etkileri incelenmiştir.

Tüm denemeler boyunca; pandispanya yapımında uygulanan işlemler “pandispanya formülü ve yapım yöntemi” başlığı altında belirtilen şekilde (Şekil 3.1.) aynen tekrar edilmiştir. Yalnız kek hamurunun pişirme öncesinde 10 dakika bekletilmesinin pandispanya kalitesi üzerindeki etkisinin incelendiği denemelerde hazırlanan kek hamuru pişirme öncesinde (karıştırma sonrasında) 10 dakika bekletilmiş ve daha sonra pişirilmiştir.

3.2.4.1. Farklı Bileşimlerde Hazırlanan 8 Kabartma Tozunun Değişik Oranlarda Kullanılmasının Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri

Farklı bileşimlere sahip kabartma tozlarının ve bunların farklı oranlarda kullanılmasının pandispanya nitelikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için bileşimleri Çizelge 3.1.’de belirtilen 8 farklı kabartma tozu kullanılmıştır. Farklı bileşimdeki bu kabartma tozlarının her biri %0.25, %0.75, %1.25, %1.75 ve %2.25 olmak üzere 5 ayrı düzeyde kullanılmıştır. Böylece, bileşimleri ve/ya da kullanım oranları birbirinden farklı olan 40 ayrı kabartma tozu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu suretle elde edilen kekler, kabartma tozu kullanılmaksızın yapılan kontrol keki ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

3.2.4.2. Yumurtanın Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri

Kabartıcı (havalandırıcı) madde özelliğine sahip ve formülün temel bileşenlerinden olan yumurtanın pandispanya nitelikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi ve kabartma tozunun etkileriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bunun için denemelerin bir önceki bölümünde kullanılan oranda (%22) yumurta içerenlerin yanı sıra bunun yarısı kadar (%11) yumurta içeren ve bileşiminde hiç yumurta içermeyen (%0) kekler yapılarak yumurtanın etkisi incelenmiştir. Yumurtanın

pandispanya niteliklerindeki etkilerinin kabartma tozunun etkileri ile de karşılaştırılabilmesi ve aralarındaki etkileşimin incelenebilmesi amacıyla belirtilen oranlarda yumurta içeren pandispanya hamurları %0, %1.25 ve %1.75 düzeylerinde KT₁ kodlu kabartma tozunu da içerecek şekilde kombine edilerek hazırlanmıştır. Böylece toplam 9 ayrı kombinasyon oluşturulmuştur. Denemelerin bu aşamasında, hamur formülünde azaltılan yumurta yerine aynı miktarda su ilave edilmiştir.

3.2.4.3. *Piştirme Öncesinde Hamurun Beklemesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri*

Hazırlanan pandispanya hamurunun fırına konulmasında meydana gelebilecek olası gecikmelerin pandispanya nitelikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bunun için hazırlanan pandispanya hamurunun bundan önceki bölümlerde olduğu gibi hemen (15 saniye içerisinde) fırına konulmasının yanısıra 10 dakika bekletildikten sonra fırına konulması işlemi de uygulanmış ve iki uygulamanın ürün nitelikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla tek etkili kabartma tozları (KT₁, KT₂, KT₃ ve KT₄) pandispanya hamurunda 3 ayrı düzeyde (%0.25, %1.25 ve %2.25) kullanılmıştır.

3.3. Analizler

3.3.1. *Unda Yapılan Analizler*

Pandispanya üretiminde kullanılan unun özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla; nem, kül, toplam asitlik (Uluöz, 1965), pH, yaş ve kuru gluten içerikleri ile farinogram, ekstensogram, düşme sayısı değerleri (Özkaya ve Kahveci, 1990), sedimantasyon ve gluten indeks değerleri (Elgün ve ark., 1998) belirlenmiştir.

3.3.2. *Hamurda Yapılan Analiz*

Kontrol keki, yalnızca bikarbonat kullanılan (KT₁) ve tek asitli kabartma tozları (KT₂, KT₃ ve KT₄) ile hazırlanan pandispanya hamurlarının pH değerleri (Johnson ve Harris, 1989) ölçülmüştür.

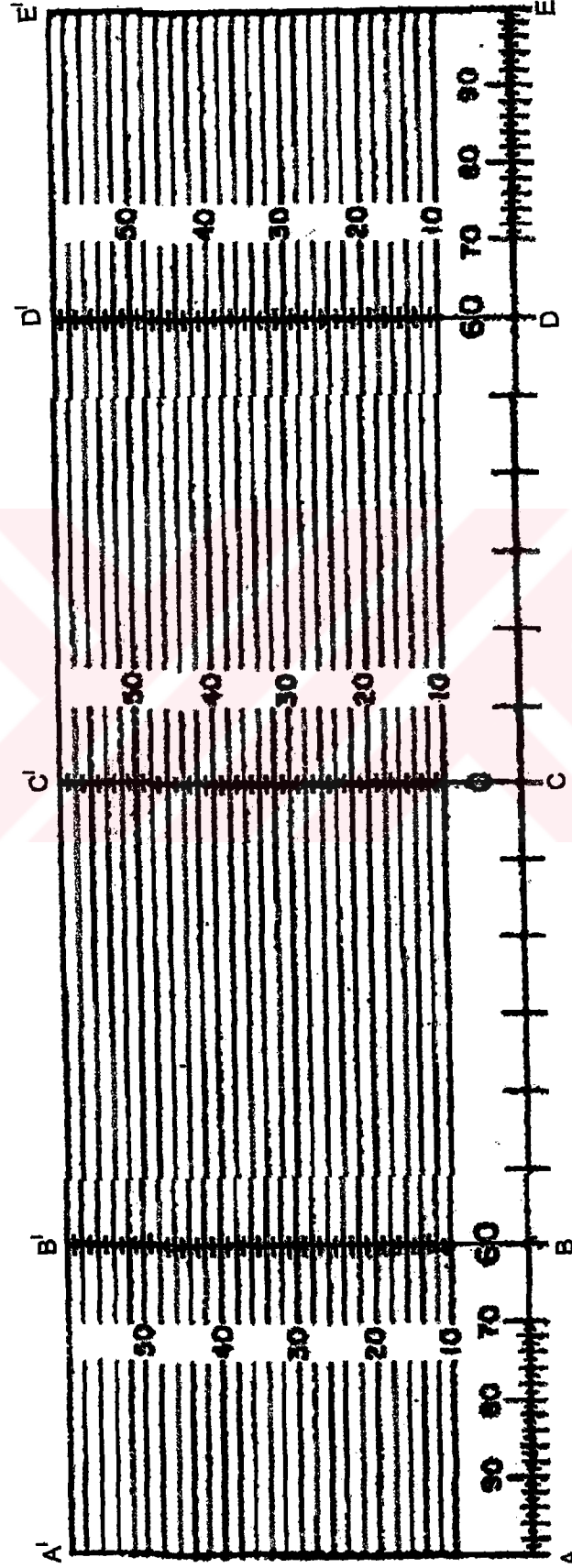
3.3.3. Pandispanyada Yapılan Analizler

Denemelerde üretilen pandispanyaların: hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri ile büzülme değeri (AACC Metod 10–91, 1983); toplam hacim indeksi (Bath ve ark., 1992); özgül hacim değeri (Martin ve Tsen, 1981); gözenek değeri (AACC Metod 10–90, 1983); kek içi yumuşaklığı (Özer ve Altan, 1995); kek içi nemi (Baik ve ark., 1999); pişme kaybı değeri (Altan, 1990) ve pH (Delcour ve ark., 1991) değeri ölçülmüştür. Kek hacmi ile ilgili olarak AACC yöntemleri ile belirlenenlerin yanısıra kek hacimleri (cm^3 olarak) aşağıda ayrıca açıklanan bir matematiksel formül yöntemiyle de belirlenmiştir.

Nem içeriği ile kek içi yumuşaklığı ölçümleri pandispanyaların fırından çıkışlarından 6 ve 24 saat sonra, diğer analizler ise fırın çıkışından 6 saat sonra yapılmıştır. Kek içi yumuşaklık değerlerinin belirlenmesi işlemi “Sur” marka “PNR 6” model penetrometre cihazı ile 2.5 cm çapında ve 200 g ağırlığında penetrometre başlığı kullanılarak yapılmıştır. Kek dilimleri 4 cm kalınlığında kesilmiş ve her dilimden dört ayrı noktada ölçüm alınmıştır. Ölçümler, kek dilim yüzeyine teğet durumuna getirildikten sonra serbest bırakılan penetrometre başlığının kendi ağırlığı ile 5 saniye sonunda dilime batma miktarının (1/10 mm olarak) belirlenmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir.

Kek ağırlığının başlangıçtaki hamur ağırlığına (425 g) bölünüp 100 ile çarpılmasıyla kek verimi, elde edilen bu değer 100’den çıkarılması suretiyle de kek örneklerinin pişme kayıpları belirlenmiştir.

AACC Metod 10–91’e göre; soğutma işlemi bittikten sonra kekler dikey olarak merkezlerinden dikkatlice kesilmiş, milimetrik kağıt ile hazırlanmış olan şablonun üzerine kesilmiş yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilmiş ve metotta belirtilen AA', BB', CC', DD', EE', AE, A'E' yükseklikleri milimetrik şablondan (Şekil 3.2.) okunmuştur (Şablonun uzunluğu 20 cm olup C noktası merkezde, B ve D noktaları merkezin sol ve sağında 6 cm uzaklıkta, A ve E noktaları ise yine merkezin sol ve sağında 10’ar cm uzaklıkta yer almaktadır.). Bu değerler daha sonra indekslerin hesaplanması sırasında kullanılmıştır:



Şekil 3.2. Kek Ölçüm Şablonu (AACC Metod 10-91, 1983)

Hacim İndeksi : Hacim indeksi değeri, keklerin gerçek hacimlerini ölçmemekte, bununla birlikte keklerin hacmi hakkında bir fikir vermekte (Guy ve Vettel, 1973) ve aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Şekil 3.2.).

$$\text{Hacim İndeksi (mm)} = BB' + CC' + DD'$$

Toplam Hacim İndeksi : 3 noktadan ölçüm alan hacim indeksi değeri ile aynı esaslara dayanan ve 7 ayrı noktadan ölçüm alan toplam hacim indeksi değeri (Bath ve ark., 1992) aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$\text{Toplam Hacim İndeksi (mm)} = AA' + BB' + CC' + DD' + EE' + AE + A'E'$$

Simetri İndeksi : Kek endüstrisinde simetri indeksi, keklerin üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemek için kullanılmaktadır (AACC Metod 10–91, 1983). Simetri indeksi değerinin pozitif bir değere sahip olması kek üst yüzeyinin bombeli olduğunu, negatif bir değer alması ise kekin çöktüğünü gösterir (Cloke ve ark., 1984). Simetri indeksi, kek tabanının merkezi ile tepe noktası arasındaki yükseklik değerinden taban merkezinin sağ ve soluna 6 cm uzaklıktaki kek yükseklik değerlerinin çıkarılması suretiyle aşağıda gösterilen formül yardımıyla hesaplanır (Şekil 3.2.).

$$\text{Simetri İndeksi (mm)} = 2 \times CC' - BB' - DD'$$

Tekdüzelik İndeksi : Tekdüzelik indeksi, kekin yanal olarak simetrisini gösterir (Ebeler ve Walker, 1984). Bu indeks değeri, kek merkezine 6'şar cm uzaklıkta yer alan iki noktadan (kekin orta noktasının sağ ve solundan) alınan dikey ölçümlerin farkına dayanır. Kek merkezine eşit uzaklıktaki 2 ayrı noktadan alınan bu ölçümlerin birbirine eşit olması yani bu indeks değerinin 0 olması istenir (Shelke ve ark., 1992). Aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$\text{Tekdüzelik İndeksi (mm)} = BB' - DD'$$

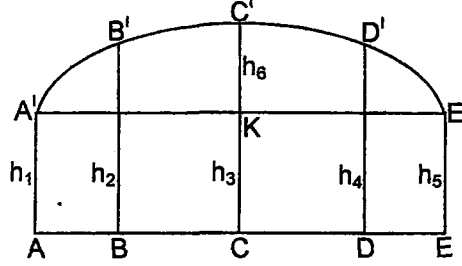
Büzülme Değeri : Büzülme değeri, kalıba doldurulan hamur tabanı çapında meydana gelen küçülmeyi ifade etmek için kullanılır. Aşağıdaki formülle belirlenir.

$$\text{Büzülme Değeri (mm)} = \text{Kek kalıbının çapı} - \text{Kekin çapı (AE)}$$

Kek hacminin (cm^3 cinsinden) matematiksel formüller yardımıyla hesaplanması işlemi Sayın Doç. Dr. Doğan Dönmez^(*)'in de değerli katkılarıyla belirlenen aşağıdaki esaslara göre yapılmıştır:

^(*) Ç. Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kekin alt kısmı (kek_{alt}) silindir, üst kısmı ($kek_{üst}$) ise küre parçası olarak ele alınmış ve bu iki kısmın hacmi ayrı ayrı hesaplanmıştır (Şekil 3.3.).



$AA' = h_1$, $BB' = h_2$, $CC' = h_3$, $DD' = h_4$, $EE' = h_5$, $KC' = h_6$, $KC = h_3 - h_6$, $AC = CE = r$
Şekil 3.3. Denemelerde Üretilen Pandispanyaların Hacimlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Boyutların Şekilsel Olarak Gösterimi

Kekin içe (çökmüş kek) ya da dışa (kabarmış kek) doğru bombe verdiği yere kadar olan silindir kısmının (kek_{alt}) çapı ($2r$) kekin taban uzunluğu (AE) olarak alınmıştır. Silindirin yüksekliği;

$$h = \frac{h_1 + h_5}{2}, \quad (1)$$

hacmi ise $V_{alt} = \pi r^2 h$ formülüyle belirlenmiştir. (2)

Kekin küre parçası olarak kabul edilen kısmının ($kek_{üst}$) hacmi ise 3 ayrı yarıçapın ($A'B'E'$, $A'C'E'$ ve $A'D'E'$)'den geçen çemberlerin yarıçapları; sırası ile r_1 , r_2 , r_3) hesaplanması ve bunların ortalamasının alınması ile elde edilen yarıçapın esas teşkil ettiği bir küre parçasına benzetilerek oluşturulan formülle hesaplanmıştır (Şekil 3.3.). Bu kısmın hacmi belirlenirken r_1 , r_2 , r_3 ve r_{ort} değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

$$r_1 = \frac{\sqrt{BA^2 + (h_2 - h)^2} \times \sqrt{BE^2 + (h_2 - h)^2}}{2 \times (h_2 - h)} \quad (3)$$

$$r_2 = \frac{CA^2 + (h_3 - h)^2}{2 \times (h_3 - h)} = \frac{CE^2 + (h_3 - h)^2}{2 \times (h_3 - h)} \quad (4)$$

$$r_3 = \frac{\sqrt{DE^2 + (h_4 - h)^2} \times \sqrt{DA^2 + (h_4 - h)^2}}{2 \times (h_4 - h)} \quad (5)$$

$$r_{\text{ortalama}} = R = \frac{r_1 + 2 \times r_2 + r_3}{4} \quad (6)$$

Daha sonra, kekin üst kısmının (A'KE' doğrusu ile A'B'C'D'E' eğrisi arasında kalan kısım; Şekil 3.4.) hacmi;

$$V_{\text{üst}} = \pi \int_{R-h_6}^R (R^2 - x^2) dx \quad \text{formülü ile hesaplanmıştır.} \quad (7)$$

Dolayısı ile kek hacmi:

Şekil 3.3. gibi kabaran, dışa doğru bombeli keklerde;

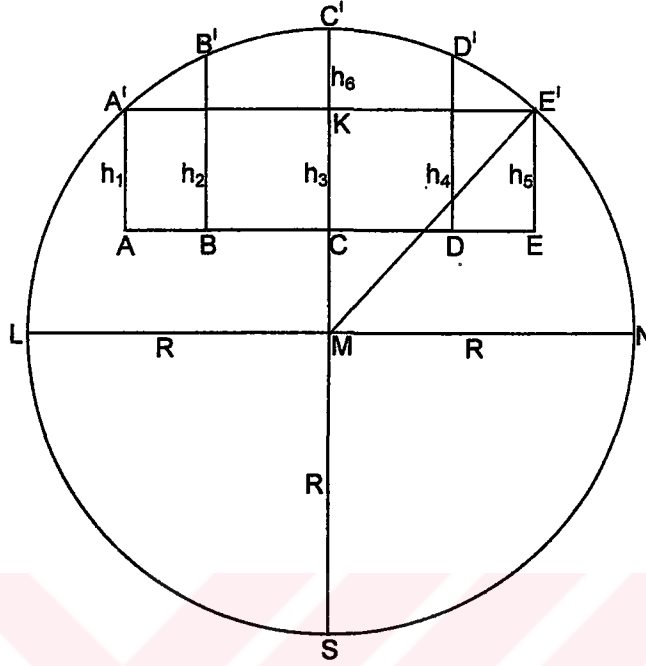
$$V_{\text{kek}} = V_{\text{alt}} + V_{\text{üst}} \quad (8)$$

$$V_{\text{kek}} = \pi r^2 h + \pi \int_{R-h_6}^R (R^2 - x^2) dx \quad \text{formülü ile,} \quad (9)$$

Çöken (içe doğru bombeli) keklerde ise;

$$V_{\text{kek}} = V_{\text{alt}} - V_{\text{üst}} \quad (10)$$

$$V_{\text{kek}} = \pi r^2 h - \pi \int_{R-h_6}^R (R^2 - x^2) dx \quad \text{formülü ile hesaplanmıştır.} \quad (11)$$



$ME' = MC' = MN = ML = MS = R =$ Merkezi M olan çemberin yarıçapı.

$AA' = h_1, BB' = h_2, CC' = h_3, DD' = h_4, EE' = h_5, KC' = h_6, KC = h_3 - h_6, MC = R - h_3$

$AE = 2r, AC = CE = AE/2 = r, BC = CD = 6 \text{ cm}, AB = DE = (AE/2) - 6 \text{ cm}$

$AA'EE' =$ Kekin silindir olarak kabul edilen alt kısmının kesiti.

$A'KE'$ doğrusu ile $A'B'C'D'E'$ eğrisi arasında kalan kısım = kekin üst kısmının kesiti.

Şekil 3.4. Denemelerde Üretilen Pandispanyaların Hacimlerinin Belirlenmesinde Hesaplanan Yarıçapa Göre Oluşturulan Çemberin Şekilsel Olarak Gösterimi

Yukarıda verilen formüllerle hesaplanan kek hacmi değeri (cm^3), keklerin gerçek hacimlerini ölçmekte ve kekler arasında büyüklük-küçüklük sıralaması yapılmasına olanak tanımaktadır.

Üretilen pandispanyaların özgül (spesifik) hacim değerleri; kek hacminin (cm^3) kek ağırlığına (g) oranlanması suretiyle belirlenmiştir. Özgül hacim (cm^3/g) değerinin yüksek çıkması söz konusu kekin kabarık, büyük hacimli olduğunu gösterir.

“Araştırma Bulguları” ve “Ekler” bölümündeki çizelgelerde verilen kabartma tozu kombinasyonları, izlemede kolaylık sağlaması amacıyla “KT” olarak kodlandırılmışlardır. Ayrıca, çizelgelerde verilen ortalama değerler, yine incelemede

kolaylık sağlaması amacıyla (hacim, hacim indeksi, toplam hacim indeksi, simetri indeksi ve yumuşaklık etmenlerine ilişkin değerler tam sayı; gözenek değeri, büzülme değeri, nem içeriği, tekdüzelik indeksi ve pişme kaybına ilişkin değerler virgülden sonra bir basamak; özgül hacme ait veriler ise virgülden sonra iki basamak olacak şekilde), sadeleştirilmişlerdir.

Analizlerde g/100g (m/m) cinsinden belirlenen değerler, bulgular kısmında kısaca (%) olarak ifade edilmişlerdir.

3.3.4. İstatistiksel Analizler

Denemelerde üretilen pandispanya örneklerinin ölçülen tüm özelliklerine ilişkin olarak elde edilen veriler, “SAS” istatistik enstitüsünce geliştirilen ve aynı adı taşıyan istatistik paket programı ile (The SAS System for Windows v6.12; SAS Institute, 1982) Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuşlardır.

Ayrıca, hamur ve kek özellikleri ile bu özellikler üzerinde etkili olan faktörler arasındaki ilişkiler; (Korrelasyon katsayıları ve Regrasyon denklemleri hesaplanmak suretiyle), de aynı paket programa göre belirlenmiştir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, aralarındaki farklılıklar 0.01 ya da 0.05 güven sınırına göre önemsiz bulunan değerler, ilgili çizelgelerde aynı harfle işaretlenmişlerdir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Denemelerde Kullanılan Unun Özellikleri

Kek üretiminde kullanılan Tip 550 buğday ununun bazı kimyasal ve teknolojik özellikleri Çizelge 4.1.'te, farinografik ve ekstensografik özellikleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kek Yapımında Kullanılan Unun Bazı Özellikleri

Un	Nem (%)	Kül (%) ⁽¹⁾	Toplam Asitlik (%) ⁽²⁾	pH	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeks (%)	Sedimentasyon (ml) ⁽³⁾	Düşme Sayısı (sn)
Tip 550	13.98	0.59	0.03	5.89	31.26	10.27	76.5	34.0	343

⁽¹⁾ Kurumadde üzerinden.

⁽²⁾ me KOH cinsinden.

⁽³⁾ %14 nem esasına göre düzeltilmiştir.

Çizelge 4.2. Kek Yapımında Kullanılan Unun Farinogram ve Ekstensogram Değerleri

Un	Farinogram Özellikleri					Ekstensogram Özellikleri			
	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Y.T.S. ⁽¹⁾ (B.U.) ⁽²⁾	Y.D. ⁽³⁾ (B.U.)	Rmaks. (B.U.)	R _s (B.U.)	Uzama (mm)	Enerji (cm ²)
Tip 550	62.2	3.8	6.3	100	170	570	525	105	85

⁽¹⁾ Yoğurma Tolerans Katsayısı.

⁽²⁾ Brabander Ünitesi.

⁽³⁾ Yumuşama Derecesi Değeri.

Araştırmada kullanılan buğday unu nem ve toplam asitlik değerleri bakımından TS 4500 (TSE, 1985) un standardına uygun ancak kül içeriği bakımından izin verilen sınırın üzerindedir. Yaş ve kuru öz ile gluten indeks, sedimentasyon değerlerinin incelenmesiyle orta kalitede, düşme sayısı değerinin ise kek yapımı için uygun olduğu düşünülmektedir.

Farinogram ve ekstensogram özellikleri bakımından ise kek yapımı için gereken sınırların üzerinde olduğu saptanmıştır.

4.2. Ön Denemeler

4.2.1. Fırın İçi Sıcaklığı ve Sıcaklık Değişimleri

Fırının sıcaklık göstergesindeki bazı sıcaklık derecelerine karşılık gelen fırın içi gerçek sıcaklık dereceleri Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle, fırının gösterge değerleri ile fırın içinin gerçek sıcaklığının aynı olmadığı, iki değer arasında 16 ile 39 °C arasında değişen bir farklılık bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Fırın Sıcaklık Göstergesindeki Değerlere Karşılık Gelen Fırın İçi Sıcaklıkları

Gösterge Sıcaklığı (°C)	180	200	220	230	250	275
Fırın İçi Sıcaklığı (°C)	164	181	195	202	218	236

Fırın termostatının duyarlılığına ilişkin çizelge Ek-1'de verilmiştir. Yapılan ölçümlerde (Ek-1) termostatın duyarlık derecesinin yaklaşık ± 3 °C olduğu belirlenmiştir.

Fırın kapağının açık bırakılma süresinin fırın içi sıcaklığına etkisi ile fırın içinin kapak açılmadan önceki sıcaklığa dönmesi için geçen süreler Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Beklenebileceği üzere, fırındaki sıcaklık azalması; fırının başlangıç sıcaklığına ve kapağın açık bırakılma süresine koşut olarak artmıştır. Fırının başlangıçtaki sıcaklığına ulaşması için geçen süre üzerinde de aynı iki etmen etkili olmuştur.

Çizelge 4.4. Fırın Kapağının Açık Bırakılma Süresinin Fırın İçi Sıcaklığı Üzerine Etkisi

Fırın Kapağının Açık Bırakılma Süresi (saniye)										
		0	5	10	15	30	5	10	15	30
Gösterge Sıcaklığı (°C)	Fırın İçi Sıcaklığı (°C)	Fırın İçi Sıcaklığının Düştüğü Derece (°C)				Fırının Azalan Sıcaklığını Tekrar Kazanma Süresi (dakika)				
180	164	160	157	154	143	5.5	6.0	7.5	10.0	
200	181	178	174	172	160	6.0	7.0	8.0	11.5	
220	195	191	188	186	172	6.0	8.5	9.0	14.0	
230	202	198	196	192	175	7.0	9.0	10.0	15.0	
250	218	214	210	207	186	7.5	9.0	10.5	17.0	
275	236	232	228	225	201	8.0	10.0	11.0	17.5	

Kek hamurunun fırına fırın kapağı 15 saniye açık kalacak şekilde konulmasından sonra fırın içi sıcaklığında meydana gelen değişimler Ek-2’de verilmiştir. Ek’teki çizelgenin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, kek hamurunun fırına konulmasından sonraki ilk 3-6 dakika içerisinde fırın içindeki hava ile hamurun sıcaklığı arasındaki büyük farklılık nedeniyle, fırın içi sıcaklığı 4-7 °C azalmıştır. Fırın içi sıcaklığının hamurun fırına konulduğu andaki sıcaklığa erişmesi başlangıç sıcaklığına bağlı olarak 13-25 dakika sürmüştür.

4.2.2. Pandispanya Pişirmede Uygulanacak Sıcaklık Derecesi ve Pişirme Süresi

20 dakika süre ile pişirilen pandispanyaların hamur kaldıkları ve/veya küçük hacimli oldukları, 35 ve 40’ar dakika pişirilenlerin ise üst yüzeylerinin yandığı, çatladığı ve yetersiz hacimde oldukları gözlenmiştir. 30 dakika süreyle 3 tekerrürlü olarak pişirilen pandispanyaların hacimlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.5.’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı Pişirme Sıcaklıklarının Pandispanya Hacmine Etkisi ⁽¹⁾

Pişirme Sıcaklığı ⁽²⁾ (°C)	180	200	220	230	250	275
Pandispanya ⁽³⁾ Hacmi (cm ³)	1436 ^{e(4)}	1570 ^d	1675 ^c	1725 ^a	1700 ^b	1655 ^c

⁽¹⁾ Tüm pandispanyalar 30’ar dakika pişirilmiştir.

⁽²⁾ Fırın sıcaklık gösterge değerleri.

⁽³⁾ Yavaş etkili kabartma tozu formülü (KT₄) hamur ağırlığının %0.75’i oranında kullanılarak üretilen kek.

⁽⁴⁾ Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelgeden de görülebileceği gibi, kek hacmi bakımından en iyi sonuç, 1725 cm³ ile 230 °C gösterge sıcaklığında pişirilen hamurların keklerinden elde edilmiştir. Takiben 230 °C sıcaklıkta 25, 27, 30 dakikalık sürelerle pişirilen keklerin hacimleri incelenmiş (sırası ile 1715, 1725 ve 1725 cm³) ve aralarında %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Ancak görsel olarak değerlendirmede 27 dakika süre ile pişirilen keklerin en iyi kabuk rengine (parlak, açık-sarımsı kahverengi) sahip oldukları görülmüş, bu nedenle denemelerin bundan sonraki bölümlerinde keklerin 230 °C gösterge sıcaklık değerinde 27 dakika pişirilmesine karar verilmiştir.

4.2.3. Uygun Hamur Sıcaklığı

Farklı sıcaklıklara sahip hamurların pişirilmesiyle üretilen pandispanya örneklerinde yapılan ölçümlerin ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.6.'da verilmiş ve kek niteliklerine ilişkin bulgular aşağıda (ayrı alt başlıklar halinde) açıklanmıştır. Kek Hacmi ile İlgili Ölçütler .-Çizelge 4.6.'nın incelenmesiyle kek hacimlerinin biri diğerinin yaklaşık 2.5 katı olan 749 ile 1729 cm³ arasında değiştiği görülmektedir. 1 numaralı kabartma tozu formülü (KT₁) ile yapılan pandispanya denemelerinde elde edilen hacim değerleri arasında istatistiksel olarak belirgin ve anlamlı bir farklılık olmamasına karşılık, 2 numaralı kabartma tozu formülü (KT₂) ile yapılan pandispanyalarda artan hamur sıcaklığına paralel olarak kek hacimlerinin belirgin bir biçimde arttığı görülmüştür (p<0.01).

Keklerin özgül hacim değerleri; 1.99 ile 4.55 cm³/g arasında değişmektedir. Elde edilen bulgular, KT₁ formülü ile üretilen keklerin özgül hacim değerleri arasında anlamlı ve önemli bir fark olmamasına karşılık, KT₂ ile yapılan keklerde hamur sıcaklığının artmasıyla doğru orantılı olarak keklerin özgül hacim değerleri de artış göstermiştir (p<0.01).

Hacim indeksi değerleri bakımından en iyi sonuçlara KT₂'nin her iki oranının 33.0 ±1.0 °C sıcaklığındaki hamurlarından hazırlanan keklerin sahip oldukları (sırasıyla 189 ve 187 mm) saptanmıştır. Buna karşılık KT₂ formülü ile 19.0 ±1.0 °C sıcaklığına sahip hamurdan yapılan keklerin hacim indeksi değerlerinin diğer tüm örneklerle göre daha düşük (51 ve 78 mm) oldukları görülmüştür.

Toplam hacim indeksine ait verilerin incelenmesiyle hacim, özgül hacim ve hacim indeksi analizlerinde en yüksek değerleri alan kek örneklerinin bu indeks analizinde de en yüksek değerleri aldığı ve özellikle KT₂ ile yapılan keklerde artan hamur sıcaklığına paralel olarak keklerin toplam hacim indeksi değerlerinin yükseldiği (p<0.01) görülmüştür.

KT₁ formülü ile yapılan kek denemelerinde, kullanılan kabartma tozu (KT) oranının ve hamur sıcaklığının simetri indeksi değeri üzerinde önemli bir etkisinin belirlenememesine karşılık KT₂ ile yapılan keklerde hamur sıcaklığının artmasına koşut olarak simetri indeksi değerleri de artış göstermiştir.

Çizelge 4.6. Farklı Sıcaklıktaki Hamurlarla Yapılan Pandispanyaların Hacimle İlgili Verilerine Ait Ortalama Değerler

KT Formül Kodu	Kabartma Tozu Oranı (%)	Hamur Sıcaklığı (°C)	Hacim (cm ³)	Özgül Hacim (cm ³ /g)	Hacim İndeksi (mm)	T. Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Büzülme Değeri (mm)	Tekdüzelik İndeksi (mm)
KT ₁	0.75	19.0 ±1.0	1659 ^{bc (1)}	4.35 ^{bc}	179 ^{cd}	652 ^{bc}	24 ^a	4.2 ^{cdef}	2.2 ^a
		26.0 ±1.0	1630 ^c	4.29 ^c	169 ^f	638 ^d	27 ^a	2.2 ^f	2.0 ^a
		33.0 ±1.0	1680 ^{abc}	4.42 ^{abc}	176 ^{de}	650 ^{bc}	26 ^a	3.0 ^{cdef}	0.7 ^a
	1.25	19.0 ±1.0	1710 ^{ab}	4.48 ^{ab}	182 ^{bc}	656 ^b	25 ^a	2.8 ^{def}	1.8 ^a
		26.0 ±1.0	1676 ^{abc}	4.41 ^{abc}	173 ^{ef}	645 ^c	26 ^a	2.4 ^{ef}	2.4 ^a
KT ₂	0.75	33.0 ±1.0	1692 ^{abc}	4.43 ^{abc}	182 ^{bc}	652 ^{bc}	25 ^a	2.7 ^{ef}	3.3 ^a
		19.0 ±1.0	773 ^f	2.03 ^f	78 ⁱ	531 ^g	-16 ^d	7.6 ^a	1.4 ^a
		26.0 ±1.0	1470 ^d	3.87 ^d	160 ^g	624 ^e	17 ^b	7.4 ^{ab}	1.0 ^a
	1.25	33.0 ±1.0	1729 ^a	4.55 ^a	189 ^a	664 ^a	25 ^a	5.4 ^{abc}	2.2 ^a
		19.0 ±1.0	749 ^f	1.99 ^f	51 ^j	515 ^h	-1 ^c	4.8 ^{cde}	1.2 ^a
		26.0 ±1.0	958 ^e	2.52 ^e	100 ^h	569 ^f	-22 ^e	5.2 ^{bcd}	2.8 ^a
		33.0 ±1.0	1710 ^{ab}	4.51 ^{ab}	187 ^{ab}	666 ^a	20 ^b	3.0 ^{cdef}	3.3 ^a

(1) Çizelgede aynı sitede, aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Özellikle KT₂ ile yapılan keklerin her iki KT oranında da kimi keklerin kabarıklık kimisinin çökük olmasından kaynaklanan bir dalgalanma söz konusudur.

Büzülme değerine ait verilerin incelenmesiyle bu değer 2.2 ile 7.6 mm arasında değiştiği görülmüştür. Hacmi diğer keklerle göre nispeten küçük olan ve bileşiminde KT₂ içeren 19.0 ±1.0 °C, 26.0 ±1.0 °C sıcaklığındaki hamurlarla hazırlanan keklerin kenarlarından daha çok çektikleri (büzüldükleri) ve dolayısıyla büzülme değerlerinin bu keklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.01).

Tekdüzelik İndeksi - Beklenildiği gibi, hamur sıcaklığının pandispanyaların tekdüzelik indeks değerleri üzerine bir etkisinin olmadığı (p>0.01) görülmüştür (Çizelge 4.6.).

Hacim indeksi ve toplam hacim indeksi değerlerinin her ikisi de aynı esasa dayanmaktadır. Ancak hacim indeksi değerinin hesaplanmasında 3 noktadan ölçüm alınmasına karşılık toplam hacim indeksinde 7 noktadan ölçüm alınmaktadır. Bu nedenle çalışmanın bundan sonraki kısımlarında aynı esasa dayanan bu iki indeks değerinden toplam hacim indeksi değerlerine metin içerisindeki çizelgelerde yer verilirken hacim indeksi ölçüm sonuçları Ekler kısmında verilmiştir.

Hacim indeks değerleri daha çok kekin dikey olarak gelişimini buna karşılık büzülme değeri ise kekin yatay olarak gelişimini incelemekte ve her iki değer birlikte incelenmesi durumunda kek hacmi hakkında daha sağlıklı fikir edinilebilmektedir.

Simetri indeksi kek üst yüzeyinin bombelik (kabarıklık) derecesini, tekdüzelik indeksi ise kekin tepe noktasına göre bombenin iki tarafının simetrik olup olmadığını bir başka deyişle bombe oluşumunun tekdüze olup olmadığını göstermektedir. Beklenildiği gibi, tekdüzelik indeksi değerleri üzerinde hamur sıcaklığının bir etkisinin olmadığı görülmüş, bundan sonraki kısımlarda incelenen etmenlerinde bu değerler üzerinde etkili olmaması nedeniyle daha sonraki kısımlarda bu ölçüm sonuçlarına yer verilmemiştir.

Çizelge 4.6.'daki bulguların değerlendirilmesiyle, bileşiminde sadece sodyum bikarbonat olan KT₁ ile yapılan keklerde hamur sıcaklığının kek özellikleri üzerinde belirgin bir etkisi belirlenememiş, buna karşılık hızlı kabartıcı formül olan KT₂ ile yapılan keklerde hamur sıcaklığının son ürün kalitesi üzerinde belirgin düzeyde

etkisinin olduğu görülmüştür. Hamur sıcaklığının artmasına paralel olarak keklerin hacimle ilgili değerlerinden hacim, özgül hacim, hacim indeksi, toplam hacim indeksi ve simetri indeksine ait olanlarının büyüdüğü buna karşılık büzülme değerinin küçüldüğü belirlenmiştir (KT₂ kodlu kabartıcı ile yapılan pandispanyalarda hamur sıcaklığının artmasıyla doğru orantılı olarak ürün hacminin arttığı belirlenmiştir). Özellikle, ortalama 33.0 °C sıcaklıkta olan hamur ile yapılan denemelerde keklerin büyük hacimli oldukları görülürken, KT₂ formülü ile ortalama 19.0 ve 26.0 °C sıcaklıktaki hamurlardan yapılan keklerin her iki KT oranında da hacimle ilgili değerlerinin (hacim, özgül hacim, hacim indeksi, toplam hacim indeksi) azaldığı, simetri indeksi değerinin ise ya negatif ya da pozitif ama diğer keklere göre daha düşük çıktığı görülmüştür. Elde edilen bu veriler ışığında, denemelerin bundan sonraki kısımlarında, hamur sıcaklığının 33.0 ±1.0 °C olacak şekilde ayarlanmasının uygun olacağına karar verilmiştir.

4.3. Farklı Bileşimlerde Hazırlanan Kabartma Tozlarının Değişik Oranlarda Kullanılmasının Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri

Pandispanya üretiminde kullanılan KT bileşiminin ve oranının etkilerini incelemek amacıyla yapılan denemelerde elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.7. – 4.10. ile Ek-3'te verilmiş ve ayrı ayrı açıklanmıştır.

Kek Hacmi ile İlgili Ölçütler – Farklı bileşimlerde ve oranlarda KT kullanılmasıyla üretilen pandispanyaların hacim, özgül hacim değerleri ile toplam hacim indeksine ilişkin ortalama veriler Çizelge 4.7.'de, simetri indeksi ve büzülme değerine ait ortalama veriler Çizelge 4.8.'de, hacim indeksine ait ortalama değerler ise Ek-3'te verilmiştir.

Pandispanya yapımında KT kullanılmasının belirli bir orana (KT₂'de %0.25; KT₁, KT₅, KT₆ ve KT₇'de %0.75; KT₃ ve KT₄'de %1.25; KT₈'de %1.25 ile %1.75 arasındaki bir değer) kadar kek hacmini artırıcı yönde etkide bulunduğu belirlenmiştir (p<0.01). Ancak, KT oranının %1.25'den daha yüksek düzeyde kullanılmasının kek hacmi üzerinde istatistiksel olarak ayrıca olumlu bir etkisinin olmadığı, %1.75'den fazla kullanılması durumunda ise %16'ya kadar varan

oranlarda hacim azalması yarattığı görülmüştür. Bununla birlikte KT_1 formülü ile üretilen pandispanyalarda KT oranının artması ürün hacmini olumsuz etkilememiştir ($p>0.01$).

Çizelge 4.7. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Hacim, Özgül Hacim ve Toplam Hacim İndekslerine İlişkin Ortalama Değerler

KT Formül Kodu	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%)					
	0	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25
Hacim (cm ³)						
Kontrol	1580 ^{nop (1)}					
KT_1		1614 ^{lmno}	1680 ^{hij}	1692 ^{fghij}	1717 ^{efghı}	1706 ^{efghı}
KT_2		1727 ^{defgh}	1739 ^{cdef}	1710 ^{efghı}	1484 ^r	1332 ^s
KT_3		1620 ^{klmn}	1644 ^{jklm}	1746 ^{bcde}	1707 ^{efghı}	1666 ^{ijk}
KT_4		1684 ^{ghij}	1722 ^{efgh}	1820 ^a	1785 ^{abc}	1535 ^{pq}
KT_5		1567 ^{op}	1749 ^{bcde}	1779 ^{abcd}	1725 ^{efgh}	1685 ^{ghij}
KT_6		1679 ^{hij}	1748 ^{bcde}	1758 ^{bcde}	1734 ^{cdefg}	1588 ^{no}
KT_7		1595 ^{mno}	1706 ^{efghı}	1723 ^{efgh}	1752 ^{bcde}	1651 ^{jkl}
KT_8		1619 ^{klmn}	1728 ^{defgh}	1748 ^{bcde}	1797 ^{ab}	1518 ^{qr}
Özgül Hacim (cm ³ /g)						
Kontrol	4.17 ^{pq}					
KT_1		4.27 ^{nop}	4.42 ^{ijklm}	4.43 ^{ijklm}	4.51 ^{efghijk}	4.47 ^{ghijkl}
KT_2		4.53 ^{efghij}	4.59 ^{bcdefgh}	4.51 ^{efghijk}	3.92 ^s	3.52 ^t
KT_3		4.25 ^{nop}	4.32 ^{mno}	4.60 ^{bcdefgh}	4.49 ^{fghijkl}	4.39 ^{klmn}
KT_4		4.42 ^{ijklm}	4.56 ^{defghij}	4.81 ^a	4.72 ^{abc}	4.06 ^{qr}
KT_5		4.15 ^{pq}	4.60 ^{bcdefgh}	4.69 ^{abcd}	4.56 ^{defghij}	4.45 ^{hijklm}
KT_6		4.41 ^{jklm}	4.59 ^{bcdefgh}	4.64 ^{bcde}	4.58 ^{cdefgh}	4.20 ^{op}
KT_7		4.21 ^{op}	4.47 ^{ghijkl}	4.52 ^{efghijk}	4.60 ^{bcdefgh}	4.36 ^{lmn}
KT_8		4.25 ^{nop}	4.54 ^{efghij}	4.63 ^{bcdef}	4.73 ^{ab}	4.00 ^{rs}
Toplam Hacim İndeksi (mm)						
Kontrol	638 ^q					
KT_1		644 ^p	650 ^{no}	652 ^{mn}	662 ^{fghij}	665 ^{efgh}
KT_2		660 ^{hijk}	667 ^{def}	666 ^{efg}	636 ^{qr}	631 ^r
KT_3		646 ^{op}	653 ^{lmn}	660 ^{hijk}	665 ^{efgh}	657 ^{jklm}
KT_4		659 ^{ijk}	659 ^{ijk}	682 ^a	675 ^b	650 ^{no}
KT_5		634 ^{qr}	667 ^{def}	676 ^b	669 ^{cde}	669 ^{cde}
KT_6		658 ^{jklm}	665 ^{efgh}	675 ^b	675 ^b	660 ^{hijk}
KT_7		643 ^p	666 ^{efg}	657 ^{jklm}	672 ^{bcd}	655 ^{klmn}
KT_8		646 ^{op}	664 ^{efghı}	669 ^{cde}	673 ^{bc}	644 ^p

(1) Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

KT₂ formülü ile üretilen pandispanya hacimlerinde %1.25 KT düzeyinden sonra istatistiksel olarak belirgin bir azalma olmasına karşılık ilk iki KT oranında, %0.25 ve %0.75, bu formül ile hazırlanan pandispanyaların büyük hacme sahip oldukları ve aynı oran içerisinde yer alan diğer 7 KT formülü ile üretilen pandispanyalara göre benzer ve/ya da daha büyük hacimli oldukları görülmüştür. KT₂ formülünü %1.75 ve %2.25 oranlarında içeren keklerin en düşük hacim değerine sahip oldukları görülmüştür. Bu durum, hızlı etkili kabartıcının (KT₂) çok fazla (deneme pandispanyalarında %1.25'den fazla) kullanılmasının kek hacmine zarar vererek ürün hacmi üzerinde belirgin ve anlamlı bir olumsuz etki meydana getirdiğini göstermektedir ($p < 0.01$).

Kabartma tozu formülü ve oranının kek hacmi üzerindeki etkileri incelendiğinde (Çizelge 4.7.); en yüksek hacim (1820 cm³), 4 numaralı KT formülünün %1.25 oranında kullanıldığı keklerde bulunmuştur. Diğer taraftan en düşük hacim (1332 cm³), 2 numaralı KT formülünün denemede ele alınan en yüksek KT oranının (%2.25) kullanıldığı keklerde görülmüştür. Bunu en yüksek hacimli kek (1820 cm³) ile karşılaştırdığımızda aralarındaki hacim farkının 488 cm³ (%26.8) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; bileşiminde KT olmayan kontrol kekinin hacmi (1580 cm³) ile en yüksek kek hacmi arasında (1820 cm³) 240 cm³ (%13.2) fark olduğu, hamur formülüne KT ilave edilmesi ile pandispanya hacminin maksimum %13.2'lik bir artış gösterdiği; denemede kullanılan formüllerle ve uygulanan işlemlerle pandispanya yapılması halinde kabartma tozlarının pandispanya hacmi üzerindeki etkisinin sınırlı ölçülerde olduğu görülmüştür.

Pandispanyaların özgül hacim değerlerinin incelenmesiyle (Çizelge 4.7.), en büyük özgül hacme KT₄'ün %1.25 ve %1.75, KT₅'in %1.25, KT₈'in %1.75 oranında kullanıldığı formüllerin (sırasıyla 4.81, 4.72, 4.69 ve 4.73 cm³/g), en düşük özgül hacme ise ortalama 3.52 cm³/g ile KT₂'nin %2.25 oranında kullanıldığı formülün sahip olduğu görülmüştür.

Beklenildiği üzere hacim itibariyle gerileme gösteren yüksek KT oranı formüllerinin (KT₂'nin %1.75 ve %2.25 oranları sırası ile 1484 ve 1332 cm³; KT₄,

KT₆, KT₇ ve KT₈'in %2.25 oranları sırası ile 1535, 1588, 1651 ve 1518 cm³) özgül hacimde de daha düşük değerler aldığı görülmüştür (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7.'den de görülebileceği gibi, pandispanya yapımında kullanılan KT oranının arttırılmasının hacmin yanısıra keklerin özgül hacimlerini de bir noktaya kadar arttırdığı, ancak %1.25 oranından sonra KT₂, %1.75 oranından sonra ise KT₃, KT₄, KT₅, KT₆, KT₇ ve KT₈ formülleri ile yapılan pandispanyalara olumsuz etkiye bulunduğu ve keklerin özgül hacimlerinin düştüğü görülmüştür (p<0.01). %0.25 oranında KT₂; %0.75 oranında KT₅, KT₂ ve KT₆; %1.25 oranında KT₄ ve KT₅; %1.75 oranında KT₈ ve KT₄; %2.25 oranında ise KT₁ ve KT₅ formülleri ile yapılan keklerin özgül hacim değerlerinin aynı oran içerisinde yer alan diğer KT formülleri ile yapılan keklere göre nispeten daha yüksek olduğu görülmüştür.

Keklerin; hacimleri ile özgül hacimleri arasında “r = 0.998” gibi çok yüksek düzeyde pozitif bir korrelasyon olduğu belirlenmiştir. Hacimle özgül hacim arasındaki regresyon denklemi ise $Y = -10.2(\pm 10.6) + 381.9(\pm 2.4)x$ 'tir.

Çizelge 4.7.'de verilen toplam hacim indeksi analizi sonuçlarına göre; KT₁ ile yapılan keklerde, formülde kullanılan KT oranının artmasına paralel olarak indeks değerlerinin yükseldiği, KT₂'de %0.75; KT₄, KT₅ ve KT₆ ile yapılan keklerde %1.25; diğer kabartıcı formülleri ile yapılan keklerde ise %1.75 düzeyine kadar indeks değerlerinin arttığı fakat KT₂, KT₄ ve KT₅ için %1.25; KT₃, KT₆, KT₇ ve KT₈ için %1.75 oranından sonra indeks değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.8.'de verilen simetri indeksine ait ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle, KT₁ formülünün tüm oranlarda en yüksek gruplar içerisinde bulunduğu, bu formül ile yapılan keklerin iyi bir bombe yapısı kazanarak hiçbir zaman çökmediği, KT₂'nin %2.25 oranı ile yapılan kekin çökmesi sonucu simetri indeksinin negatif bir değer aldığı, KT₂'nin %1.75; KT₄, KT₆ ve KT₈'in %2.25 oranı ile yapılan keklerde indeks değerinin diğerlerine göre daha küçük değerler aldığı ve bu keklerin düze yakın bir üst yüzeye sahip oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.8. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Simetri İndeksi, Gözenek ve Büzülme Değerlerine İlişkin Ortalama Değerler

KT Formül Kodu	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%)					
	0	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25
Simetri İndeksi (mm)						
Kontrol	21 ^{efghij (1)}					
KT ₁		23 ^{bcdefghij}	26 ^{abc}	25 ^{abcde}	23 ^{bcdefghij}	20 ^{hijk}
KT ₂		22 ^{cdefghij}	23 ^{bcdefghij}	20 ^{hijk}	11 ^m	-7 ⁿ
KT ₃		22 ^{cdefghij}	19 ^{jk}	26 ^{abc}	22 ^{cdefghij}	19 ^{jk}
KT ₄		20 ^{hijk}	25 ^{abcde}	22 ^{cdefghij}	21 ^{efghij}	8 ^m
KT ₅		24 ^{bcdefgh}	24 ^{bcdefgh}	23 ^{bcdefghij}	21 ^{efghij}	15 ^l
KT ₆		20 ^{hijk}	25 ^{abcde}	20 ^{hijk}	17 ^{kl}	8 ^m
KT ₇		24 ^{bcdefgh}	21 ^{efghij}	28 ^a	23 ^{bcdefghij}	22 ^{cdefghij}
KT ₈		23 ^{bcdefghij}	24 ^{bcdefgh}	22 ^{cdefghij}	24 ^{bcdefgh}	11 ^m
Büzülme Değeri (mm)						
Kontrol	4.0 ^{cdefg}					
KT ₁		3.0 ^{fghij}	3.0 ^{fghij}	2.7 ^{ghij}	3.3 ^{efghl}	3.0 ^{fghij}
KT ₂		2.0 ^{ij}	3.0 ^{fghij}	3.0 ^{fghij}	3.0 ^{fghij}	3.0 ^{fghij}
KT ₃		3.0 ^{fghij}	2.3 ^{hij}	4.0 ^{cdefg}	4.7 ^{bcde}	2.3 ^{hij}
KT ₄		4.3 ^{bcdef}	2.7 ^{ghij}	3.3 ^{efghl}	1.7 ^j	3.0 ^{fghij}
KT ₅		5.3 ^{bc}	4.7 ^{bcde}	5.7 ^b	3.7 ^{defgh}	3.3 ^{efghl}
KT ₆		3.0 ^{fghij}	3.7 ^{defgh}	2.3 ^{hij}	3.0 ^{fghij}	3.0 ^{fghij}
KT ₇		5.0 ^{bcd}	4.0 ^{cdefg}	5.0 ^{bcd}	4.3 ^{bcdef}	7.0 ^a
KT ₈		4.0 ^{cdefg}	4.3 ^{bcdef}	2.3 ^{hij}	1.7 ^j	2.3 ^{hij}
Gözenek Değeri (0 – 8 puan)						
Kontrol	5.0 ^c					
KT ₁		6.0 ^{abc}	5.3 ^{bc}	6.0 ^{abc}	6.0 ^{abc}	7.0 ^a
KT ₂		6.3 ^{abc}	6.0 ^{abc}	6.3 ^{abc}	3.7 ^d	2.7 ^d
KT ₃		6.0 ^{abc}	5.0 ^c	5.7 ^{abc}	6.0 ^{abc}	6.0 ^{abc}
KT ₄		6.0 ^{abc}	6.7 ^{ab}	7.0 ^a	6.7 ^{ab}	6.0 ^{abc}
KT ₅		5.7 ^{abc}	6.3 ^{abc}	6.7 ^{ab}	6.7 ^{ab}	5.7 ^{abc}
KT ₆		6.3 ^{abc}	6.7 ^{ab}	6.7 ^{ab}	6.7 ^{ab}	6.7 ^{ab}
KT ₇		5.0 ^c	7.0 ^a	6.0 ^{abc}	6.3 ^{abc}	6.0 ^{abc}
KT ₈		6.7 ^{ab}	6.0 ^{abc}	7.0 ^a	6.0 ^{abc}	6.0 ^{abc}

(1) Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Büzülme değerine ait ortalama ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle (Çizelge 4.8.), pandispanyalarda büzülmenin 1.7 mm (KT₄ ve KT₈'in %1.75) ile 7.0 mm (KT₇'nin %2.25) arasında değiştiği görülmüştür. KT₁, KT₂ ve KT₆ kodlu

kabartıcılarla yapılan pandispanyalarda kullanılan KT oranı büzülmeyi etkilememiştir ($p>0.01$). %1.25 KT oranından sonra KT_2 kodlu kabartıcı ile yapılan pandispanyalar diğer kabartıcılarla yapılanlara göre nispeten küçük hacimli olmalarına karşın büzülme bakımından da düşük değerler almıştır. Çünkü bu keklerden gaz kaçıışı daha çok kekin üst yüzeyinden olmuştur (hacimdeki azalma kekin dikey olarak küçülmesi [çökme] şeklinde gerçekleşmiş ve kenarlarda az miktarda büzülme olmuştur). Büzülme miktarının KT_7 'nin %2.25 oranında yapılan kek gibi yüksek olduğu örneklerde, kek hacmindeki gerilemenin kenarlardan gaz kaçıışı ile kekin yatay olarak küçülmesi şeklinde olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.7., 4.8. ve Ek-3'ün incelenmesiyle, farklı bileşimlerde ve oranlardaki kabartma tozlarının pandispanyaların hacimle ilgili değerleri (hacim, özgül hacim, büzülme değeri, hacim-toplam hacim-simetri indeksi değerleri) üzerinde istatistiksel olarak etkili oldukları görülmüştür ($p<0.01$).

Hacimle ilgili 6 farklı değer (hacim, özgül hacim ve büzülme değerleri ile hacim, toplam hacim ve simetri indeksleri) çerçevesinde elde edilen verilerin bir arada incelenmesi ve değerlendirilmesi ile; KT_4 'ün %1.25 ve %1.75, KT_8 'in %1.75 ve KT_5 'in %1.25 oranına sahip keklerin en iyi hacme, KT_2 'nin %2.25 ve %1.75 ile KT_8 'in %2.25 oranında KT içeren formülleri ile yapılan keklerin ise en kötü hacme sahip oldukları görülmüştür. Hamur bileşiminde KT oranının %1.75'den fazla olması durumunda kek hacminin azalmasının fazla KT kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nispeten düşük oranlarda hızlı kabartıcı kullanılmasıyla kek hacminde sağlanan artışın yavaş kabartıcılara göre sınırlı ölçülerde de olsa daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak hızlı kabartıcının belirli bir orandan (%1.25) daha fazla kullanılması durumunda hacimde önemli ölçekte gerilemeye neden olduğu ve hatta bileşiminde hiç KT bulunmayan kontrol kekinin bile gerisine düştüğü belirlenmiştir. Oysa yavaş kabartıcı kullanılmasına hamurun daha toleranslı olduğu ve yavaş kabartıcı kullanıldığında doz aşımının hacimde daha küçük bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Bu nedenle diğer araştırmalarda (LaBaw, 1982; Holmes ve Hosene, 1987; Delcour ve ark., 1991; Lambert ve ark., 1992; Cepeda ve ark., 2000) hızlı kabartıcı bileşiminde yer alan asitlerin yalnız başlarına kullanımının tercih

edilmediğini, bu asitlerin yavaş etkililerle kombine edilerek kullanılmasının uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Pandispanyaların hacim indeksleri ile toplam hacim indeksleri arasında “ $r = 0.941$ ”, matematiksel formül ile belirlenen hacimle hacim indeksi değerleri arasında “ $r = 0.906$ ” düzeyinde pozitif bir korrelasyon olduğu bulunmuştur ($p < 0.01$).

Gözenek Değeri : Farklı bileşimlerde ve oranlarda KT kullanılarak üretilen pandispanyaların gözenek değerlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.8.’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle; KT_2 ’nin %1.75 ve %2.25 oranlarının haricinde kalan diğer formüllerle yapılan keklerde gerek KT formülünün gerekse oranının keklerin gözenek yapısı üzerinde belirgin ve anlamlı bir etkisi belirlenememiştir ($p > 0.01$).

Kek İçi Yumuşaklığı : Kek içi yumuşaklığına ilişkin olarak, kekler fırından çıktıktan 6 ve 24 saat sonra ölçülen penetrometre değerlerine ait ortalama ölçüm sonuçları Çizelge 4.9.’da verilmiştir. Kekler fırından çıktıktan 6 saat sonra, henüz tazeyken, yapılan ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle, KT_2 ile yapılan kekin %0.25; KT_6 ile yapılan kekin %0.75; KT_3 , KT_4 , KT_5 ve KT_8 ile yapılan keklerin %1.25; KT_1 ve KT_7 ile yapılan keklerin ise %1.75 oranına kadar iç yumuşaklığını arttırdığı görülmüştür. KT_2 ve KT_5 ile yapılan keklerin %1.25; KT_4 , KT_6 ve KT_8 ile yapılan keklerin ise %1.75 oranından sonra yumuşaklık değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.9.’un incelenmesiyle de görülebileceği gibi, 6. saat penetrometre ölçümleri; 9.3 ile 15.9 mm, 24. saat penetrometre ölçümleri ise 8.0 ile 13.4 mm arasında değişmektedir. Keklerin 24 saatlik bekleme ile belirgin bir şekilde sertleştikleri ve yumuşaklık değerlerinin 6. saat ölçümlerine göre %10.5 ile %18.9 arasında değişen oranlarda azalma gösterdikleri belirlenmiştir. KT_1 formülü ile yapılan keklerin artan KT oranında hacim azalmasına uğramamalarının yanı sıra penetrometre değerlerinde de bir azalma görülmemiştir. Bununla birlikte KT_1 ile hazırlanan keklerin, hacim bakımından diğer KT formülleriyle hazırlanan keklere göre belirgin olarak düşük değerler almamasına karşılık, yumuşaklık değerleri bakımından diğer KT formülleri ile üretilen keklere göre daha düşük penetrometre değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu duruma, bu formül ile üretilen keklerin pH değerlerinin aynı oran içerisinde yer alan diğer KT formüllerine göre nispeten daha

yüksek çıkmasının ürünün tekstürü üzerinde olumsuz etki (Ash ve Colmey, 1973; Pyler, 1988) yaratmasının yol açtığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Kek İçi Yumuşaklığı (Penetrometre Değerleri) ve Nem İçeriklerine İlişkin Ortalama Değerler

KT Formül Kodu	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%)					
	0	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25

6. Saat Penetrometre Değeri (1/10 mm)

Kontrol	100 a'b'e' ⁽¹⁾					
KT ₁	118 stuvw	121 qrst	124 pqrs	127 nopqr	126 nopqr	
KT ₂	135 hijkl	138 fghij	133 ijklmn	105 yza'	93 d'e'	
KT ₃	120 rstu	121 qrst	144 cdefg	141 defgh	137 ghijk	
KT ₄	124 pqrs	143 cdefg	159 a	153 ab	138 fghij	
KT ₅	111 wxy	141 defgh	149 bc	140 defghi	139 defghi	
KT ₆	123 pqrs	145 cdef	149 bc	143 cdefg	141 defgh	
KT ₇	112 vwx	128 mnopq	130 klmnop	139 defghi	137 ghijk	
KT ₈	119 stuv	129 lmnop	146 cde	146 cde	128 mnopq	

24. Saat Penetrometre Değeri (1/10 mm)

Kontrol	89 e'					
KT ₁	97 b'e'd'	101 za'b'e'	101 za'b'e'	103 za'b'	104 yza'	
KT ₂	114 uvwx	121 qrst	114 uvwx	94 c'd'e'	80 f'	
KT ₃	104 yza'	108 xyz	124 pqrs	119 stuv	113 uvwx	
KT ₄	102 za'b'	125 opqrs	134 hijklm	132 jklmno	119 stuv	

6. Saat Nem İçeriği (%)

Kontrol	32.5 fghijklm					
KT ₁	32.5 fghijklm	33.3 abcde	32.0 klmn	32.5 fghijklm	32.9 bcdefghi	
KT ₂	32.7 defghijkl	33.5 abc	32.2 hijklm	32.9 bcdefghij	32.0 klmn	
KT ₃	33.1 bcdefg	33.5 abc	31.8 mn	32.6 efghijkl	32.5 fghijklm	
KT ₄	32.8 cdefghijk	33.1 bcdefg	32.2 jklm	33.0 bcdefgh	32.2 hijklm	
KT ₅	33.2 abcdef	32.2 hijklm	32.7 defghijkl	32.5 fghijklm	32.4 ghijklm	
KT ₆	33.3 abcde	32.4 ghijklm	32.9 bcdefghi	32.5 fghijklm	32.9 bcdefghi	
KT ₇	33.8 a	32.4 ghijklm	33.0 bcdefgh	32.9 bcdefghi	31.8 mn	
KT ₈	33.4 abcd	33.0 bcdefgh	33.0 bcdefgh	32.6 efghijkl	32.0 klmn	

24. Saat Nem İçeriği (%)

Kontrol	30.2 qrs					
KT ₁	31.4 no	30.5 pqrs	30.9 opq	30.9 opq	30.5 pqrs	
KT ₂	31.1 op	30.6 pqr	30.7 opqr	31.0 op	30.0 rs	
KT ₃	31.1 op	30.9 opq	30.4 pqrs	30.6 pqr	30.0 rs	
KT ₄	31.1 op	30.9 opq	30.2 qrs	30.9 opq	29.8 s	

⁽¹⁾ Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Yumuşaklık değerleri bakımından en iyi sonuçları sırası ile KT_4 'ün %1.25 ve %1.75, KT_5 ve KT_6 'nın %1.25 oranında kullanıldığı kek formülleri vermiştir. Bu durumun oluşmasında, her 3 formülle hazırlanan keklerin hacimle ilgili verilerinin (hacim, özgül hacim, hacim-toplam hacim-simetri indeksi) yüksek çıkmasının yanısıra 2 formülün bileşiminde yer alan başlıca asit bileşen olan sodyum asit pirofosfatın son ürünün nemli ve yumuşak kalmasını sağlama özelliği (Anon., 1991) ile sodyum bikarbonatla reaksiyonu sonucu oluşturduğu CO_2 gazını kek üretiminin her aşamasında salabilme yeteneğinde olan monokalsiyum fosfat anhidratın etkili olduğu düşünülmektedir. KT_2 'nin %2.25 oranı hariç denemede üretilen diğer keklerin yumuşaklık değerleri kontrol kekine göre daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, kek üretiminde kullanılan kabartma tozlarının yumuşaklık üzerinde etkili olduğunu ($p<0.01$) ve belirgin bir biçimde keklerin yumuşaklığını arttırdığını (%5 ile %59 arasında değişen oranlarda) göstermektedir (Çizelge 4.9.).

Kek İçi Nemi .- Pandispanyaların 6. ve 24. saatlere ait nem içeriklerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, fırından çıktıktan 6 saat sonra ölçülen keklerin nem içerik değerleri %31.8 ile %33.8 arasında değişmekte olup, söz konusu örnekler arasındaki nem farkı %2 gibi oldukça düşük bir düzeydedir. Keklerin 24. saat nem içerikleri 6. saattekine göre %1.1 ile %2.9 arasında değişen oranlarda azalma göstermiştir.

Örnekler gerek tazeyken gerekse beklemeyi takiben yapılan ölçümlerin değerlendirilmesiyle, söz konusu değerler üzerinde KT bileşim ve oranlarının belirgin düzeyde etkilerinin olmadığı, örneklerin nem içeriklerinde oluşan farkın tekerrürler içi farklılığın fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Farklı KT formülü ve oranlarıyla keklerin nem içerikleri arasında anlamlı ilişki kurulamamıştır.

Hamur ve Keklerin pH Değerleri .- Hazırlanan kek hamurlarının ve üretilen pandispanyaların ortalama pH değerleri Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelgenin incelenmesiyle aşağıdaki sonuçlara varılmıştır :

Bileşiminde sadece sodyum bikarbonatı bulunduran KT_1 ile hazırlanan hamurların pH değeri aynı kullanım oranı içerisinde yer alan ve bileşiminde asit bulunan KT_2 , KT_3 ve KT_4 ile hazırlanan hamurlara göre daha yüksektir. KT_1 ile yapılan pandispanya denemelerinde hamur bileşimine giren KT_1 oranının artmasına

paralel olarak hamur ve keklerin pH değerleri artmıştır.

Çizelge 4.10. Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Kek Hamurlarının ve Pandispanyaların Ortalama pH Değerleri

KT Formül Kodu	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%)					
	0	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25
Hamur pH'sı						
Kontrol	6.81 ^{ij (1)}					
KT ₁		7.08 ^{cde}	7.78 ^b	7.82 ^b	8.05 ^a	8.06 ^a
KT ₂		6.67 ^k	6.54 ^l	6.37 ^m	6.51 ^l	6.22 ⁿ
KT ₃		6.81 ^{ij}	7.06 ^{def}	7.10 ^{cd}	7.11 ^{cd}	7.17 ^c
KT ₄		6.78 ^j	6.97 ^{fgh}	6.91 ^{ghi}	6.89 ^{hi}	6.99 ^{efg}
Kek pH'sı						
Kontrol	6.67 ^x					
KT ₁		7.31 ^{klm}	8.63 ^d	9.08 ^c	9.25 ^b	9.45 ^a
KT ₂		6.73 ^{vw}	6.85 ^{stu}	6.83 ^{tuv}	6.88 ^{rstu}	6.87 ^{rstu}
KT ₃		6.94 ^{qrs}	7.25 ^{mn}	7.44 ^{hij}	7.63 ^g	7.78 ^f
KT ₄		6.85 ^{stu}	7.15 ^o	7.39 ^{ijk}	7.70 ^{fg}	7.90 ^e
KT ₅		6.80 ^{uvw}	7.03 ^{pq}	7.30 ^{klmn}	7.47 ^{hij}	7.44 ^{hij}
KT ₆		6.71 ^{wx}	6.92 ^{rst}	7.11 ^{op}	7.21 ^{no}	7.37 ^{jkl}
KT ₇		6.96 ^{qr}	7.21 ^{no}	7.52 ^h	7.79 ^f	7.94 ^e
KT ₈		6.86 ^{rstu}	7.03 ^{pq}	7.29 ^{lmn}	7.48 ^{hi}	7.64 ^g

(1) Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Bileşiminde KT olmayan kontrol hamurunun pH değeri 6.81'dir. Hamur formüllerine giren kabartma tozlarının bileşim ve oranına bağlı olarak pH değerlerinde önemli düzeyde değişme olduğu saptanmıştır. Bu durum, kek formülünde kullanılan kabartma tozlarının pH üzerinde etkin bir rol üstlendiklerini göstermektedir. Formüllerde kek hamurunun %0.25-2.25'ini oluşturacak düzeylerde kullanılan kabartma tozları toplam hamur ağırlığı göz önüne alındığında az miktarda kullanılmalarına karşın pH üzerinde belirleyici role sahip oldukları görülmektedir.

Pandispanyaların pH değerleri 6.67 (kontrol keki) ile 9.45 (KT₁, %2.25) arasında değişmektedir. Bileşiminde asit bulunan KT ile hazırlanan keklerin pH değerleri ise 6.71 (KT₆, %0.25) ile 7.94 (KT₇, %2.25) arasındadır. Konuya ilişkin daha önce yapılan araştırmalarda pandispanyaların pH değerlerinin 6.2-7.6 arasında olması gerektiği ancak pH değeri 6'nın altına indiği ya da 8'in üstüne çıktığı

durumlarda pandispanyada istenilmeyen tat, aromanın gelişebileceği (ekşimsi tat ya da sabunsu aroma) bildirilmiştir (Ash ve Colmey, 1973; Pylar, 1988). KT_1 'in %0.25 oranı haricinde kalan diğer oranları ile KT_3 , KT_4 , KT_7 'nin %1.75, %2.25 ve KT_8 'in %2.25 oranı haricinde kalan diğer formüllerle üretilen pandispanyaların ölçülen pH değerlerinin uygun olduğu belirtilen sınırlarda olduğu görülmüştür.

Farklı bileşimlerde ve oranlarda kullanılan kabartma tozlarının, hamur ve keklerin pH değerleri üzerinde etkili olduğu ($p<0.01$) görülmüştür. Benzer koşullarda McComber ve Miller (1976), sülfat-fosfatlı kabartma tozları ile hazırlanan hamur ve keklerin pH değerlerini 7.0 civarında buna karşılık tartaratlı kabartma tozuyla hazırlananların pH değerlerini 6.0-6.3 arasında bulmuşlardır.

Pişme Kaybı Değeri : Farklı bileşimlerde ve oranlarda KT kullanılarak üretilen pandispanyaların pişme kayıpları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Ek-3).

4.4. Yumurtanın Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkileri

Kullanılan yumurta oranının pandispanya nitelikleri üzerindeki etkileriyle ilgili ortalama ölçüm sonuçları Çizelge 4.11. ile Ek-4'te verilmiş ve elde edilen bulgular aşağıda açıklanmıştır.

Kek Hacmi ile İlgili Ölçütler : Çizelge 4.11.'in incelenmesiyle; pandispanya yapımında kek hamuru kütlesinin %11'i (önceki bölümlerde kullanılan düzeyin yarısı) ve %22'si (denemelerin önceki bölümlerinde kullanılan düzeyi) oranında yumurta kullanılmasının hiç yumurta kullanılmayan keklere göre hacmi sırası ile %42 ve %130 oranlarında arttırdığı ($p<0.01$) görülmüştür.

Yumurta ve KT'nin pandispanya hacmi üzerine etkisi bir arada incelendiğinde, hamur formülünde %11 ve daha az oranda yumurta kullanıldığı durumda %1.25 düzeyinde KT kullanılmasının ve KT oranının artırılmasının (%1.75) pandispanya hacminde ek bir artış sağladığı ancak daha yüksek oranda (%22) yumurta kullanılması durumunda ürün hacmi üzerine KT'nin etkisinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.11. Farklı Oranlarda Yumurta ve Kabartma Tozu (KT₁) Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Niteliklerine İlişkin Ortalama Değerler

Kullanılan		Nitelikler									
Yumurta Oranı (%)	KT ₁ Oranı (%)	Hacim (cm ³)	Özgül Hacim (cm ³ /g)	T. Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Bütümlme Değeri (mm)	Gözenek Değeri (0 - 8 puan)	Penetrometre Değeri (1/10 mm)	Nem İçeriği (%)	Hamur pH'sı	Kek pH'sı
0	0	690 ^{h(1)}	1.88 ^h	514 ⁱ	3 ^e	6.7 ^{bc}	2.0 ^c	82 ^{fg}	37.2 ^b	6.32 ^f	5.88 ^g
	1.25	811 ^g	2.21 ^g	529 ^h	9 ^{cd}	8.0 ^{ab}	2.3 ^{bc}	86 ^{ef}	37.7 ^a	7.70 ^c	9.09 ^c
	1.75	855 ^f	2.33 ^f	534 ^g	9 ^{cd}	8.7 ^a	2.7 ^{bc}	90 ^{cde}	37.9 ^a	7.90 ^b	9.22 ^a
11	0	980 ^e	2.60 ^e	559 ^f	8 ^d	8.7 ^a	3.3 ^b	91 ^{cde}	34.7 ^c	6.74 ^e	6.19 ^f
	1.25	1114 ^d	2.96 ^d	578 ^e	12 ^c	5.0 ^{de}	5.7 ^a	92 ^{cd}	34.1 ^d	7.52 ^d	8.88 ^d
	1.75	1226 ^c	3.26 ^c	591 ^d	18 ^b	5.7 ^{cd}	5.3 ^a	95 ^c	34.3 ^{cd}	7.89 ^b	9.15 ^b
22	0	1580 ^b	4.17 ^b	638 ^c	21 ^a	4.0 ^{ef}	5.0 ^a	100 ^b	32.5 ^{fg}	6.81 ^e	6.67 ^e
	1.25	1692 ^a	4.43 ^a	652 ^b	25 ^a	2.7 ^f	6.0 ^a	124 ^a	32.0 ^g	7.82 ^b	9.08 ^c
	1.75	1717 ^a	4.51 ^a	662 ^a	23 ^a	3.3 ^f	6.0 ^a	127 ^a	32.5 ^{fg}	8.05 ^a	9.25 ^a

(1) Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Kabartma tozu kullanılmasının ürün hacmini hiç yumurta kullanılmayan keklerde en fazla %24 oranında; %11 yumurta kullanılan keklerde %25 oranında; %22 yumurta kullanılan keklerde ise %9 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Her iki bileşen en yüksek oranda (yumurta %22, KT %1.75) kullanıldığında pandispanya hacmi üzerinde yumurtanın %87, KT'nin ise %13'lük bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Diğer hacim ölçütleri (özümlü hacim, hacim indeksi ve toplam hacim indeksi) ölçüm sonuçlarının da benzer olduğu (Çizelge 4.11.), yumurta ve KT kullanılmayan örneklerde $1.88 \text{ cm}^3/\text{g}$ olan özümlü hacim değerinin %22 yumurta ve %1.75 KT kullanılan örneklerde $4.51 \text{ cm}^3/\text{g}$ 'a çıktığı (özümlü ağırlığın 0.22 g/cm^3 'e düştüğü) görülmüştür.

Simetri indeksi değerlerinin incelenmesiyle (Çizelge 4.11.), yumurta ve KT kullanılmayan hamurlarla yapılan keklerin üst yüzeylerinin hemen hemen düz bir görüntüye sahip olmasına karşılık yumurta kullanımıyla hacmin artmasının yanı sıra üst yüzeydeki bombenin de büyüdüğü görülmüştür.

Çizelge 4.11.'in incelenmesiyle, formülde yer alan yumurta oranının artmasına koşut olarak keklerin büzülme miktarının azaldığı görülmüştür ($p<0.01$). Büyük hacimli keklerde genellikle büzülmenin azaldığı görülmüştür. Stinson (1986)'da benzer görüşler belirtmiştir. %11 ve %22 oranında yumurta içeren kek örneklerinde hamur bileşimine KT girmesi ile birlikte büzülme miktarının azaldığı görülmüştür. Çünkü KT'nin oluşturduğu gaz, hamura stabil ve güçlü bir yapı kazandıran yumurtanın etkisiyle hamurda tutulmuş ve böylece gaz kaçıışı azalarak büzülmenin az miktarda olduğu kekler üretilmiştir.

Pandispanya yapımında kullanılan yumurta oranının ürünün hacimle ilgili değerleri üzerinde etkili olduğu ($p<0.01$) görülmüştür (Çizelge 4.11. ve Ek-4). Hacimle ilgili ölçüm sonuçlarının birlikte incelenmesiyle, pandispanya tipi keklerde ürün hacmi üzerinde birinci dereceden etkili faktörün yumurta olduğu ve KT'nin ürün hacmini sınırlı ölçüde arttırdığı görülmüştür. Kek formülünde %22 oranında yumurta kullanılması durumunda hamur bileşimindeki KT oranının %1.25'den %1.75'e çıkarılmasının hacim üzerinde ayrıca olumlu etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11.). Yumurtanın çırpılma aşamasında albumin başta olmak

üzere diğer yumurta proteinlerinin hafifleyip köpük yapısı oluşturmaları ve hapsedtikleri hava miktarının artmasıyla doğru orantılı olarak ürünün özgül hacminin yükseldiği görülmüştür. Pandispanya formülünde yer alan yumurta oranının artmasıyla keklerin büzülme miktarının azalmasına yumurta proteinleri ile lesitin hamurda oluşan matriks yapısını kuvvetlendirip gaz kaçışını engelleyerek hamurun gaz tutma yeteneğini arttırmasının neden olduğu düşünülmektedir. Buna karşılık bileşiminde hiç yumurta bulunmayan kekler hamurdaki protein matriksinin zayıf olması nedeniyle daha fazla büzülmektedir.

Gözenek Değeri : Yumurtanın pandispanya gözenek değeri üzerindeki etkilerini gösteren ölçüm sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Formülde yer alan yumurta miktarının artmasıyla artan ($p<0.01$) gözenek değerleri, hiç yumurta kullanılmayan formüllerde en düşük puanları (2.0-2.7) almıştır. %11 yumurta içeren keklerden bileşiminde KT kullanılan örnekler ile %22 yumurta içeren kek örnekleri arasında gözenek değeri bakımından önemli bir fark görülmemiştir ($p>0.01$). %11 oranında yumurta kullanılarak yapılan keklerin gözenek yapılarında meydana gelen iyileşmenin çok belirgin düzeylerde olmasına karşılık yumurta oranının %11'den %22'ye çıkarılmasıyla gözenek yapısında meydana gelen iyileşmenin sınırlı ölçülerde olduğu görülmüştür. Ayrıca, yumurta kullanılmayan keklerin gözenek yapısının çok kötü olduğu ve bu kekler ile %11 yumurta içeren fakat KT içermeyen keklerin gözenek yapılarının benzer düzeylerde olduğu görülmüştür. Kullanılan KT oranının artmasının keklerin gözenek yapısında sınırlı ölçülerde de olsa iyileştirici etkide bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8. ve 4.11.).

Kek İçi Yumuşaklığı : Çizelge 4.11.'in incelenmesiyle; hamur bileşimindeki yumurta oranının artmasıyla kek içi yumuşaklıklarının da arttığı ($p<0.01$) belirlenmiştir. Kek hamuru kütlesinin %11'i ve %22'si oranında yumurta kullanılmasının hiç yumurta kullanılmayan keklere göre yumuşaklığı sırası ile %11 ve %22 oranlarında arttırdığı görülmüştür.

Kabartma tozunun yumurta kullanılmayan ve yumurta kullanılan kek örneklerinin tümünde yumuşaklığı arttırdığı ancak KT oranının %1.25'den %1.75'e çıkarılmasının yumuşaklıkta ek bir artış meydana getirmediği görülmüştür ($p>0.01$).

Pandispanyaların 6. ve 24. saatlerdeki penetrometre değerlerinin karşılaştırılmasıyla penetrometre değerinin 1.0 ile 2.5 mm (%11-19) arasında değişen düzeylerde azaldığı görülmüştür.

Kek İçi Nemi - Keklerin 6. ve 24. saat nem içeriklerine ilişkin ortalama ölçüm sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle, kek üretiminde kullanılan yumurta oranının ürünün nem içeriği üzerinde etkili olduğu ($p<0.01$), 6. saat ölçümlerinde keklerin nem içeriklerinin %32.0 ile %37.9 arasında değiştiği, en yüksek değer ile en düşük değer arasında %5.9 fark olduğu ve formülde kullanılan yumurta düzeyi azaldıkça keklerin nem içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Bunun başlıca nedeni, formülde azaltılan yumurta miktarına karşılık su miktarının artmış olmasıdır.

Keklerin 24. saat nem içerikleri, 6. saate göre %1.6-4.3 arasında bir azalma göstermiştir. Yumurtanın hiç kullanılmadığı keklerde 24 saat bekleme süresince nem içeriğinin daha fazla düşüş gösterdiği ve bu keklerin diğer keklere (%11 ve %22 yumurta içeren kekler) göre daha hızlı nem yitirdikleri görülmüştür. Bu duruma, suyun formülde daha fazla miktarda yer alması ve ortamda hidrofilik (su bağlayıcı) karakterde madde (yumurta proteinleri) bulunmaması sonucu suyun serbest halde kalmasının neden olduğu düşünülmektedir. Oysa %11 ve %22 oranlarında yumurta içeren kek formüllerinde, hamurdaki suyun yumurta proteinleri tarafından tutularak bağlı halde olması sonucu pişme sırasında üründen buharlaşan nem miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Hamur ve Keklerin pH Değerleri - Çizelge 4.11.'de verilen hamur ve kek pH'larına ilişkin ortalama ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle, kullanılan yumurta oranının hamur ve keklerin pH'sı üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu ($p<0.01$) ve bileşiminde KT olmayan formüllerde yumurta miktarının artmasına paralel olarak hamur ve kek pH'larının artış gösterdiği [Bu etki yumurtanın tabii alkaliliğinden kaynaklanmaktadır. Taze yumurta akının pH'sı yaklaşık 9.0, yumurta sarısının pH'sı 6.6 ve tüm yumurtanın pH'sı ise 7.6'dır (Matz, 1992).] belirlenmiştir.

Bileşiminde KT bulunmayan formüllerde kek pH değerlerinin, hamur pH'larına göre daha düşük olduğu fakat bikarbonat bulunan keklerde ise bu durumun aksinin olduğu (Bikarbonatlı formüllerde deneme süresince üretilen tüm keklerin pH

değerleri hamurların pH değerinden çok daha yüksek çıkmıştır.) görülmüştür. Bu durumlara sırası ile hamur formülünde kullanılan. suyun pişme sırasında yaklaşık %12 oranında (Ek-4) buharlaşması ile kek kitlesindeki asit konsantrasyonunun artması ve bikarbonat kullanıldığında suyun uçması ile ortamdaki bikarbonat (alkali) konsantrasyonunun artmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Pişme Kaybı Değeri – Keklerin pişme kayıplarına ilişkin ortalama değerler Ek-4'te verilmiştir. Pişme kaybına ait ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle, kullanılan yumurta oranının keklerin pişme kaybı değeri üzerinde etkili olduğu ($p<0.01$) ve yumurta içermeyen keklerin pişme kaybı değerinin yumurta içeren keklerle göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu hususta başlıca 2 etmenin etkili olduğu düşünülmektedir: 1. Yumurta proteinlerinin su bağlayıcı etkisi, 2. Yumurta kullanılmayan formüllerde yumurtadan azalan hamur kitlesinin su ile tamamlanması sonucunda serbest su miktarının (su aktivitesinin) artması.

4.5. Hamurun Fırına Konulmasında Gecikilmesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerindeki Etkileri

Hamurun fırına konulmasında meydana gelebilecek kısa süreli (10 dakika) gecikmelerin ürün nitelikleri üzerindeki olası etkilerini incelemeye yönelik denemelerde elde edilen ortalama ölçüm sonuçları Çizelge 4.12., 4.13. ve Ek-5'te verilmiştir.

Kek Hacmi ile İlgili Ölçütler – Bu gruptaki ölçümler olan hacim, özgül hacim ve büzülme değerleri ile hacim, toplam hacim ve simetri indekslerine ait ortalama bulgular Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, hamurun pişirme öncesinde kısa süre beklemesinin pandispanya hacimleri üzerinde anlamlı ve önemli bir etkisi belirlenememiştir. Bunun nedeni, bileşiminde yaklaşık %22 oranında yumurta içeren pandispanya hamurunda yumurta proteinleri (albumin) ve yüzey aktif maddenin (lesitin) hamur matriksini güçlendirmesi ve stabilitesini artırmasıdır (10 dakika beklemeyi hamur tolere edebilmektedir).

Çizelge 4.12. Hazırlanan Pandispanya Hamurunun Fırına Konulmasında 10 Dakika Gecikilmesinin Ürünün Hacim, Özgül Hacim, Toplam Hacim İndeksi ve Simetri İndeksi ile Büzülme ve Gözenek Değerleri Üzerine Etkisi

KT Formül Kodu	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%) ve Hamurun Bekleme Süresi (dakika)					
	%0.25		%1.25		%2.25	
	0	10	0	10	0	10
Hacim (cm ³)						
KT ₁	1614 ^{ij (1)}	1602 ^j	1692 ^{defg}	1647 ^{hi}	1706 ^{cdef}	1655 ^{ghi}
KT ₂	1727 ^{bcd}	1757 ^b	1710 ^{cde}	1753 ^b	1332 ^l	1277 ^m
KT ₃	1620 ^{ij}	1657 ^{ghi}	1746 ^{bc}	1708 ^{cdef}	1666 ^{fgh}	1658 ^{ghi}
KT ₄	1684 ^{efgh}	1651 ^{ghi}	1820 ^a	1759 ^b	1535 ^k	1532 ^k
Özgül Hacim (cm ³ /g)						
KT ₁	4.27 ^{ghi}	4.24 ⁱ	4.43 ^{def}	4.33 ^{fghi}	4.47 ^{de}	4.34 ^{fghi}
KT ₂	4.53 ^{cd}	4.61 ^{bc}	4.51 ^{cd}	4.62 ^{bc}	3.52 ^k	3.37 ^l
KT ₃	4.25 ^{hi}	4.34 ^{fghi}	4.60 ^{bc}	4.51 ^{cd}	4.39 ^{efg}	4.36 ^{efgh}
KT ₄	4.42 ^{def}	4.32 ^{fghi}	4.81 ^a	4.67 ^b	4.06 ^j	4.06 ^j
Toplam Hacim İndeksi (mm)						
KT ₁	644 ^{jk}	642 ^k	652 ^{gh}	651 ^{ghi}	665 ^c	660 ^{de}
KT ₂	660 ^{de}	662 ^{cd}	666 ^c	672 ^b	631 ^l	627 ^l
KT ₃	646 ^{ijk}	648 ^{hij}	660 ^{de}	659 ^{de}	657 ^{ef}	660 ^{de}
KT ₄	659 ^{de}	654 ^{fg}	682 ^a	678 ^a	650 ^{ghi}	651 ^{ghi}
Simetri İndeksi (mm)						
KT ₁	23 ^{abcd}	23 ^{abcd}	25 ^{ab}	21 ^{cdefgh}	20 ^{defghi}	19 ^{ghi}
KT ₂	22 ^{bcdef}	24 ^{abc}	20 ^{defghi}	19 ^{ghi}	-7 ^k	-9 ^k
KT ₃	22 ^{bcdef}	25 ^{ab}	26 ^a	23 ^{abcd}	19 ^{ghi}	18 ⁱ
KT ₄	20 ^{defghi}	22 ^{bcdef}	22 ^{bcdef}	19 ^{ghi}	8 ^j	6 ^j
Büzülme Değeri (mm)						
KT ₁	3.0 ^{def}	3.0 ^{def}	2.7 ^{ef}	3.0 ^{def}	3.0 ^{def}	3.3 ^{cde}
KT ₂	2.0 ^f	2.3 ^{ef}	3.0 ^{def}	2.3 ^{ef}	3.0 ^{def}	5.3 ^{ab}
KT ₃	3.0 ^{def}	3.0 ^{def}	4.0 ^{cd}	4.3 ^{bc}	2.3 ^{ef}	2.3 ^{ef}
KT ₄	4.3 ^{bc}	5.7 ^a	3.3 ^{cde}	4.0 ^{cd}	3.0 ^{def}	2.7 ^{ef}
Gözenek Değeri (0 – 8 puan)						
KT ₁	6.0 ^{abc}	6.0 ^{abc}	6.0 ^{abc}	5.3 ^{bcd}	7.0 ^a	6.0 ^{abc}
KT ₂	6.3 ^{abc}	6.7 ^{ab}	6.3 ^{abc}	6.7 ^{ab}	2.7 ^e	2.3 ^e
KT ₃	6.0 ^{abc}	6.3 ^{abc}	5.7 ^{abcd}	5.7 ^{abcd}	6.0 ^{abc}	6.3 ^{abc}
KT ₄	6.0 ^{abc}	6.7 ^{ab}	7.0 ^a	5.0 ^{cd}	6.0 ^{abc}	4.3 ^d

(1) Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Gözenek Değeri : Çizelge 4.12.'nin incelenmesiyle, hamurun 10 dakika bekletilmesinin; KT₄'ün %1.25 ve %2.25 oranında kullanılmasıyla yapılan pandispanyalarda gözenek yapısını olumsuz etkilediği (p<0.01) belirlenmiş, diğer örneklerde ise önemli bir farklılık belirlenememiştir (p>0.01).

Kek İçi Yumuşaklığı : Çizelge 4.13.'ün incelenmesiyle, hamurun fırına konulmadan önce beklemesinin; KT₂'nin %1.25 oranında kullanıldığı pandispanyalarda yumuşaklık değerini arttırdığı, buna karşılık KT₂'nin %0.25, KT₃ ve KT₄'ün %1.25, KT₂ ve KT₃'ün %2.25 oranında kullanıldığı pandispanyalarda yumuşaklık değerini azalttığı ve bu azalmanın maksimum %11 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Diğer pandispanyalarda ise hamurun bekletilmesinin yumuşaklık üzerine etkisi önemsiz (p>0.01) bulunmuştur. Hamurun fırına konulmadan önce beklemesinin; KT₁ ile yapılan keklerde 6. saat, KT₃ ve KT₄ ile yapılan keklerde ise 24. saat yumuşaklık değerlerini istatistiksel bakımdan olumsuz etkilemediği görülmüştür.

Kek İçi Nemi : Keklerin 6. saatteki nem içeriklerinin incelenmesiyle (Çizelge 4.13.), hamurun bekletilmesinin bazı pandispanyalarda farklılık meydana getirdiği, bazılarında ise getirmediği görülmüştür. 24. saate ait ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle, pandispanyaların nem içeriklerinde gerileme eğilimi görülmekle beraber istatistiksel değerlendirmede anlamlı ve önemli bir fark belirlenememiştir.

Hamur ve Keklerin pH Değerleri : Çizelge 4.13.'teki hamur pH değerlerinin incelenmesiyle, hızlı ve yavaş etkili KT bileşimlerinin (KT₂ ve KT₄) %1.25 ve %2.25 oranlarında kullanması ile hazırlananların haricinde kalan hamurlarda hamurun beklemesi pH değerlerini etkilememiştir (p>0.01). Buna karşılık KT₁ ve KT₃'ün %1.25, KT₂ ve KT₃'ün %2.25 oranlarında kullanılması suretiyle hazırlanan pandispanyaların haricinde kalan diğer pandispanyalarda hamurun bekletilmesi kek pH'larını etkilemiştir (p<0.01). Hamur ve keklerin pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fakat anlamsız bir fark olduğu görülmüştür. KT₄ ile hazırlanan hamur ve keklerin pH değerleri artan KT düzeyi ile artış göstermiş buna karşılık hamurun fırına konulmadan önce beklemesiyle azalma göstermiştir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Hazırlanan Pandispanya Hamurunun Fırına Konulmasında 10 Dakika Gecikilmesinin Ürünün Penetrometre Değerleri (Yumuşaklık), Nem İçerikleri ve pH Değerleri Üzerine Etkisi

KT	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%) ve Hamurun Bekleme Süresi (dakika)					
Formül	%0.25		%1.25		%2.25	
Kodu	0	10	0	10	0	10

6. Saat Penetrometre Değeri (1/10 mm)

KT ₁	118 ^{klm (1)}	115 ^{lmn}	124 ^{hijk}	118 ^{klm}	126 ^{gh}	127 ^{fgh}
KT ₂	135 ^{cde}	120 ^{ijkl}	133 ^{cdef}	146 ^b	93 st	84 ^u
KT ₃	120 ^{ijkl}	125 ^{ghı}	144 ^b	132 ^{def}	137 ^{cd}	128 ^{fgh}
KT ₄	124 ^{hijk}	118 ^{klm}	159 ^a	148 ^b	138 ^{cd}	138 ^{cd}

24. Saat Penetrometre Değeri (1/10 mm)

KT ₁	97 ^{rs}	89 ^t	101 ^{qr}	97 ^{rs}	104 ^{pq}	111 ^{no}
KT ₂	114 ^{lmn}	100 ^{qr}	114 ^{lmn}	130 ^{efgh}	80 ^u	73 ^v
KT ₃	104 ^{pq}	103 ^{pqr}	124 ^{hijk}	125 ^{ghı}	113 ^{mno}	108 ^{op}
KT ₄	102 ^{qr}	100 ^{qr}	134 ^{cde}	131 ^{efg}	119 ^{jklm}	119 ^{jklm}

6. Saat Nem İçeriği (%)

KT ₁	32.5 ^{abcdef}	32.1 ^{fg}	32.0 ^{fg}	32.1 ^{fg}	32.9 ^{ab}	32.9 ^{ab}
KT ₂	32.7 ^{abcd}	32.7 ^{abcd}	32.2 ^{defg}	32.4 ^{bcdef}	32.0 ^{fg}	32.1 ^{fg}
KT ₃	33.1 ^a	32.9 ^{ab}	31.8 ^{gh}	32.4 ^{bcdef}	32.5 ^{abcde}	32.4 ^{bcdef}
KT ₄	32.8 ^{abc}	32.9 ^{ab}	32.2 ^{defg}	32.4 ^{bcdef}	32.2 ^{defg}	32.9 ^{ab}

24. Saat Nem İçeriği (%)

KT ₁	31.4 ^{hi}	30.0 ^{mno}	30.9 ^{ijk}	30.3 ^{lmno}	30.5 ^{klmn}	30.5 ^{klmn}
KT ₂	31.1 ^{ij}	30.6 ^{jklm}	30.7 ^{jkl}	30.2 ^{lmno}	30.0 ^{mno}	30.2 ^{lmno}
KT ₃	31.1 ^{ij}	30.7 ^{jkl}	30.4 ^{klmn}	30.2 ^{lmno}	30.0 ^{mno}	30.0 ^{mno}
KT ₄	31.1 ^{ij}	30.5 ^{klmn}	30.2 ^{lmno}	30.2 ^{lmno}	29.8 ^o	30.5 ^{klmn}

Hamur pH'sı

KT ₁	7.08 ^e	7.10 ^{de}	7.82 ^b	7.89 ^b	8.06 ^a	8.03 ^a
KT ₂	6.67 ^{kl}	6.65 ^l	6.37 ⁿ	6.61 ^l	6.22 ^o	6.47 ^m
KT ₃	6.81 ^{hij}	6.83 ^{ghı}	7.10 ^{de}	7.04 ^{ef}	7.17 ^{cd}	7.20 ^c
KT ₄	6.78 ^{ij}	6.73 ^{jk}	6.91 ^g	6.80 ^{hij}	6.99 ^f	6.88 ^{gh}

Kek pH'sı

KT ₁	7.31 ^h	7.41 ^{fg}	9.08 ^c	9.01 ^c	9.45 ^a	9.26 ^b
KT ₂	6.73 ^l	6.60 ^m	6.83 ^k	6.66 ^{lm}	6.87 ^{jk}	6.89 ^{jk}
KT ₃	6.94 ^j	6.71 ^l	7.44 ^f	7.37 ^{fgh}	7.78 ^e	7.78 ^e
KT ₄	6.85 ^k	6.68 ^{lm}	7.39 ^{fgh}	7.18 ⁱ	7.90 ^d	7.33 ^{gh}

(1) Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Kullanılan KT bileşimi ve oranının hamur ve kek pH'ları üzerinde etkili olduğu, elde edilen sonuçların; iki önceki deneme grubunda hazırlanan hamurların ve üretilen keklerin pH değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10. ve 4.13.).

Pişme Kaybı Değeri :- Ek-5'in incelenmesiyle, hamurun bekletilmesinin pandispanyaların pişme kayıplarında fark oluşturmadığı görülmüştür ($p>0.01$).

Hamurun 10 dakika bekletilmesi suretiyle üretilen keklerin aynı formülün hiç bekletilmeden doğrudan fırına verildiği kek örnekleriyle karşılaştırmalarının yapıldığı çizelgelerin (Çizelge 4.12., 4.13. ve Ek-5) incelenmesiyle aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

-Keklerin hacimle ilgili olan değerleri üzerinde hamurun pişirme öncesinde 10 dakika bekletilmesinin hiç bekletilmeden üretilen keklere göre belirgin bir fark oluşturmadığı, bununla birlikte hamuru bekletilen keklerin hacimlerinin bekletilmeyenlere göre genellikle azalma gösterdiği ve bu azalmanın %1 ile %4 gibi düşük düzeyler arasında olduğu,

-KT₄'ün %1.25 ve %2.25 oranlarında KT içeren formüllerin haricinde kalan diğer 10 formülde hamurun bekletilmesinin keklerin gözenek yapısını etkilemediği,

-Beklenildiği gibi, hamurun bekletilmesinin pandispanyaların nem ve pişme kaybı değerleri üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı ve

-Sonuç olarak, pandispanya hamurunun fırına konulmasında kısa süre gecikilmesinin ürün kalitesine çok belirgin olumsuz bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın değişik aşamalarında elde edilen bulguların bir arada incelenmesi ve değerlendirilmesiyle aşağıdaki düşünce, görüş ve sonuçlara varılmıştır:

Pandispanya tipi keklerde ürün hacmi üzerinde en etkili etmenin (bileşenin) yumurta olduğu, pandispanya yapımında formülde kullanılan yumurta oranının artırılmasının (%0'dan %11 ve %22'ye) ürünün hacim, gözenek ve yumuşaklık değerlerini arttırdığı ($p<0.01$), hacimdeki artışın hiç yumurta kullanılmayan keklerle göre sırası ile %42 ve %130 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Pandispanya hamurunun %11'i düzeyinde yumurta kullanılması durumunda KT_1 kodlu kabartıcının ürün hacmini %25 oranında, %22 düzeyinde yumurta kullanılması durumunda ise ürün hacmini %9 oranında arttırdığı belirlenmiş ve kek formülünde kullanılan yumurta oranının artmasına paralel olarak ürün hacmi üzerine kabartma tozunun etkisinin azaldığı görülmüştür. Hiç yumurta kullanılmayan keklerin özgül ağırlıklarının 0.53 g/cm^3 olduğu, %11 yumurta kullanıldığında bu değer 0.38 g/cm^3 'e, %22 yumurta kullanıldığında ise ürünün özgül ağırlığının 0.22 g/cm^3 'e kadar düşerek daha hafif ve daha büyük hacimli bir pandispanya üretilbildiği görülmüştür.

Kabartma tozlarının pandispanya hacmi üzerindeki etkisi sınırlı ölçülerdedir. Hiç yumurta kullanılmadan yapılan keklerde kabartıcı kullanımı ile sağlanabilen hacim artışı %24 kadar olup %22 yumurta kullanılan formüllerde ise en fazla %13'lük bir artış sağlanabilmektedir. Pandispanya formülüne kabartma tozu ilavesi ile kek içi yumuşaklık değerlerinin arttığı ($p<0.01$) buna karşılık gözenek yapısında meydana gelen iyileşmenin sınırlı ölçülerde olduğu belirlenmiştir. Denemelerde en yüksek hacim ve yumuşaklık değerlerine KT_4 (sodyum asit pirofosfat + sodyum bikarbonat) ve KT_5 (potasyum bitartarat + monokalsiyum fosfat anhidrat + sodyum bikarbonat)'in %1.25 oranında, KT_8 (potasyum bitartarat + monokalsiyum fosfat anhidrat + sodyum asit pirofosfat + sodyum bikarbonat)'in %1.75 oranında kullanılmasıyla yapılan pandispanyaların (sırasıyla; 1820, 1779, 1797 cm^3) sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4.7. ve 4.9.). Bu formülleri izleyen büyük hacimli örneklerin KT_5 ve KT_6 (potasyum bitartarat + sodyum asit pirofosfat + sodyum

bikarbonat)'nın %0.75 oranında, KT_3 (monokalsiyum fosfat anhidrat + sodyum bikarbonat) ve KT_8 'in ise %1.25 oranında kullanılmasıyla yapılan pandispanyalar (sırasıyla 1749, 1748, 1746, 1748 cm^3) oldukları belirlenmiştir.

Pandispanya hamurunun fırına konulmasında meydana gelebilecek kısa süreli gecikmelerin (10 dakika) pandispanya niteliklerinde önemli bir gerilemeye neden olmadığı belirlenmiştir.

Kek üretiminde kullanılan fırının gösterge değerleri ile fırın içinin gerçek sıcaklığının aynı olmadığı, fırın sıcaklığına bağlı olarak (sıcaklığın yükselmesiyle gösterge ile fırın içi sıcaklığında oluşan fark artmaktadır) iki değer arasındaki farkın 16 ile 39 °C arasında değiştiği belirlenmiştir.

Pandispanya yapımında hamur sıcaklığının 33 °C çevresinde olmasının daha düşük sıcaklıklarda (20-25 °C) hazırlanan hamurlara göre daha büyük hacimli ürün üretimini mümkün kıldığı (%131'e kadar hacim artışı) belirlenmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar ışığında :

- Genellikle %30-55 arasında yumurta kullanılarak pandispanya yapılmasına (Bennion ve Bamford, 1992; Baeva ve ark., 2000) karşın uygun koşullarda ve uygun işlemlerin uygulanması ile %20-25 düzeyinde yumurta kullanılarak da beğenilir nitelikte, büyük hacimli, hoş aromalı pandispanyaların üretilebileceği; bu suretle hem maliyetin düşürülebileceği hem de ürünlerdeki keskin yumurta tat ve aromasının hafifletilebileceği, ayrıca;
- Böyle bir pandispanyanın yapımında yavaş etkili bir asidik tuz olan sodyum asit pirofosfat ve sodyum bikarbonat kombinasyonu ile hazırlanan kabartma tozunun yaklaşık %1.25 oranında kullanılmasının uygun olabileceği, hızlı etkili asit tuzlarının yalnız başlarına değil, orta ve/ya da yavaş etkili asitlerle (sırası ile monokalsiyum fosfat anhidrat ve sodyum asit pirofosfat) kombine edilerek çift etkili kabartma tozu bileşimlerinde kullanılmasının,
- Pandispanya hamuru hazırlanırken hamur sıcaklığının 33 °C civarında olmasının,
- Ev tipi fırınlardaki sıcaklık gösterge değerleri ile fırın içi sıcaklığının aynı olmaması nedeniyle değişik boyut ve tiplerdeki keklerin pişirilmesi için uygun sıcaklık gösterge değerlerinin ön denemelerle belirlenmesinin,

- Keklerin pişirme sonrasında dinlendirilmesi ve muhafazası sırasında fazla nem kaybından ve yapışkan bir tekstürden kaçınmak için önce (yaklaşık 20 dakika kadar) kalıpta soğutulması sonra kalıptan boşaltılan keklerin tel ızgara üzerinde oda sıcaklığına gelene değin (yaklaşık 40 dakika) soğutulması ve daha sonra tahta dolaplar içerisinde, tel ızgaralar üzerinde bekletilmesinin uygun ve yararlı olacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- AACC, 1983. Method 10-90, Method 10-91. The Association: St. Paul, MN, U.S.A.
- ABELLANA, M., MAGRI, X., SANCHIS, V., and RAMOS A. J., 1999. Water Activity and Temperature Effects on Growth of *Eurotium amstelodami*, *E. chevalieri* and *E. herbariorum* on a Sponge Cake Analogue. International Journal of Food Microbiology, 52 (1999):97-103.
- ALTAN, A., 1990. Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 107s.
- ALTAN, A., 1997. Özel Gıdalar (Şeker, Kakao ve Çikolata, Şekerleme, Çay, Kahve) Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 251s.
- ALTUĞ, T., OVA, G., DEMİRAĞ, K., ELMACI, Y., ZORBA, M., BAHAR, B., GÜR, E., ve UYSAL, V., 2001. Kabartma Ajanları (T. ALTUĞ editör). Gıda Katkı Maddeleri, Meta Basım, İzmir, s.277-278.
- ANONYMOUS, 1991. Kimyasal Kabartma Tozlarının Bileşimleri ve Kullanıldığı Yerler. Un Mamülleri Dünyası, 1(2):29.
- ANONYMOUS, 1994. Kimyasal Kabartıcılar. Un Mamülleri Dünyası, 3(3):21-22.
- ANONYMOUS, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Resmi Gazete, 16 Kasım 1997 tarih, 23172 sayı. Ankara.
- ANONYMOUS, 1999. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Buğday Unu Tebliği. Resmi Gazete, 17 Şubat 1999 tarih, 23614 sayı. Ankara.
- ANONYMOUS, 2000. Cake Ingredient Functions, Formula Balancing, Mixing Procedures and Small Quantity Baking Cake Formulas. Baking and Baking Science. <http://users.accesscomm.net/prejean/Cakes.htm>
- ANONYMOUS, 2002. Chemical Leaveners. Baking Update, 1(12):1-2.
- AROZARENA, I., BERTHOLO, H., EMPIS, J., BUNGER, A., and SOUSA, I. D., 2001. Study of the Total Replacement of Egg by White Lupine Protein, Emulsifiers and Xanthan Gum in Yellow Cakes. European Food Research and Technology, 2001(213):312-316.

- ASH, D. J., and COLMEY, J. C., 1973. The Role of pH in Cake Making. *The Bakers Digest*, (2):36-42.
- BAEVA, M. R., PANCHEV, I. N., and TERZIEVA, V. V., 2000. Comparative Study of Texture of Normal and Energy Reduced Sponge Cakes. *Nahrung*, 44(2000):242-246.
- BAIK, O. D., SABLANI, S. S., MARCOTTE, M., and CASTAIGNE, F., 1999. Modeling the Thermal Properties of a Cup Cake During Baking. *Journal of Food Science*, 64(2):295-299.
- BAKER, J. C., and MIZE, M. D., 1942. The Relation of Fats to Texture, Crumb and Volume of Bread. *Cereal Chemistry*, 19:84-88.
- BAKER, B. A., DAVIS, E. A., and GORDON, J., 1990. The Influence of Sugar and Emulsifier Type During Microwave and Conventional Heating of a Lean Formula Cake Batter. *Cereal Chemistry*, 67(5):451-457.
- BATH, D. E., SHELKE, K., and HOSENEY, R. C., 1992. Fat Replacers in High-Ratio Layer Cakes. *Cereal Foods World*, 37(7):495-500.
- BAYSAL, A., 2002. Beslenme. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 520s.
- BENNION, E. B., and BAMFORD, G. S. T., 1997. *The Technology of Cake Making*. Chapman and Hall, London, 421p.
- BIRNBAUM, H., 1978. Surfactants and Shortenings in Cake Making. *The Bakers Digest*, (2):28-38.
- BİLGİN, S., COŞKUNER, Y., ve KARABABA, E., 2002. Tritikale ve Ekmeklik Buğday Paçallarının Kek Kalitesi (M. BAYRAM, ve H. BOZKURT editörler). *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, Gaziantep*, s.327-337.
- BLAEDEL, W. J., and MELOCHE, V. W., 1957. *Elementary Quantitative Analysis*. Row, Peterson and Company, U.S.A., 826p.
- CEPEDA, M., WANISKA, R. D., ROONEY, L. W., and BEJOSANO, F. P., 2000. Effects of Leavening Acids and Dough Temperature in Wheat Flour Tortillas. *Cereal Chemistry*, 77(4):489-494.
- CLOKE, J. D., DAVIS, E. A., and GORDON, J., 1984. Volume Measurements Calculated by Several Methods Using Cross-Sectional Tracings of Cake. *Cereal Chemistry*, 61(4):375-377.

- CONN, J. F., 1981. Chemical Leavening Systems in Flour Products. *Cereal Foods World*, 26(3):119-123.
- ÇELİK, İ., ve KOTANCILAR, H. G., 1995. Kimyasal Kabartıcılar ve Fırın Ürünlerindeki Fonksiyonları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(3):451-459.
- ÇELİK, İ., ve KOTANCILAR, H. G., 1997. Farklı Bileşimdeki Kabartma Tozlarının Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. *Un Mamulleri Dünyası*, 6(5-6):5-13.
- ÇELİK, İ., EKİNCİ, R., ve IŞIK, F., 1998. Farklı Mikser Devri ve Köpük Oluşturma Sürelerinin “Angel Food” Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 7(3):4-12.
- ÇELİK, İ., ÇAKMAKÇI, S., ve KOTANCILAR, H. G., 2001. Bazı Gum Katkılarının Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. (yayınlanmamış).
- DELCOUR, J. A., DEGEEST, C., HOSENEY, R. C., and SHELKE, K., 1991. Glycine Derivatives as the Source of Carbon Dioxide in Cake Formulations. *Cereal Chemistry*, 68(4):369-371.
- DE RENZO, D. J., 1975. Doughs and Baked Goods Chemical, Air, and Non-Leavened. Noyes Data Corporation, England, 435p.
- DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ, 2001. 2000 (I) – 2001 (I) Türkiye İmalat Sanayi Yıllığı, Ankara.
- DOĞAN, İ. S., 1998. Factors Affecting Cookie Quality. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 3(3):72-76.
- DOĞAN, İ. S., ve KÜÇÜKÖNER, E., 1998. Süt Ürünlerinin Unlu Mamullerde Kullanımı. *Gıda Dergisi*, 23 (1):43-47.
- DOĞAN, İ. S., and WALKER, C. E., 1999. Effect of Impingement Oven Parameters on High Ratio Cake Baking. *Cereal Foods World*, 44 (10):710-714.
- EBELER, S. E., and WALKER, C. E., 1984. Effects of Various Sucrose Fatty Acid Ester Emulsifiers on High-Ratio White Layer Cakes. *Journal of Food Science*, 49(1984):380-383,388.

- ELGÜN, A., ve ERTUGAY, Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 376s.
- ELGÜN, A., ERTUGAY, Z., CERTEL, M., ve KOTANCILAR, H. G., 1998. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, Erzurum, 245s.
- FRYE, A. M., and SETSER, C. S., 1992. Optimizing Texture of Reduced-Calorie Yellow Layer Cakes. *Cereal Chemistry*, 69(3):338-343.
- GAINES, C. S., and DONELSON J. R., 1982. Cake Batter Viscosity and Expansion upon Heating. *Cereal Chemistry*, 59(4):237-240.
- GAINES, C. S., and DONELSON J. R., 1985. Influence of Certain Flour Quality Parameters and Postmilling Treatments on Size of Angel Food and High-Ratio White Layer Cakes. *Cereal Chemistry*, 62(1):60-63.
- GRAU, H., WEHRLE, K., and ARENDT, E. K., 1999. Evaluation of a Two-Step Baking Procedure for Convenience Sponge Cakes. *Cereal Chemistry*, 76(2):303-307.
- GUY, E. J., and VETTEL, H. E., 1973. Effects of Mixing Time and Emulsifiers on Yellow Layer Cakes Containing Butter. *The Bakers Digest*, (2):43-48.
- HARTNETT, D. I., and THALHEIMER, W. G., 1979a. Use of Oil in Baked Products. I. Background and Bread. *Journal American Oil Chemistry Society*, 56:944-948.
- HARTNETT, D. I., and THALHEIMER, W. G., 1979b. Use of Oil in Baked Products. II. Sweet Goods and Cakes. *Journal American Oil Chemistry Society*, 56:948-955.
- HEIDOLPH, B. B., 1996. Designing Chemical Leavening Systems. *Cereal Foods World*, 41(3):118-126.
- HOLMES, J. T., and HOSENEY, R. C., 1987. Chemical Leavening: Effects of pH and Certain Ions on Breadmaking Properties. *Cereal Chemistry*, 64(4):343-348.
- HOSENEY, R. C., 1986. Principles of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists. Inc., St. Paul, Minnesota, U.S.A., 327p.
- HOWARD, N. B., 1972. The Role of Some Essential Ingredients in the Formation of Layer Cake Structures. *The Bakers Digest*, October:28-37, 64.

- JACKEL, S. S., 1983. Leavening is Basic to Baking – What’s New. *Bakers Digest*, 57(5):38-42.
- JOHNSON, A. C., and HOSENEY, R. C., 1980. Chlorine Treatment of Cake Flours. IV. Effects of Storing and Heating Nondefatted and Defatted Flours. *Cereal Chemistry*, 57(2):92-93.
- JOHNSON, J. M., and HARRIS, C. H., 1989. Effects of Acidulants in Controlling Browning in Cakes Prepared with 100% High-Fructose Corn Syrup or Sucrose. *Cereal Chemistry*, 66(3):158-161.
- KARAAĞAOĞLU, N., MERCANLIGİL, S. M., ve BAŞOĞLU, S., 2002. Bazı Bisküvi Çeşitleri, Kek, Gofret, Bar ve Fındık Ezmelerinin Mineral İçerikleri. *Gıda Dergisi*, 27(2):105-111.
- KIM, C. S., and WALKER, C. E., 1992a. Interactions Between Starches, Sugars, and Emulsifiers in High-Ratio Cake Model Systems. *Cereal Chemistry*, 69(2):206-212.
- KIM, C. S., and WALKER, C. E., 1992b. Effects of Sugars and Emulsifiers on Starch Gelatinization Evaluated by Differential Scanning Calorimetry. *Cereal Chemistry*, 69(2):212-217.
- KISSELL, L. T., 1959. A Lean-Formula Cake Method for Varietal Evaluation and Research. *Bakers Digest*, March 36:168-175.
- KNIGHTLY, W. H., 1981. Shortening Systems: Fats, Oils, and Surface-Active Agents-Present and Future. *Cereal Chemistry*, 58(3):171-174.
- LABAW, G. D., 1982. Chemical Leavening Agents and Their Use in Bakery Products. *Bakers Digest*, 56(1):16-21.
- LAJOIE, M. S., and THOMAS, M. C., 1991. Versatility of Bicarbonate Leavening Bases. *Cereal Foods World*, 36(5):420-424.
- LAMBERT, L. L. P., GORDON, J., and DAVIS, E. A., 1992. Water Loss and Structure Development in Model Cake Systems Heated by Microwave and Convection Methods. *Cereal Chemistry*, 69(3):303-309.
- LAWSON, H., 1995. Food Oils and Fats Technology, Utilization, and Nutrition. Chapman and Hall an International Thomson Publishing Company, U.S.A., 339p.

- LEE, C. C., HOSENEY, R. C., and VARRIANO-MARSTON, E., 1982. Development of a Laboratory-Scale Single-Stage Cake Mix. *Cereal Chemistry*, 59(5):389-392.
- LEE, C. C., LOVE, J. A., and JOHNSON, L. A., 1993. Sensory and Physical Properties of Cakes with Bovine Plasma Products Substituted for Egg. *Cereal Chemistry*, 70(1):18-21.
- LIN, P., CZUCHAJOWSKA, Z., and POMERANZ, Y., 1994. Enzyme-Resistant Starch in Yellow Layer Cake. *Cereal Chemistry*, 71(1):69-75.
- MANLEY, D. J. R., 1983. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Ellis Horwood Limited Publishers, England, 446p.
- MARTIN, D. J., and TSEN, C. C., 1981. Baking High-Ratio White Layer Cakes with Microwave Energy. *Journal of Food Science*, 46(1981):1507-1513.
- MATZ, S. A., 1992. *Bakery Technology and Engineering*. An Avi Book Published, New York, 853p.
- MAZIYA-DIXON, B. B., KLOPFENSTEIN, C. F., and WALKER, C. E., 1994. Freeze-Dried Wheat Water Solubles from a Starch-Gluten Washing Stream: Functionality in Angel Food Cakes and Nutritional Properties Compared with Oat Bran. *Cereal Chemistry*, 71(3):287-291.
- MCCOMBER, D., and MILLER, E. M., 1976. Differences in Total Lipid and Fatty Acid Composition of Doughnuts as Influenced by Lecithin, Leavening Agent, and Use of Frying Fat. *Cereal Chemistry*, 53(1):101-109.
- MERCAN, N., ve BOYACIOĞLU, M. H., 1999a. Kek Üretim Teknolojisi: Kekin Tanımı, Sınıflandırılması ve Üretimi. *Dünya Gıda Dergisi*, 45:36-39.
- MERCAN, N., ve BOYACIOĞLU, M. H., 1999b. Kek Üretiminde Yaygın Olarak Kullanılan Bileşenler ve Fonksiyonları. *Dünya Gıda Dergisi*, 47:36-42.
- MERCAN, N., BOYACIOĞLU, M. H., ve BOYACIOĞLU, D., 2000. Kek Kalitesi Üzerine Bazı Emülgatörlerin Etkilerinin Araştırılması. *Dünya Gıda Dergisi*, 57:75-76, 78-81.

- MOHAMMED, S., LAJIS, S. M. M., and HAMID, N. A., 1995. Effects of Protein from Different Sources on the Characteristics of Sponge Cakes, Rice Cakes (Apam), Doughnuts and Frying Batters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1995(68):271-277.
- MYHARA, R. M., and KRUGER, G., 1998. The Performance of Decolorized Bovine Plasma Protein as a Replacement for Egg White in High Ratio White Cakes. *Food Quality and Preference*, 9(3):135-138.
- NGO, W., HOSENEY, R. C., and MOORE, W. R., 1985. Dynamic Rheological Properties of Cake Batters Made from Chlorine-Treated and Untreated Flours. *Journal of Food Science*, 50(1985):1338-1341.
- NGO, W. H., and TARANTO, M. V., 1986. Effect of Sucrose Level on the Rheological Properties of Cake Batters. *Cereal Foods World*, 31(4):317-322.
- ÖZDEMİR, Ö., 1995. Pasta Bileşenleri ve İşlevleri. Ç.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü Seminer Notları, Adana, 63s. (yayınlanmamış).
- ÖZER, M. S., ve ALTAN, A., 1995. Küçük Ekmek Yapımında Bazı Katkı Maddelerinin Kullanılmasının Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkileri. *Gıda Dergisi*, 20(6):357-363.
- ÖZER, M. S., 1998. Kepekli Ekmeklerin Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve Kalitelerinin İyileştirilmesi Olanakları. Ç. Ü. Doktora Tezi, Adana, 152s. (yayınlanmamış).
- ÖZKAYA, H., ve KAHVECİ, B., 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 152s.
- PIERCE, M. M., and WALKER, C. E., 1987. Addition of Sucrose Fatty Acid Ester Emulsifiers to Sponge Cakes. *Cereal Chemistry*, 64(4):222-225.
- POMERANZ, Y., 1987. *Modern Cereal Science and Technology*. VCH Publishers, Inc., Washington, 486p.

- POMERANZ, Y., 1988. Wheat Chemistry and Technology (Volume II). American Association of Cereal Chemists. Inc., St. Paul, Minnesota, U.S.A., 562p.
- POTTER, N. N., and HOTCHKISS, J. H., 1996. Food Science. Chapman and Hall an International Thomson Publishing Company, U.S.A., 608p.
- PYLER, E. J., 1988. Baking Science and Technology. Sosland Publishing Company, U.S.A., 1345p.
- RAEKER, M. Ö., and JOHNSON, L. A., 1995a. A Micro Method for Cake Baking (High Ratio, White Layer). *Cereal Chemistry*, 72(2):167-172.
- RAEKER, M. Ö., and JOHNSON, L. A., 1995b. Cake Baking (High-Ratio White Layer) Properties of Egg White, Bovine Blood Plasma, and Their Protein Fractions. *Cereal Chemistry*, 72(3):299-303.
- REIMAN, H. M., 1977. Chemical Leavening Systems. *The Bakers Digest*, 51(4):33-34,36,42.
- ROGERS, D. E., MALOUF, R. B., LANGEMEIER, J. GELROTH, J. A., and RANHOTRA, G. S., 1993. Stability and Nutrient Contribution of β -Carotene Added to Selected Bakery Products. *Cereal Chemistry*, 70(5):558-561.
- SAS Institute, 1982. SAS User's Guide to Statistical Analyses. SAS Institute, Inc. Raleigh, NC.
- SCHULZKI, G., SPIEGELBERG, A., BÖGL, K. W., and SCHREIBER, G.A., 1995. Detection of Radiation-Induced Hydrocarbons in Baked Sponge Cake Prepared with Irradiated Liquid Egg. *Radiation Physics Chemistry*, 46(4-6):765-769.
- SHELKE, K., HOSENEY, R. C., FAUBION, J. M., and CURRAN, S. P., 1992. Age-Related Changes in the Cake-Baking Quality of Flour Milled from Freshly Harvested Soft Wheat. *Cereal Chemistry*, 69(2):141-144.
- STAUFFER, C. E., 1990. Functional Additives for Bakery Foods. An Avi Book Published by Van Nostrand, New York, 279p.

- STINSON, C. T., 1986. Effects of Microwave/Convection Baking and Pan Characteristics on Cake Quality. *Journal of Food Science*, 51(6):1580-1582.
- SULTAN, W. J., 1976. *Practical Baking*. The Avi Publishing Company, U.S.A., 755p.
- THOMASSON, C. A., MILLER, R. A., and HOSENEY, R. C., 1995. Replacement of Chlorine Treatment for Cake Flour. *Cereal Chemistry*, 72(6):616-620.
- TURGUT, H., 1998. Yaş Pasta Üretimi ve Otomasyon. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 7(3):56-59.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1974a. Sanayide Kullanılan Sodyum Bikarbonat Titrasyon Metodu ile Sodyum Karbonat Miktarı Tayini. TS 1281, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1974b. Sanayide Kullanılan Sodyum Bikarbonat Titrasyon Metodu ile Sodyum Bikarbonat Miktarı Tayini. TS 1282, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1985. Buğday Unu. TS 4500, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1986. Yemeklik Tuz. TS 933, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1991. Kabartma Tozu-Hamur İçin. TS 9053, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1992a. Nişasta-Yenilebilir. TS 2970, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1992b. Sodyum Hidrojen Karbonat-Sanayide Kullanılan. TS 3050, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1998. Beyaz Şeker (Sakarov). TS 861, Ankara.
- ULUÖZ, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, İzmir, 91s.
- ÜNVER, B., 1987. Deneysel Yiyecek Hazırlama, Bilimsel İlkeler, Yiyeceklerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Mars Matbaası, Ankara, 300s.

- VAISEY-GENSER, M., YLIMAKI, G., and JOHNSTON, B., 1987. The Selection of Levels of Canola Oil, Water, and an Emulsifier System in Cake Formulations by Response-Surface Methodology. *Cereal Chemistry*, 64(1):50-54.
- VARAVINIT, S., and SHOBSNGOB, S., 2000. Comparative Properties of Cakes Prepared from Rice Flour and Wheat Flour. *Europe Food Research Technology*, 211(2000):117-120.
- VASTANO, J. F., 1978. Elements of Food Production and Baking. The Bobbs-Merrill Educational Publishing Company, Inc., Indianapolis, 502p.
- WALKER, A. C., and WALKER, C. E., 1996. Cake Baking in Conventional, Impingement and Hybrid Ovens. *Journal of Food Science*, 61(1):188-191.
- WOOTTON, J. C., HOWARD, N. B., MARTIN, J. B., MCOSKER, D. E., and HOLME, J., 1967. The Role of Emulsifiers in the Incorporation of Air into Layer Cake Batter Systems. *The Bakers Digest*, May:333-343.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılı Altınözü/Hatay doğumluyum. İlk ve orta öğrenimimi Antakya'da bulunan 23 Temmuz İlkokulu, Fevzi Çakmak Ortaokulu ve Antakya Merkez 23 Temmuz Lisesinde tamamladım. 1994 yılında girdiğim Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 1998 senesinde mezun oldum. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışmasına başladım. Halen aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.



Fırın Termostatının Duyarlık Derecesi ⁽¹⁾

Fırın İçi Sıcaklığı ⁽²⁾ (°C)	Termostatın Devreden Çıkması ve Devreye Girmesi Arasında Geçen Sürede Fırın İçinin	
	Yükseldiği Maksimum Sıcaklık (°C)	Düştüğü Minimum Sıcaklık (°C)
160.5 ±0.5	164.3 ±0.3	158.0 ±0.0
165.5 ±0.5	168.5 ±0.5	163.0 ±0.0
170.5 ±0.5	173.3 ±0.3	167.5 ±0.5
175.5 ±0.5	178.2 ±0.3	172.5 ±0.5
180.5 ±0.5	183.7 ±0.3	178.5 ±0.5
185.5 ±0.5	188.2 ±0.3	182.7 ±0.3
190.5 ±0.5	193.2 ±0.3	187.2 ±0.3
195.5 ±0.5	197.8 ±0.3	193.0 ±0.5
200.5 ±0.5	203.7 ±0.6	197.5 ±0.5
205.5 ±0.5	208.7 ±0.3	203.0 ±0.5
210.5 ±0.5	212.5 ±0.5	208.7 ±0.3
215.5 ±0.5	218.3 ±0.6	213.3 ±0.3
217.5 ±0.5	220.0 ±0.5	215.2 ±0.3
220.5 ±0.5	223.3 ±0.6	218.0 ±0.5

⁽¹⁾ Uygulamalar fırın içi boş iken 3 kez tekrar edilerek yapılmıştır.

⁽²⁾ Uygulamalarda termostat devreden çıktığında fırın içerisinde bulunan termometreden okunan değer fırının iç sıcaklığı olup diğer ölçümler daha sonra alınmıştır.

Kek Hamurunun Fırın İçi Sıcaklığı Üzerine Etkisi

Zaman (dakika)	Fırın Sıcaklık Göstergesi Değerleri					
	180	200	220	230	250	275
	Fırın İçi Sıcaklığı (°C)					
0	164	181	195	202	218	236
Hamur konulduktan sonra ⁽¹⁾	154	172	186	192	207	225
1	152	171	184	191	206	223
2	150	170	182	190	204	221
3	149	169	181	189	204	220
4	149	168	180	188	203	220
5	149	168	180	188	202	219
6	149	168	182	188	201	218
7	149	169	183	189	201	218
8	149	169	183	188	201	219
9	151	170	183	187	201	221
10	152	171	182	187	202	220
11	152	171	183	188	203	218
12	153	171	182	188	203	218
13	155	172	183	189	205	220
14	155	171	183	189	206	221
15	155	171	184	190	206	223
16	156	170	185	190	205	224
17	155	171	185	191	204	224
18	154	172	185	190	206	224
19	155	172	183	189	205	224
20	156	173	184	189	204	223
21	155	174	184	189	204	221
22	155	175	186	191	205	223
23	154	174	186	191	206	223
24	154	174	185	191	206	224
25	155	173	185	190	206	224
26	156	172	185	189	206	225
27	156	172	184	189	207	225
28	156	173	186	189	208	227
29	158	174	184	190	208	228
30	158	174	186	192	207	230
31	159	175	188	193	207	230
32	159	175	188	193	208	229
33	159	176	188	195	210	230
34	160	177	189	194	211	230
35	160	177	189	195	212	232
36	159	178	189	195	215	233
37	159	178	190	197	215	235
38	160	179	190	199	214	234
39	161	179	191	200	214	236
40	161	179	192	201	216	236

⁽¹⁾ Üretilen tüm pandispanyalarda, kek hamurları fırın içerisine her zaman aynı sürede, 15 saniye, konulmuştur. Hamurun fırına konulduğu an ile 1. dakikada alınan ölçüm arasında geçen süre 45 saniyedir.

Farklı Bileşimlerde ve Oranlarda Kabartma Tozları Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Hacim İndeksi ve Pişme Kaybına İlişkin ortalama Değerler

KT Formül	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%)					
Kodu	0	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25
Hacim İndeksi (mm)						
Kontrol	170 ^{st (1)}					
KT ₁	172 ^{rs}	176 ^{pq}	182 ^{mn}	187 ^{hijk}	190 ^{efghi}	
KT ₂	179 ^{nop}	188 ^{fghijk}	187 ^{hijk}	160 ^u	152 ^v	
KT ₃	171 ^{rst}	178 ^p	186 ^{jkl}	192 ^{cdef}	182 ^{mn}	
KT ₄	185 ^{klm}	183 ^{lm}	201 ^b	193 ^{cde}	170 st	
KT ₅	168 st	191 ^{efgh}	204 ^a	193 ^{cde}	193 ^{cde}	
KT ₆	179 ^{nop}	191 ^{efgh}	195 ^{cd}	195 ^{cd}	177 ^p	
KT ₇	173 ^{qr}	191 ^{efgh}	187 ^{hijk}	195 ^{cd}	188 ^{fghijk}	
KT ₈	176 ^{pq}	188 ^{fghijk}	190 ^{efghi}	191 ^{efgh}	168 st	
Pişme Kaybı (%)						
Kontrol	11.0					
KT ₁	11.0	10.6	10.2	10.4	10.2	
KT ₂	10.4	10.9	10.7	10.9	11.0	
KT ₃	10.4	10.5	10.8	10.5	10.6	
KT ₄	10.3	11.1	11.0	11.0	10.9	
KT ₅	11.1	10.4	10.7	11.1	11.0	
KT ₆	10.4	10.5	10.8	10.9	11.1	
KT ₇	10.9	10.3	10.2	10.3	10.8	

⁽¹⁾ Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Farklı Oranlarda Yumurta ve Kabartma Tozu (KT₁) Kullanılarak Yapılan Pandispanyaların Hacim İndeksi ve Pişme Kaybına İlişkin Ortalama Değerler

Kullanılan		Hacim İndeksi (mm)	Pişme Kaybı (%)
Yumurta Oranı (%)	KT ₁ Oranı (%)		
0	0	88 ^{i (1)}	13.6 ^a
	1.25	100 ^h	13.5 ^a
	1.75	104 ^g	13.5 ^a
11	0	123 ^f	11.4 ^b
	1.25	132 ^e	11.4 ^b
	1.75	144 ^d	11.4 ^b
22	0	170 ^c	10.9 ^c
	1.25	182 ^b	10.2 ^d
	1.75	187 ^a	10.4 ^d

⁽¹⁾ Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Hazırlanan Pandispanya Hamurunun Fırına Konulmasında 10 Dakika Gecikilmesinin Ürünün Hacim İndeksi ve Pişme Kaybı Değerleri Üzerine Etkisi

KT	Kullanılan Kabartma Tozu Oranı (%) ve Hamurun Bekleme Süresi (dakika)					
Formül	%0.25		%1.25		%2.25	
Kodu	0	10	0	10	0	10

Hacim İndeksi (mm)

KT ₁	172 ^{jk (1)}	170 ^k	182 ^{fgh}	182 ^{fgh}	190 ^c	187 ^d
KT ₂	179 ⁱ	180 ^{hi}	187 ^d	191 ^c	152 ⁱ	152 ⁱ
KT ₃	171 ^{jk}	173 ^j	186 ^{de}	186 ^{de}	182 ^{fgh}	183 ^{efg}
KT ₄	185 ^{def}	182 ^{fgh}	201 ^a	198 ^b	170 ^k	170 ^k

Pişme Kaybı (%)

KT ₁	11.0 ^{abcd}	11.1 ^{abc}	10.2 ^{ghi}	10.5 ^{defghi}	10.2 ^{ghi}	10.3 ^{fghi}
KT ₂	10.4 ^{efghi}	10.3 ^{fghi}	10.7 ^{bcdefg}	10.6 ^{cdefgh}	11.0 ^{abcd}	10.8 ^{abcde}
KT ₃	10.4 ^{efghi}	10.3 ^{fghi}	10.8 ^{abcde}	10.8 ^{abcde}	10.6 ^{cdefgh}	10.6 ^{cdefgh}
KT ₄	10.3 ^{fghi}	10.1 ⁱ	11.0 ^{abcd}	11.3 ^a	10.9 ^{abcd}	11.1 ^{abc}

⁽¹⁾ Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.