

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABAK ÇEKİRDEĞİ YAĞININ KEK ÜRETİMİNDE
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Tezi Hazırlayan
Selçuk Mustafa SEÇEN

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2016
NEVŞEHİR

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABAK ÇEKİRDEĞİ YAĞININ KEK ÜRETİMİNDE
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Tezi Hazırlayan
Selçuk Mustafa SEÇEN

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN

**Bu çalışma; Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi Tarafından NEÜLÜP 16F7 ve NEÜBAP 15/2F9 kodlu projeler ile
desteklenmiştir.**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2016
NEVŞEHİR

Yrd. Doç. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN danışmanlığında Selçuk Mustafa SEÇEN tarafından hazırlanan "Kabak Çekirdeği Yağının Kek Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

13/07/2016

JÜRİ

Başkan : Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Üye : Prof. Dr. Nesimi AKTAŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 14.07.2016 tarih ve 2016/26-244 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Selçuk Mustafa SEÇEN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerimi benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN'a

Maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli AİLEME, beni sabırla bekleyen eşim Eda SEÇEN ve kızım Elif SEÇEN'e

Desteklerinden dolayı Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Cem Okan ÖZER'e

Teknik ve idari yardımlarından dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Mühendislik Fakültesi Dekanlığı'na, Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi BAP Birimi'ne ve Niğde Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne teşekkür ederim.

KABAK ÇEKİRDEĞİ YAĞININ KEK ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Selçuk Mustafa SEÇEN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2016

ÖZET

Bu çalışmada kabak çekirdeği yağının kek üretiminde kullanım imkânları araştırılmıştır. Bu amaçla kek üretiminde sıklıkla kullanılan ayçiçeği yağı yerine Nevşehir Çerçevesi cinsine ait çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeklerinden ekstrakte edilen yağ %0, %20, %40, %60, %80 ve %100 oranlarında kek formülasyonuna katılmıştır. Soğuk pres yoluyla elde edilen yağlarda belirli kalite kriterleri tespit edilmiş ve üretilen keklerde ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı, hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi, kabuk rengi, kek iç rengi, sertlik, yapışkanlık, esneklik, kohesivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, elastikiyet değerleri ölçülmüştür. Çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesinin kek karışımının pH değerini düzenli şekilde artırdığı, kabak çekirdeği yağı ilavesi ile kek iç renginin yeşile doğru döndüğü ve oran arttıkça yeşil renk yoğunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesinin keklerin kabarmasında daha önemli bir rol oynadığı ve simetri değerini artırdığı gözlemlenmiştir. Çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kavrulmuşa göre yüksek çıkarken, kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin yapışkanlık, kohesivlik ve elastikiyet değerleri çiğne göre yüksek çıkmıştır. Keklerde depolanmasıyla sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı, yapışkanlık, esneklik, kohesivlik ve elastikiyet değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Kabak Çekirdeği Yağı, Kek, Tekstür, Kek Nitelikleri*

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN

Sayfa Adeti: 83

**INVESTIGATION OF THE USAGE POSSIBILITIES OF PUMPKIN SEED OIL
IN THE PRODUCTION OF CAKE**

(M. Sc. Thesis)

Selçuk Mustafa SEÇEN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

July 2016

ABSTRACT

The usage possibilities of pumpkin seed oil in the production of cake were investigated in this study. For this purpose, pumpkin seed oil which is extracted from raw and roasted Nevşehir Çerçvelisi variety replacement of sunflower oil, which is commonly used in cake production was used in cake formulation for 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100%. Some quality characteristics of pumpkin oils were determined and weight, volume, specific volume, cooking loss, volume index, symmetry index, uniformity index, crust color, cake interior color, hardness, adhesiveness, springness, cohesiveness, gumminess, chewiness and resilience values of cake were measured. Addition of raw and roasted pumpkin seed oil in all ratios gradually increased the cake mix pH, cake interior color got green and green color intensity was increased as long as oil ratio increased. Oil which obtained raw pumpkin seed oil have more important role in volume of cake and observed increase the symmetry index. While the hardness, gumminess and chewiness values of cake produced by raw pumpkin seed oil are more higher than cake produced by roasted pumpkin seed oil, adhesiveness, cohesiveness and resilience values of cake produced by roasted pumpkin seed oil are more higher than cake produced by raw pumpkin seed oil. It is determined that hardness, gumminess and chewiness values of cake increased and adhesiveness, cohesiveness, springness and resilience values decreased as the increase of storage time.

Keywords: Pumpkin Seed Oil, Cake, Texture, Cake Characteristics

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN

Page Number: 83

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
1. BÖLÜM	
GİRİŞ.....	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kek Yapımında Kullanılan Temel Bileşenler.....	3
2.1.1. Un.....	3
2.1.2. Yağ.....	4
2.1.3. Şeker.....	5
2.1.4. Yumurta.....	6
2.1.5. Süt ve Süt Ürünleri.....	6
2.1.6. Kabartma Tozu	7
2.1.7 Tuz.....	7
2.2. Keklerin Temel Sınıflandırılması.....	8
2.3. Kek Tipi Ürünlerde Pişirme.....	10
2.4. Kabak Çekirdeği ve Kabak Çekirdeği Yağı.....	11
2.5 Literatür Özetleri.....	13

3. BÖLÜM	
MATERYAL ve YÖNTEMLER.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1 Kek Pişirme Denemeleri.....	21
3.2.2. Un Analizleri.....	22
3.2.3. Yağ Analizleri.....	23
3.2.4. Kek Hamurunda pH Analizi.....	23
3.2.5. Kekte Yapılan Analizler.....	23
3.2.5.1. Ağırlık, Hacim, Spesifik Hacim, Pişme Kaybı.....	23
3.2.5.2. Hacim İndeksi, Simetri İndeksi, Tekdüzelik(Üniformite) İndeksi.....	23
3.2.5.3. Kek Kabuk ve İç Renk Ölçümleri.....	24
3.2.5.4. Tekstür Profil Analizi.....	24
3.2.6. İstatistik Analizleri.....	26
4. BÖLÜM	
BULGULAR.....	27
4.1. Un Analizleri.....	27
4.2. Yağ Analizleri.....	27
4.3. Kek Karışımlarına Ait pH Değerleri.....	30
4.4. Kek Örneklerine Ait Ağırlık, Hacim, Pişme kaybı ve Spesifik Hacim Değerleri.....	33
4.5. Kek Örneklerine Ait Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri.....	40
4.6. Kek Örneklerine Ait Kabuk Renk Değerleri.....	45
4.7. Kek Örneklerine Ait İç Renk Değerleri.....	49
4.8. Kek Örneklerine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerleri.....	54
4.9. Kek Örneklerine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik, Elastikiyet Değerleri.....	61
5. BÖLÜM	
GENEL SONUÇ ve ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	83

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. 1.	İçeriklerine Göre Kek Sınıfları	9
Tablo 3. 1.	Kek Formülasyonu.....	22
Tablo 3. 2.	Kek Üretim Akış Şeması.....	22
Tablo 4. 1.	Kek Üretiminde Kullanılan Una Ait Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	27
Tablo 4. 2.	Kek Üretiminde Kullanılan Yağların Kırılma İndisi, Yağ Asidi, Asit Sayısı, Özgül Ağırlığı, Peroksit Sayısı, Kül Miktarı, İyot Miktarı ve Sabunlaşma Sayısı Değerlerini.....	28
Tablo 4. 3.	Kek Üretiminde Kullanılan Yağların Kırılma İndisi, Yağ Asidi, Asit Sayısı, Özgül Ağırlığı, Peroksit Sayısı, Kül Miktarı, İyot Miktarı ve Sabunlaşma Sayısı Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	29
Tablo 4. 4.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Hamurlarının pH Değerlerine Ait Sonuçlar.....	30
Tablo 4. 5.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin pH Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	31
Tablo 4.6.	Yağ Çeşidi Değişkenine Ait pH Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	31
Tablo 4.7.	Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait pH Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	32
Tablo 4. 8.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Sonuçlar.....	34
Tablo 4. 9.	Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin ağırlık, hacim, pişme kaybı ve spesifik hacim değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	35

Tablo 4. 10.	Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	35
Tablo 4. 11.	Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	36
Tablo 4. 12.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değişimlerine Ait Sonuçlar.....	40
Tablo 4. 13.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değişimlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	41
Tablo 4. 14.	Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	42
Tablo 4. 15.	Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	42
Tablo 4. 16.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kabuk L, (+)a ve (+)b Renk Değerleri.....	45
Tablo 4. 17.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kabuk L, (+)a ve (+)b Renk Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	46
Tablo 4. 18.	Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Kabuk L, (+)a ve (+)b Renk Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçlar.....	46
Tablo 4. 19.	Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Kabuk L, (+)a ve (+)b Renk Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	47

Tablo 4. 20.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin İç L, (-)a ve (+)b Renk Değerleri50
Tablo 4. 21.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin İç L, (-)a ve (+)b Renk Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....51
Tablo 4. 22.	Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Kek iç L, (-)a ve (+)b Renk Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....51
Tablo 4. 23.	Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Kek İç L, (-)a ve (+)b Renk Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....52
Tablo 4. 24.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerleri55
Tablo 4. 25.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....56
Tablo 4. 26.	Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....56
Tablo 4. 27.	Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....57
Tablo 4. 28.	Depolama Süresi Değişkenine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....58
Tablo 4. 29.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik, Elastikiyet Değerleri.....62

Tablo 4. 30.	Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik, Elastikiyet Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	63
Tablo 4. 31.	Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik ve Elastikiyet Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	63
Tablo 4. 32.	Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik ve Elastikiyet Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	65
Tablo 4. 33.	Depolama Süresi Değişkenine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik ve Elastikiyet Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	65

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3. 1.	Örnek TPA Eğrisi.....	26
Şekil 4. 1.	Kek üretiminde kullanılan bitkisel yağ yerine ikame edilen çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağı oranlarına göre pH değişim grafiği.....	32
Şekil 4. 2.	Keklerde Ağırlık Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	37
Şekil 4. 3.	Keklerde Hacim Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	37
Şekil 4. 4.	Keklerde Spesifik Hacim Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	38
Şekil 4. 5.	Keklerde Pişme Kaybı Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	39
Şekil 4. 6.	Keklerde Hacim İndeksi Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	43
Şekil 4. 7.	Keklerde Simetri İndeksi Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	44
Şekil 4. 8.	Keklerde Kabuk Rengi L Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	47
Şekil 4. 9.	Keklerde Kabuk Rengi (+)a Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	48
Şekil 4. 10.	Keklerde Kabuk Rengi (+)b Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	49
Şekil 4. 11.	Keklerde İç Rengi L Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	52
Şekil 4. 12.	Keklerde İç Rengi (-)a Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	53
Şekil 4. 13.	Keklerde İç Rengi (+)b Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi İnteraksiyonu.....	54
Şekil 4. 14.	Keklerde Sertlik Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi ve Depolanma Süresi İnteraksiyonu.....	59

Şekil 4. 15.	Keklerde Yapışkanlık Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi ve Depolanma Süresi İnteraksiyonu.....	60
Şekil 4. 16.	Keklerde Esneklik Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi ve Depolanma Süresi İnteraksiyonu.....	60
Şekil 4. 17.	Keklerde Kohesivlik Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi ve Depolanma Süresi İnteraksiyonu.....	66
Şekil 4. 18.	Keklerde Sakızimsılık Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi ve Depolanma Süresi İnteraksiyonu.....	67
Şekil 4. 19.	Keklerde Çiğnenebilirlik Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi ve Depolanma Süresi İnteraksiyonu.....	68
Şekil 4. 20.	Keklerde Elastikiyet Değeri Üzerinde Etkili Olan Farklı Oranlarda Kabak Çekirdeği Yağı Seviyesi ve Depolanma Süresi İnteraksiyonu.....	69

SİGMELER ve KISATMALAR DİZİNİ

+a	: Kırmızı renk değeri
-a	: Yeşil renk değeri
+b	: Sarı renk değeri
-b	: Mavi renk değeri
L	: Açıklık / Koyuluk renk değeri
cc/g	: Sisi/Gram
cm	: Santimetre
g	: Gram
g.s	: Gram.Saniye
g/cm ³	: Gram/santimetreküp
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
N.s	: Newton.Saniye
s	: Saniye

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Gıdalar, insan ihtiyaçlarına göre üretilen ve pazarlanan; insanların yaşamsal faaliyetlerinin devamı adına gerekli maddelerdir. Tüketicilerin isteklerine, ihtiyaçlarına ve teknolojinin gelişimine paralel olarak gıdaların çeşitlerinde de değişimler olmuştur. Daha çeşitli ürünleri pazara sunmak ve sağlıklı gıdalar üretmek için gıda endüstrisi her geçen gün gelişim göstermektedir [1]. Dünyada ve ülkemizde gıdaların önemli bir bölümünü tahıllar oluşturmaktadır [2]. Dünyada ve ülkemizde ekimi yapılan tahılların ilk sırasında buğday yer almaktadır. Dolayısıyla unlu mamuller denince de buğday unu kullanılarak yapılan ürünler akla gelmektedir [3]. Türkiye'nin artan nüfusunun ve gelir dağılımındaki dengesizliğinin unlu mamullere olan ilgiyi artırdığı ifade edilmekte ve fırın ürünlerinin gün geçtikçe Türk halkının sofralarında daha fazla yer bulduğu belirtilmektedir [4].

Gelişen teknoloji, iş hayatına yoğun katılım ve kentleşme gibi unsurların dengeleri değiştirmesi sebebiyle insanların gıda tüketim tercihleri de hızla değişmektedir. Taşınabilirliği kolay, raf ömürleri uzun kek, bisküvi, kraker ve gofret gibi ürünler beslenmeye daha az zaman ayırmak zorunda kalan bireylerin sıklıkla tükettiği ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır [3]. Bunlar arasında kek özellikle popülaritesi, lezzeti ve kolay ulaşılabilirliğiyle tüketicinin her zaman daha fazla ilgisini çekmiştir [5]. Tüm dünyada kek pazarı yılda %1,5 oranında büyümektedir [6].

Kek ürünleri unlu mamuller endüstrisinin önemli bir alanını oluşturmaktadır. Kek dünyanın hemen her yerinde üretilen kalorisi yüksek, üretimi kolay göze ve damağa hitap eden ve tüketiciler tarafından tadı ve yumuşak tekstüründen dolayı fazlaca tercih edilen bir fırın ürünüdür [7, 8]. Kekler süngerimsi dokusu, tipik gözenekli yapısı ve yüksek hacimleri ile karakterize edilirler. Geleneksel olarak kek hamurunun yapısında buğday unu, şeker, bitkisel sıvı yağ, yumurta ve süt bulunmaktadır. Bunlara ek olarak yumurta akı tozu, yumurta sarısı tozu, kabartma tozu, tuz, hidrokolloidler ve emülsiyon yapıcılar gibi diğer içerikler son ürün kalitesini geliştirmek adına hamuruna dahil edilirler [9]. Emülsiyon yapıcı ajanlar kek hamurunun özgül ağırlığını düşürürken,

viskoelastik özelliklerini geliştirirler. Bu bileşenlerin emülsiyonu ve miktarları son ürünün tekstürü ve kalitesi üzerinde etkilidir [10].

Kek hamuru birbirine karışmayan damlacıkların, hamur içerisinde homojen dağılmasıyla sonuçlanan su içinde yağ emülsiyonudur. Emülsiyonlar kesikli ve sürekli fazlardan oluşmaktadır. Kek hamuru emülsiyonlarında kesikli fazı hava kabarcıkları oluştururken sürekli fazı yumurta, şeker, su ve yağ karışımı oluşturmaktadır [11]. Son ürün poroz bir yapıya, yüksek spesifik hacme ve süngerimsi bir dokuya sahiptir [7]. Kek içi düzenli ve küçük hava hücrelerine sahip olmalı; büyük boşluklar ve hava kanalları bulunmamalıdır [12].

Keklerin kalite kriterleri belirlenirken kek hacmi, kabuk yapısı, kabuk rengi, iç gözenek yapısı, iç rengi ve yumuşaklığının yanı sıra duyu özelliklerinden tat ve aroma göz önünde bulundurulmaktadır. Kek üretiminde hacim dış görünüş açısından en önemli ölçüttür [8]. Yüksek hacim elde etmek için kek içerisinde birçok küçük hava kabarcığı elde etmek gerekir. Karıştırma esnasında oluşan küçük kabarcıklar kabartma tozunun reaksiyonu sonucu çıkan karbondioksit ile birleşerek daha büyük kabarcıkları meydana getirir ve böylece yüksek kek hacmi sağlanır [13].

Kek hamurunun viskozitesi son ürünün hacmi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Kek hamurunun viskoz yapısı kabarcıkların birleşmesine ve hareketine etki etmektedir. Bunun yanı sıra kabarcık oluşumunun artmasıyla birlikte kek hamurunun viskozitesinde azalma meydana gelmekte ve böylece son üründe ciddi hacim kayıpları olmaktadır. Yüksek kek hamuru viskozitesi kabarcıkların daha fazla birleşmesini sağlayarak kabarcıkların kek hamurundan kaçışını engeller. Poroz yapıya sahip fırın ürünlerindeki en önemli proses hava kabarcıkların bir araya gelmesidir [13]. Hava kabarcıklarının neredeyse tamamı kek hamurunun karıştırılması esnasında oluşmaktadır. Havalandırılmış gıda ürünleri stabil olmadığından kek hamurları da yapısal olarak stabil değildir. Yüksek şeker ve nem içeriği viskozite ve stabilitenin artışı sağladığından çökmeyen gözenekli bir kek yapısı oluşmaktadır. Kek pişmesi çevreden merkeze ve alttan merkeze olacak şekilde gerçekleşir. Kek hamurunda genel pişme sıcaklığı merkezin 90-92°C ulaştığı zaman başlamaktadır. Bu dereceye ulaşmadan fırından çıkarılan keklerde çökme meydana gelmektedir [4].

2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Kek Yapımında Kullanılan Temel Bileşenler

Kek üretiminde kullanılan ana maddeler un, yağ, şeker, yumurta, süt, tuz ve kabartma tozu olup bunların fonksiyonelliği kek çeşitlerine göre değişmektedir [6]. Endüstriyel kek üretiminde kek özelliklerini geliştirmek, raf ömrünü uzatmak ve işçilik ve hammaddeden meydana gelebilecek çeşitliliğin önüne geçmek maksadıyla birçok gıda katkı maddesi kullanıldığı belirtilmiştir. Kek üretiminde kullanılan hammaddenin özellikleri ve uygulanan gıda işlem prosesinin; kek kalitesinde önemli derecede etkili olduğu bildirilmiştir. Kek karışımına giren bileşenlerin işlevinin bilinmesinin son ürün kalitesinde önemli rol oynadığı ifade edilmiştir [14].

2.1.1. Un

Un; kekin temel yapıtaşı olup; pişme esnasında meydana gelen nişasta jelatinizasyonu ve proteinlerin denatürasyonu ile kekin yapısal özelliklerinin gelişmesinden sorumludur [1]. Kek üretiminde kullanılacak unların %0,3-0,5 kül, %7-10 protein içeriğine, 4,5-5,2 pH değerine, düşük alfa amilaz aktivitesine ve küçük partikül boyutlarına sahip yumuşak buğday unu olması gerektiği vurgulanmıştır [14]. Düşük partikül boyutuna sahip un daha geniş yüzey alanını sahip olacağından kek daha fazla su absorbe eder ve daha kaliteli keklerin üretilmesini sağlar [12]. Yeterli gluten yapısına sahip olmayan kek hamurları arzu edilen düzeyde hava hücresi oluşumunu desteklememektedir [15].

Kek karışımı yapılacak unda aranan en önemli kriterlerden birisi de su kaldırma kapasitesidir. Su kaldırma kapasitesi granüllerin inceliği ve homojenliği ile doğrudan ilişkilidir. Undaki partikül boyutu arttıkça kek hacminin azaldığı bildirilmiştir [15]. Kek üretiminde kullanılacak unların ekmeçlik buğday unlarından daha az su kaldırma kapasitesine sahip olmasının (%48-55 civarı) yeterli olacağı belirtilmiştir [14].

Klorlanmış unlarla üretilen keklerin daha sağlam bir tekstüre sahip olduğu, hacminin arttığı ve iç renginin daha beyazlayıp, simetrisinin geliştiği bildirilmiştir [14]. Klor gazı unun proteini, nişastası ve diğer içerikleriyle etkileşime girmekte ve onların fonksiyonlarını değiştirmektedir. Klor gazının proteinle etkileşimi sonucu HCl oluşur ve bu da unun pH değerini değiştirir. Klorlanmamış unların pH değeri yaklaşık olarak 6,1 dolaylarında iken klorlanmış unların pH değeri 4,7-4,9 arasındadır. Una yapılan klorlama işlemi ile okside olan nişasta normal nişastaya kıyasla daha hızlı su absorbe edip jelatinize olmaktadır. Sonuç olarak nişasta tamamıyla jelatinize olduğu için pişirme sonrası kekin yapısı stabil kalacaktır [12]. Tüm bu gelişmelere karşın Türk gıda kodeksine göre unlara ağartıcı konması yasak olduğu için Türkiye’de ağartılmış ve klorlanmış un bulunmamaktadır [14].

2.1.2. Yağ

Yağ kek üretiminde majör bileşenlerden biridir [16]. Yağlar ürünün tekstürünü yumuşatır, kaliteyi korur, aroma gelişimini destekler [17]. Ürünün raf ömrünü uzatmak ve pişirilme esnasında ısı transferine yardımcı olmak yağın keke sağladığı önemli avantajlardandır [18]. Bütün bunlara rağmen yağın en önemli dezavantajı hava, nem ya da güneş ışığına maruz kaldığında hızla okside olup istenmeyen aroma oluşturmasıdır. Doğal antioksidanlar lipit oksidasyonunu engellediği için kaliteyi yükseltir ve gıda güvenliğine katkıda bulunur [17]. Kek üretiminde genel olarak kullanılan yağlar bitkisel yağlar olmakla birlikte çeşitli durumlarda tereyağı da kullanılmaktadır. Tereyağı kullanımı kekin duyusal kalitesini ve lezzetini geliştirirken kek hacminde olumsuz kayıplara neden olmaktadır. Tereyağının kek hacmi üzerindeki bu olumsuz etkisi çeşitli yüzey aktif maddelerin kullanımıyla giderilebilmektedir [14].

Şortening fırın ürünlerinde ve pek çok gıdanın hazırlanmasında kullanılan yağlardır. Yarı plastik özellikte bir ürün olup uygulanma stiline göre akışkan olan veya olmayan bir hale gelebilir [19]. Şorteningler ve yağların kek üretimine sağladığı birçok avantajlar bulunmaktadır. Bunların başlıcaları kekin yumuşak bir yapı kazanmasını sağlamak ve kuru bir ağız hissi elde etmektir [7, 13]. Şortening’in sözlük anlamı “kısaltıcı” demektir. Yağlara bu adın verilmesinin nedeni, hamur işlerinde kullanıldıklarında birbirlerini sararak uzun bir diziliş gösteren gluten ve nişasta yapısının hücre duvarlarını kırmasıdır.

Çünkü bu etki sonucu hamur, uzun lifler yerine kısa ve yağlı lif parçaları içeren yeni ve yumuşak bir yapı kazanır [19]. Fırıncılık endüstrisinde yoğun miktarda kullanılan plastikleştirici şorteningler ve doymuş yağların kanser riski taşıdığı da belirtilmektedir [16].Sağladığı avantajlarının yanında yağın verdiği yüksek kalori onun başka maddeler ile ikame edilmesine sebebiyet vermiştir [6].

Vücuda alınan kalori miktarının düşürülmesi için keklerde meyve posalarının kullanımı yaygınlaşmakta olup [20] meyve posalarının keklerin besin değerlerinin iyileştirilmesi adına yapılan çalışmaların birinde kek hamurlarına 50 g/kg dolaylarında eklendiği ve olumlu sonuçlar alındığı belirtilmiştir [21]. Keklerden alınan kaloriyi düşürmek adına araştırmacılar keklerde kullanılan yağ yerine karbonhidrat bazlı yağ ikame maddesi olarak kabak püresini kullanmışlar ve kabak püresi ile üretilen keklerin nem içeriğini koruduğu ve kontrol grubu keklere nazaran 8 kat daha az kalori seviyesine sahip olduğunu ve sağlıklı yaşamın korunması adına elde edilen verilerin faydalı olduğu kanaatine varmışlardır [22].

2.1.3. Şeker

Keklerde kullanılan şeker, çeşitli tarımsal şeker kaynaklarından elde edilen bir disakkarit olup gıdalarda kullanımı kristal halde ya da sıvı şeker şurubu halinde olabilmektedir [14]. Şeker kekin tatlı tadına katkıda bulunur kek hamurunun büyük bir kısmını oluşturarak kekin nemli kalmasını sağladığı gibi, nişastanın şişmesini limitler ve arzu edilen tekstürün oluşumuna da katkıda bulunmaktadır [7]. Kullanılacak olan şeker kristal halinde eklendiğinde katılaştırıcı rol oynamakta, şurup halinde eklendiğinde ise nem tutucu görev yapmakta ve un proteinlerini seyrekletmektedir. Şekerin kek karışımı içinde tamamen çözündürülmesinin kek kalitesi üzerinde etkisi bulunmaktadır. Şekerin kek karışımı oluşturulurken karıştırılması gluten gelişimini yavaşlatmaktadır [14].

Şekerin en önemli işlevlerinden birisi; hamurun su aktivitesini düşürerek ve nişasta moleküllerinin zincirleri arasına şeker bağları oluşturarak nişastanın jelatinizasyon

sıcaklığını [7, 13, 15] ve ayrıca proteinin denatürasyon sıcaklığını artırmasıdır [7, 13]. Şeker büyük kristal oluşumunu teşvik ederek hava boşluklarının ve hava kabarcıklarının stabilize olmasını sağlamaktadır [7].

Şeker sadece tatlı tadı vermekle değil aynı zamanda taze aromaların oluşumuna katkıda bulunmakla da sorumludur. Kek hamuru geleneksel olarak 170-200°C'de pişirilmektedir. Pişirme işlemi kimyasal ve fiziksel değişimlerin aynı anda yer aldığı karmaşık bir süreç olmakla birlikte bu süreçte meydana gelen maillard reaksiyonu ve karamelizasyon pişmiş ürünlerde arzu edilen tat ve kokuyu oluşturmaktadır [5].

Pişme esnasında karbondioksit, hava ve su buharının oluşturacağı kabarcıkların stabilizasyonunda şeker miktarı önemli rol oynamaktadır. Şeker miktarının artışı daha fazla kabarcık oluşumuna ve hacim artışına sebep olacaktır [4]. Sakkaroz yerine ikame edilen değişik şeker gruplarının kekin yapısında ve hacminde değişikliklere sebep olduğu bildirilmiştir [5]. Öte yandan şeker kullanımı kekin raf ömrünü de uzatmaktadır [14].

2.1.4. Yumurta

Yumurta kek üretiminde kullanılan temel bileşenlerden olup nem koruyucu, yapı oluşturucu, gevrekleştirici, renk verici rol oynayıp; protein matriksi oluşumuna katkıda bulunmaktadır [14]. Yumurta proteinlerinin en önemli özelliği çalkalandığında ya da çırpıldığında köpürmesi ve hafiflemesidir. Yumurta proteinlerinin oluşturduğu köpük yapı ısıtıldığında genişmekte ve kek hacmine olumlu katkıda bulunmaktadır. Isıtmanın etkisiyle yumurtadaki proteinlerin oluşturduğu köpük yapı denatüre olarak hacmin muhafazası sağlanır [3].

Yumurta beyazı köpük stabilizatörü olarak kullanılırken [13] yumurta sarısı içerdiği yüksek yağ seviyesi ve içinde bulundurduğu lesitin sayesinde emülsiyon oluşumuna katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra yumurta sarısı kekin rengi, görünüşü ve aroması üzerine etkilidir [14]. Lesitin, diğer adıyla fosfatidilkolin, genel olarak glikolipidler, trigliseridler ve fosfolipidlerden oluşan bir karışımdır. Gıdalarda emülgatör olarak kullanılan lesitin yumurta sarısından ya da soya fasulyesinden elde edilir [23]. Kek

üretiminde kullanılan yumurta miktarının artırılması kabartma tozunun etkisi düşürmektedir [3].

2.1.5. Süt ve süt ürünleri

Süt ve süt ürünlerinin kek üretiminde kullanımı, kekin besin değerini, lezzetini artırmakta ve süt son üründe nem tutucu olarak görev yapmaktadır. Süt haricinde kek üretiminde kullanılan süt ürünlerinin başında yağsız süt tozu ve peynir altı suyu tozu gelmektedir. Yağsız süt tozunun kek üretiminde tercih edilmesinin temel sebepleri bileşimindeki şeker ve proteinler sayesinde hava kabarcıklarının stabilitesini sağlaması, kekin besleyici değerini artırması ve nemi muhafaza etmesidir. Yağsız süt tozu kekte aroma profilinin gelişimine de katkıda bulunmakta ve kabuk renginin oluşumunda aktif rol oynamaktadır [14].

2.1.6. Kabartma tozu

Türk Standartları Enstitüsüne göre (TS 9053) fırın ürünlerinde kullanılan 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 yenilebilir nişastanın meydana getirdiği bir ürün” olarak tanımlanmaktadır (TSE, 1991). Kabartma tozunda bulunan kimyasalların kek hamuru içerisinde girdikleri reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan karbondioksit gazı kekin kabarmasını sağlamakta ve keke arzu edilen iç tekstürünü kazandırmaktadır. Kabartma tozları keke karakteristik bir hafifleme getirmenin yanı sıra kekin hazmını da kolaylaştırmaktadır. Kek üretiminde kullanılan kabartma tozlarının bileşimine giren kimyasalların başlıcaları; sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat, kalsiyum bikarbonat, tartarik asit, sitrik asit, malik asit, potasyum hidrojen tartarat, kalsiyum sitrat, kalsiyum laktat, sodyum hidrojen pirofosfat olduğu belirtilmiştir [3]. Öte yandan kimyasal kabartıcılar tahıl ürünlerinde pH değerinin ayarlanması, tamponlama ve mineral zenginleştirilmesi gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır [24].

2.1.7. Tuz

Kek üretiminde kullanılan tuz son üründe tat dengesini ayarlayıp koku özelliğini geliştirmektedir. Sodyum klorür düşük konsantrasyonlarda glutenin çözünürlüğünü artırarak proses koşullarını etkilemektedir. Sodyum klorür hamurun karıştırma koşullarını, absorpsiyonunu ve proses koşullarını etkilemektedir. Tüm bu etkilerin temelinde, tuzun proteinlerin çözünürlüğü üzerindeki etkisi bulunmaktadır [14].

2.2. Keklerin Temel Sınıflandırılması

Birçok çeşidi bulunan kekleri üretim metotlarına ve içeriklerine göre sınıflandırmak mümkündür. Keklerin üretim metotlarına göre sınıflandırılması (i) düz tabaka kekler, (ii) köpük tipi kekler, (iii) kalıplı kekler (pound cake) şeklindedir. Düz tabaka kekler kendi içerisinde yüksek ve düşük oranlı olarak ikiye ayrılırlar. Köpük tipi kekler formülasyondaki yağın miktarı ve kaynağına göre sınıflandırılırlar. Örneğin angel kekler yağsız, köpük kekler sadece yumurta sarısı ve yağ ilavesi ile oluşur, baton kekler ise bütün bileşenlerin eşit katıldığı keklerdir [12]. Keklerin içeriklerine göre sınıflandırılmalarına ilişkin bilgiler Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1. 1. İçeriklerine Göre Kek Sınıfları[14]

Sınıflandırma kriteri	Örnek ürünler	Özellikler
1-yağ kullanımı ve yağ miktarı		
a)köpük tipi kekler	Pandispanya(sponge kek) ve "angel food" kek	Yağ yok
b)çok kabaran kekler	"chiffon" kekler	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)	Formülasyonları sağdaki çizelge gibi olan ürünler.	Un 100 birim, yağ 30-60 birim, şeker 100 birim, Toplam sıvı 100-110 birim
b) sıvı oranı yüksek kekler	Formülasyonları sağdaki çizelge gibi olan ürünler.	Un 100 birim, yağ 30-60 birim, şeker 60-100 birim, toplam sıvı 100-130 birim
c) şeker ve sıvı oranı yüksek kekler	Formülasyonları sağdaki çizelge gibi olan ürünler.	Un 100 birim, yüzey aktif maddeli Yağ 30-60 birim, şeker 120-140 birim, Toplam sıvı 125-150 birim

2.3. Kek Tipi Ürünlerde Pişirme

Unlu mamüllerin konveksiyonel fırınlarda pişirilmesi sonucu nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu, esmerleşme reaksiyonları, kabuk oluşumu gibi birçok fiziksel ve kimyasal olay meydana gelmektedir. Kek hamurlarının bu tip fırınlarda pişmesiyle fırın ortamından ürün yüzeyine taşınım (konveksiyon), sıcak fırın yüzeyinden ısıyla (radyasyon) ve ürünün temas ettiği metal kaplardan ise iletimle (kondüksiyon) ısı transferi meydana gelmektedir. Fırın ortamından ve yüzeylerinden iletilen ısı ürünün soğuk merkezine difüzyon ile ilerlerken ürün neminin bir kısmı aktarılan ısı sebebi ile buhar fazına geçmektedir. Hamur sıcaklığı 50-55°C'ye ulaştığında hamur içerisindeki nişasta ortamdan su alıp şişmeye başlamakta, hamur sıcaklığı 70°C ulaştığında ise endotermik jelatinizasyon meydana gelmekte ve yapı sertleşmektedir. Nişastanın jelatinizasyonu yumuşak fırın ürünlerinde önemli bir kalite kriteridir. Nişasta jelatinizasyonu devam ederken sıcaklığın 80°C geldiği noktada protein denatürasyonu başlamakta ve yapı kırılğan ve sert bir hal almaktadır [4].

Proteinin denatürasyona başladığı sıcaklık derecesi kek hacminin maksimuma ulaştığı noktadır. Çünkü protein denatürasyonu sonucu sıkı kırılğan ve sert bir hal alan yapı daha fazla hacim artışına izin vermemektedir. Kek içerisindeki gözenekli yapının yüksek iç basıncı ile dış basıncı dengelenmesi amacıyla su buharı difüzyonu gerçekleşmektedir. Buharın ürün yüzeyinden uzaklaşmasıyla ürün hacminde bir miktar azalma gözlemlenmekte; bu hacim azalması üst yüzeyde kuru ve küçük gözenekli kek kabuğunun oluşması sürecine dek devam etmektedir. Kek üstünde, yan ve alt yüzeylerde Maillard reaksiyonu ve şekerin karamelizasyonu sonucu kahverengileşmeler meydana gelmektedir. Mikrodalga pişirme yönteminin geleneksel pişirmeye nazaran daha fazla tekstür problemine sebep olduğu belirtilmektedir [4].

2.4. Kabak Çekirdeği ve Kabak Çekirdeği Yağı

Cucurbitaceae familyasının alt türleri arasında yer alan kabak bitkisi yaygın olarak yetiştirilen, meyveleri ve tohumları tüketilen tarımsal bir üründür. Potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir gibi madensel elementler içeren kabağın,

balkabağı (*Cucurbita moschata*), helvacıkabağı (*Cucurbita maxima*) ve sakızkabağı (*Cucurbita pepo*) gibi türleri mevcuttur [25]. Son birkaç yılda hem kabak çekirdeğinin üretimi hem de kabak çekirdeği yağının eldesi artmış ve bu ürünler market raflarında daha fazla yer almaya başlamıştır [26]. Türkiye'deki çerezlik kabak çekirdeğinin toplam ekim alanı TÜİK 2015 verilerine göre 615.119 dekar olup 41.612 ton kabak çekirdeği üretilmektedir. Nevşehir ili üretim bakımından (12.746 ton) Kayseri ilinden sonra (15.669 ton) ikinci sırada yer almaktadır [27].

Kabak çekirdeği (*Cucurbita pepo* L.) özellikle, tohumlarındaki %40-60 yağ oranı ile önemli bitkisel yağ kaynakları arasındadır. Kabak çekirdeği yağı yaklaşık olarak %73-80 oranında doymamış yağ içeriğine sahiptir. Yağ asidi bileşiminde başlıca linoleik, oleik, palmitik ve stearik asit bulunmaktadır. Ayrıca içeriğinde yüksek miktarda E vitamini (α -tokoferol) bulunur. Kabak çekirdeği yağının α -tokoferol içeriği yaklaşık olarak 27.1–75.1 $\mu\text{g/g}$ arasındadır [28]. Yüksek besleyici değerine ve iyi bir oksidatif stabiliteye sahiptir. Karakteristik hoş tadı ve aroması kabak çekirdeği yağının rafine edilmemiş yağlar arasında daha popüler bir hale getirmiştir [25]. Kabak çekirdeği yağının çok yoğun koyu yeşil renginden dolayı yemeklerde kullanımının tercih edilmediği, daha ziyade salatalarda kullanıldığı belirtilmiştir [29].

Kabak çekirdeği yağının eldesinde bazı yöntemler uygulanmaktadır. Bunlardan inert organik çözücüler çoğunlukla tohumlardan yağ çıkarmak adına kullanılmaktadır. Buna rağmen yağ kalitesi üzerine etkisi ve yağ çıkarma maliyetinin yüksekliği bu metodun sorgulanmasına sebep olmuştur. Çevre güvenlik düzenlemeleri ve halk sağlığı riskleri gıda sanayinde yağ çıkaran işletmeleri başka alternatif yöntemler aramaya zorlamaktadır [30]. Dolayısıyla endüstriyel kabak çekirdeği yağı üretimi hidrolik soğuk sıkım ile yapılmaktadır. Bu yöntemin solvent ekstraksiyonuna göre en büyük dezavantajı yüksek oranda yağın elde edilememesi ve yağın bir kısmının pres kekinde kalmasıdır [31]. Sürtünmeden dolayı bu tip preslerde sıcaklık artmaktadır. Literatür verilerine göre yağlı tohumların soğuk sıkım presleme sırasında yağ sıcaklığı 50°C'nin üstüne çıkmamalıdır [26]

Kabak çekirdeği yağı içerisindeki tokoferoller, biyolojik antioksidanlardır. Yağ asitlerini oksidasyondan korur ve hücre zarının parçalanmasını engellerler. Kabak

çekirdeğinin yapısında bulunan selenyumun E vitaminini koruyucu özelliği olmasından dolayı, kabak çekirdeği yağı E vitaminince en zengin yağlardandır. Kabak çekirdeği yağının, badem yağına benzeyen özelliklerinin yanı sıra, özellikle taşıdığı çinko ve selenyum türevleri gibi minerallerin etkili antiinflamatuvar ve antioksidan nitelikleri, bileşimindeki özel steroller yardımıyla kandaki kolesterol seviyesini ve hipertansiyonu düşürücü özelliği gibi sağlık açısından birçok yararı kabul edilmiştir. Bu nedenle, farmasötik endüstrisinde özel ilgi görmektedir [28]. İçeriğindeki yüksek miktarda omega 6 ve omega 9 gibi değerli yağ asitleri ve E vitamini nedeniyle yaşlanmayı geciktirici (anti ageing) özelliğinden dolayı kozmetik endüstrisinde de büyük öneme sahiptir [32]. Son yıllarda, kabak çekirdeği yağının prostat büyümesine bağlı şikâyetlerin hafifletilmesinde de etkili olduğu bilimsel olarak ortaya konulmuştur [30].

21. yüzyılda birçok ülkede yaşam standartlarının yükselmesiyle birlikte insanlar aldıkları gıdaların nitelikleri ve sağlıkları üzerindeki etkileri hakkında çok daha hassas ve bilinçli olmaya başlamışlardır. Bugün tüketiciler gıdaları sadece tüketmekten öte tükettikleri her gıdanın artılarına da bakmaktadırlar. Tüketicinin bilinçlenmesi ve üretici firmaların alternatif ürün arayışları, gıda sektörünü yeni arayışlara sürüklemiş ve neticesinde fonksiyonel gıdalar ortaya çıkmıştır.

Gıdaların besleyici, duyuşal ve fizyolojik olmak üzere başlıca üç fonksiyonu bulunmaktadır. Besleyici ve duyuşal fonksiyonlar her gıdada bulunurken, fizyolojik fonksiyona bazı gıdalar sahiptir. Ancak son yıllarda uygulanan çeşitli teknolojik işlemlerle gıdalara fizyolojik fonksiyon özelliği kazandırılmaktadır. Bu yeni beslenme kavramı; her bireyin bir yandan yaşam süresince hastalanma riskini minimuma indirirken, bir yandan da daha sağlıklı olmasını sağlamak üzere fizyolojik fonksiyonlarını maksimum yapmayı amaçlamaktadır [33].

Fonksiyonel gıdalar, geleneksel gıda görünümünde olan, günlük diyet içerisinde yer alan, fizyolojik bir yararlılık gösteren ve/veya kronik hastalık riskini azaltan gıdalar olarak tanımlanmaktadırlar [34]. Avrupa Birliği dokümanlarında ise, bir gıda maddesinin vücuttaki bir veya birden fazla hedef fonksiyonu olumlu bir şekilde etkilediği tatmin edici bir şekilde kanıtlanabiliyorsa, bu gıda maddesi fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir [35].

Ekmekten sonra en çok tüketilen fırın ürünlerinden biri olan kek; içinde bulunan yüksek karbonhidrat, protein ve yağ sayesinde yüksek besleyicilik değerine sahipken vücut mekanizması için gerekli vitamin, diyet lifi ve mineraller açısından yeterince zengin sayılmamaktadır [1]. Bu sebeple kekin fonksiyonel özelliğini ve dolayısıyla biyoyararlılığını artırmaya yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada fonksiyonel özellikleri bir çok araştırmada tespit edilen kabak çekirdeği yağının kek üretiminde kullanım imkanları araştırılmış ve bu şekilde kabak çekirdeği yağının fonksiyonelliğinin keke aktarılarak kekin kalitesini olumsuz yönde etkilemeden daha sağlıklı bir ürün üretilmesi amaçlanmıştır.

2.5. Literatür Özetleri

Rezig ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada kabak çekirdeğinin temel kimyasal kompozisyonunu ve yağ özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda %8,46 nem, kuru madde üzerinden kabak çekirdeği tohumunun, %33,92 protein, %3,97 diyet lifi, %21,97 kül, %31,57 yağ ve %0,11 toplam şeker içerdiğini bildirmişlerdir. Gaz kromatografisi sonucu kabak çekirdeği yağının %44,11 oranında oleik asit, %34,77 oranında linoleik asit, %15,97 oranında palmitik asit ihtiva ettiği rapor edilmiştir. Kabak çekirdeği yağının tokoferoller açısından da oldukça zengin olduğu ve tokoferol içeriğinin %42,27'sinin beta tokoferol olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada altı fenolik asit tipi belirlenmiş olup (protokateşuik, kafeik, siringik, vanilik, p-kumarik ve ferulik) siringik asitin (7.96 mg/100 g) baskın olduğu ifade edilmiştir. Bütün bu çalışmalar sonucu kabak çekirdeğinin besinsel değerinin yüksek olduğu ve çok yönlü bir kullanım alanına sahip olduğu kanısına varmışlardır. Kabak çekirdeğinde bulunan yüksek linoleik yağ asidi içeriğinin kabak çekirdeği yağını oksidasyona eğilimli hale getirdiği lakin bu yağ asidinin koroner kalp rahatsızlıkları ve kansere karşı koruyucu etkisi bulunduğunu vurgulamışlardır [36].

Nawirska-Olszańska ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada kabak çekirdeğinin %50'den fazlasının protein ve yağlardan oluştuğu, kuru madde oranlarının %89,8-93,9, protein miktarının %30,9-37,8, yağ miktarının ise %39,7-48,6 arasında olduğu

bildirilmiştir. Kabak çekirdeği yağının ise palmitik (C16-0), stearik (C18-0), oleik (C18-1), linoleik (C18-2) yağ asitleri ihtiva ettiğini bildirmişlerdir. Biyoaktif kaynaklar bakımından kabak çekirdeğinde yüksek miktarda tokoferol ve fitosterol bulunduğu, β ve α tokoferoller daha yoğun olmakla birlikte 16mg/100g dolaylarında tokoferol ihtiva ettiğini rapor etmişlerdir. Kabak çekirdeği yağının 89 mg/ 100 g dolaylarında fitosterol ihtiva ettiği ve bu fitosterolün ise yaklaşık %10 unun β sterollerden oluştuğu ifade edilmiştir. Kabak çekirdeğinin faydalarının birinin de yüksek fenolik içeriğin antioksidan aktiviteye katkıda bulunması olduğunu vurgulamışlardır [37].

Rabrenovic ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada *Cucurbita pepo* L. cinsi 6 kabak çekirdeğinin soğuk pres yoluyla elde edilen yağlarının kompozisyonu ve biyoaktif bileşenleri incelenmiş ve sonuç olarak kabak çekirdeği yağının mükemmel kalitede olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmaya göre yağdaki tekli doymamış yağ asidi içeriğinin toplam yağ asidi içeriğinin % 37,1– % 43,6 arasında değerler olduğu tespit edilmiştir. Yine 100 gram yağda 38.03–64.11 mg tokoferol, 718,1–897,8 mg sterol, 583,2–747 squalen ihtiva ettiği bildirilmiştir [38].

Nederal ve çalışma arkadaşları yılında yaptıkları çalışmada zaman içerisinde yağı için kullanılan kabak çekirdekleri doğal mutasyona uğrayarak çekirdek kabukları daha ince bir hale geldiğini, 110 - 130°C de 30-60 dakika kavrulan kabak çekirdeklerinin yağlarının yüksek oksidasyon stabilitesi ve yüksek fenol içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağındaki baskın yağ asitinin linoleik yağ asiti (%43-52) olduğunu bunu oleik asitin (%28-38) takip ettiği tespit etmişlerdir. Kabak çekirdeklerine uygulanan kavurma işleminin linoleik yağ asiti miktarında küçük bir düşüşe sebep olduğu ama kabak çekirdeği yağ asiti profilinin kabak çekirdeği tohum cinsine bağlı olduğu belirtmişlerdir. Kabak çekirdeği tohum profilinin ise coğrafi enlem, iklim ve büyüme koşullarından etkilendiği belirtmişlerdir. Yüksek ortalama mevsim sıcaklığında yetişen kabak çekirdeği yağında düşük ortalama sıcaklıklarda yetişen cinslere göre çok miktarda doymuş ve tekli doymamış yağ asiti belirlendiği rapor edilmiştir. Kabak çekirdeği yağlarının önemli miktarda trans yağ asiti içerdiği ve trans yağ asitlerinin kabak çekirdeğine uygulanan ısıl işlemle birlikte arttığını belirtmişlerdir [25].

Adams ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada kabak çekirdeklerinden ekstrakte edilen polisakkaritlerin hipoglisemik aktiviteye sahip olduğunu, buna ek olarak kabak çekirdeklerinde sterol, para aminobenzoik asit gibi biyolojik aktif bileşenlerin olduğu rapor etmişlerdir [39].

Butinar ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada kavrulmuş kabak çekirdeklerinin preslenmiş yağlarında benzersiz yağ asitleri (triacilgliserol), E vitamini, fitosteroller, pirazin ve fenolik türevlerin bulunduğunu bildirmişlerdir. E vitaminleri içerisinde en yaygın olanların gama- tokoferoller olduğunu belirtmişler ve gama tokoferollerin; alfa tokoferollere nazaran potansiyel kanser önlemede daha başarılı olduğunu ifade etmişlerdir [40].

Salgın ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada Türkiye’de yetiştirilen kabak çekirdekleri incelenmiş ve kabak çekirdeği yağında bulunan temel yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0, %9,5–14,5), stearik asit (C18:0, %3,1–7,4), linoleik asit (C18:2, %35,6–60,8) ve oleik asit (C18:1, %21,0–46,9) olduğunu saptamışlardır. Kabak çekirdeğinin yağının içerdiği omega 3-6-9 yağ asitleri, alfa ve gama tokoferoller, steroller, beta karoten ve lutein gibi biyoaktif bileşiklerden ötürü medikal uygulamalarda da sıkça kullanıldığını bildirmişlerdir [31].

Yasir ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada kabak çekirdeği yağının antioksidan ve gen koruyucu aktivitelerinin önemini vurgulamak istemişler ve yaptıkları araştırmalarda 3 tip kabak çekirdeği yağını araştırmışlardır. Araştırmacılar kabak çekirdeklerinden %20-41 arasında değişen yağ verimi elde etmişler ve gallik asit eşdeğerliğinde (GAE) %16-40 toplam fenol içeriği tespit etmişlerdir. Yüksek fenolik madde içeriğinin (149,5-396,4 GAE/g yağ) yüksek DPPH radikali bastırma kuvvetine sahip olduğunu rapor etmişlerdir [41].

Murkovic ve çalışma arkadaşları kavurmanın kabak çekirdeği yağına etkisini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada kavrulmuş kabak çekirdeklerinin yağ asiti kompozisyonunun ve besinsel bileşenlerin içeriğinin değiştiğini bildirmişlerdir. Palmitik, stearik ve oleik asitlerin miktarının kavurmayla değişmediğini fakat oksidasyona duyarlı linoleik asit miktarının % 54,6 dan %54,2 ye gerilediği

saptanmıştır. Taze kurutulmuş kabak çekirdeğinde alfa ve gama-tokoferol konsantrasyonunun sırasıyla 37,5 ve 383 mg/g olduğu ve tokotrienol konsantrasyonunun ise tokoferol konsantrasyonunun yaklaşık olarak 1/3 ü kadar olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca toplam E vitamini konsantrasyonunun kavurma işleminin başında bir miktar azaldığını fakat kavurmanın ilerleyen dakikalarında hücre membranlarının parçalanması ile serbest hale gelen yağların ilavesi ile azalan miktarın tekrar eski seviyesine kavuştuğunu dolayısıyla E vitamini konsantrasyonunun kavurma işleminden etkilenmediğini tespit etmişlerdir. E vitaminin alfa izomerlerinin ise belirgin bir şekilde arttığını ortaya koymuşlardır. Başlangıçta 1710 mg/g seviyesinde bulunan toplam sterol miktarının 1930 mg/g' a çıktığı bildirmişlerdir [42].

Mitra ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada süper kritik karbondioksit ile kabak çekirdeğinden %31,7 verimle (elde edilebilecek yağın %98 ini elde ederek) yağ elde etmişlerdir. Elde ettikleri yağın asit sayısı, iyot sayısı, peroksit sayısı ve sabunlaşma sayısı sırasıyla 5,57 (mg NaOH/g yağ), 115 (g I₂/100 g yağ), 3,46 (meqO₂/kg yağ) ve 200 (mg KOH/g yağ) bulunmuştur. Yağdaki temel yağ asitlerinin ise palmitik C16:0 (%13,8), stearik C18:0 (%11,2), oleik C18:1 (%29,5) ve linoleik C18:2 (%45,5) yağ asitleri olduğunu saptamışlardır. Yağın fizikokimyasal özellikleri ve linoleik yağ asitinin yüksek oluşu sebebiyle besinsel açıdan zengin bir yağ olduğu kanısına varmışlardır [32].

Nişasta modifikasyonunun kek kalitesi üzerine etkilerinin ölçüldüğü bir çalışmada, nişasta kaynağının (buğday, mısır) kek kalitesi üzerinde etkili olduğu, kek karışımına giren nişastanın kek hamurunun viskozitesini düşürücü rol oynadığı, buğday nişastasının mısır nişastasına nazaran kek hacminin artışında daha başarılı olduğu rapor edilmiştir. Kekin iç renginde de buğday nişastasının mısır nişastasına oranla daha koyu iç rengi verdiği, keke nişasta ilavesinin tekstüre olumlu etkileri olduğu ve bayatlamasını geciktirdiği bildirilirken keklerin duyusal özellikleri adına önemli bir katkısının olmadığı sonucuna varılmıştır. Kek kalitesine modifiye edilmiş nişastaların olumlu katkılarının olduğu fakat dekstrinize edilmiş nişasta ilavesinin kek kalitesini olumsuz etkilediği saptanmıştır [4].

Balkabağı tozunun kekin fiziksel ve kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla kekin içinde yer alan buğday unu %50 oranında balkabağı tozu ile zenginleştirilmiştir. Depolama süresi arttıkça kek örneklerinin nem içeriklerinin azaldığı gözlenmiştir. %50 oranında balkabağı tozu ilavesinin kekin hamur yoğunluğunu ve nem içeriği değerini arttırdığı ancak, su aktivitesi değerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Depolama süresince kek örneklerinin sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı, yapışkanlık ve esneklik değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Kekin %50 oranında balkabağı tozu ile zenginleştirilmesinin, kekin sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini azalttığı, yapışkanlık ve esneklik değerlerine etkisinin ise az olduğu gözlenmiştir. Balkabağı tozu ilavesinin kekin parlaklığını azalttığı, kırmızılığını ve sarılığını arttırdığı gözlenmiştir. Dondurarak kurutma işleminin sıcak hava ile kurutma işlemine kıyasla daha iyi fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikte balkabağı tozu elde edilmiştir. Buna ek olarak, balkabağı tozu kekin tekstürel, nem içeriği, renk gibi özelliklerini geliştirmiş ve bayatlamayı geciktirmiştir. Bu sonuç, balkabağı tozunun gıda sistemleri içinde fonksiyonel bir hammadde olarak kullanabileceğini göstermektedir. [43].

Kavrulmuş buğday ve arpadan elde edilen unların kek kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada bahsi geçen tahıl taneleri 250 °C de 5 dk kavrularak tam randımanlı olarak öğütüldükten sonra %0 %25 %50 %75 ve %100 oranlarında kek karışımına ilave edilmiştir. Kavrulmuş un seviyesi arttıkça kek hamurunun sertliği, konsistansı, yapışkanlığı ve viskozite indeksinin düzenli artarken kek hamurunun yoğunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Keklere %75 seviyesine kadar kavrulmuş un ilave edilmesinin keklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğü %75 seviyesine kadar kavrulmuş un ilave edilmesinin ise sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini en üst düzeye çıkardığı vurgulanmıştır. Araştırma sonucunda %25 kavrulmuş buğday ve %50 kavrulmuş arpa unu ilave edilerek üretilen keklerin 1,3 ve 5. günde sertlik bakımından en iyi sonuçları verdiği bulunmuştur [1].

Farklı kabartma tozlarının keklerde kullanımının incelendiği çalışmada kabartma tozlarının ürün hacimleri üzerinde %9 ile % 25 artış sağladığı, kek hamuru sıcaklığının ise 20-25°C'lerden 30°C'ye çıkmasının daha büyük hacimde ürün eldesi sağlayacağına vurgu yapılmıştır. Kek formülünde yumurta kullanımının artmasına paralel olarak ürün

hacmi üzerinde kabartma tozunun etkisinin azaldığı tespit edilmiştir. Yumurta kullanılmadan üretilen keklerde kabartma tozunun tek başına sağlayabileceği maksimum hacim artışı %22 ile sınırlı kaldığı ifade edilmiştir. Denemelerde en yüksek hacim ve yumuşaklık değerlerine sodyum asit pirofosfat, sodyum bikarbonat ile potasyum bitartarat, mono kalsiyum fosfat anhidrat, sodyum bi karbonat karışımlarının %1.25 oranında kullanılması ve potasyum bitartarat, mono kalsiyum fosfat anhidrat, sodyum asit pirofosfat, sodyum bikarbonat karışımının %1.75 oranında kullanılmasıyla elde edildiği tespit edilmiştir [3].

Ekzopolisakkaritlerin kek üretiminde yağ miktarını azaltıcı bileşen olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada yağ yerine ekzopolisakkarit kullanımının kek hamur yoğunluğunu artırdığı gözlemlenmiştir. Yağ miktarının kek iç tekstürünü belirleyen en önemli özelliklerden biri olduğu belirtilerek şeker ve nişasta seviyelerinin kek hamurunun yoğunluğuna etkisi önemsiz bulunmuş, su seviyesinin hamur yoğunluğuna etkisinin önemli olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar ekzopolisakkarit kullanımının artması ile birlikte kek yumuşaklığının azaldığını, ekzopolisakkarit miktarıyla birlikte saklama süresi arttıkça da kekin çignenebilirliğinin arttığını, yağ seviyesinin artmasıyla da çignenebilirlik, kek yapışkanlığı ve kek esnekliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. Araştırmada yağ seviyesinin %30 azaltılıp ekzopolisakkarit seviyesi %30 oranında ikame edildiğinde standart tam yağlı kek özelliklerine en yakın keki üretmeyi başarmışlardır [44].

Kimyasal interestifikasyon yöntemi ile geliştirilen yağın kek üretiminde kullanılabilirliğinin incelendiği bir çalışmada zeytinyağı; tristearin ve palm yağı ile iki farklı oranda (75:15:10 ve 85:10:5) karıştırılarak kimyasal interesterifikasyon gerçekleştirilmiş ve trans yağı içermeyen yüksek doymamış yağ asidi içeriğine sahip, katı yağ oranı şorteninglere nazaran daha düşük yağ üretilmiştir. İnteresterifiye yağlar kullanılarak üretilen keklerin kontrol keklerine nazaran daha açık renkte olduğu ifade edilerek hacim, sertlik ve duyuşal özellikleri olumsuz yönde etkilendiği vurgulanmıştır. Öte yandan üretilen keklerden ekstrakte edilen yağların oksidasyon değerlerinin şorteninglerden daha düşük olduğu saptanmıştır. İnteresterifiye zeytinyağının oksidatif stabilitesini arttırmak için α -tokoferol ilave edilmesinin faydalı olacağına

vurgulanmasının yanı sıra zeytinyağı bazlı interesterifiye yağlara mono ve digliseritler ilave edilerek kek kalitesinin artırılabilceği sonucuna varılmıştır [45].

Matsakidou ve çalışma arkadaşları margarin yerine işlenmemiş zeytinyağı kullanımının keklerin fiziksel özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada zeytinyağı kullanımının hamur yoğunluğu ve kek hacmini artırırken kek pişme kaybını azalttığını rapor etmişlerdir. Tekstür profil analizleri sonucu margarin yerine kullanılan işlenmemiş zeytinyağının keklerde sertlik ve kohesivliği belirgin şekilde etkilediği tespit edilmiştir. Yapılan duyuusal analizlerde ise panelistlerden en fazla kabul alan kekin margarin ve zeytinyağı ile birlikte üretilen kekler olduğu ifade edilmiştir [46].

Keklerde klasik olarak kullanılan katı yağların yerine susam yağı kullanımının incelendiği çalışmada keklere %25, 50, 75 ve 100 oranlarında katı yağ yerine susam yağı ikame edilmiş ve araştırmacılar artan susam yağı miktarının kek hacmini ve kekin genel kalitesini azalttığını saptamışlardır. Araştırmacılar %50 susam yağı kullanımıyla keklerde doymuş yağ oranının kontrole göre azaldığını, doymamış yağ oranının arttığını tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra palmitik asit değerinde 2,4 kat azalma, esansiyel yağ asidi değerlerinde ise 5,9 kat artma tespit edilmiştir [47].

Kek retiminde margarin yerine %50 oranında ayçiçek ve hindistan cevizi yağı, emülsifiye edici ajan olarak sodyum stearil- 2-laktilat ve polisorbit-60 ve hidrokolloid olarak; guar gum ve karboksimetil selüloz ilave edilerek üretilen keklerin reolojisi, yağ asidi içeriği ve kalite karakterleri incelenmiştir. Ayçiçek ve hindistan cevizi yağının ayrı ayrı kullanımıyla genel beğenide bir azalma olduğu, bu iki yağın birlikte kullanıldığında ise keklerin kalite parametrelerinde artış görüldüğü ifade edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asidi içeriği bakımından hindistan cevizi yağları kontrol grubuna nazaran daha zengin olduğundan kek üretiminde margarin yerine hindistan cevizi yağlarının kullanılabilceği belirtilmiştir [48].

Kek retiminde temel girdi olan yumurtanın ikamesi olarak arabik gum, guar gum, ksantan gum, karregen ve hidroksipropilmetilselüloz (HPMC) hidrokolloidlerinin gliserol monostearat ve sodyum stearoil-2-laktilat (SSL) ile kombinasyonu şeklinde kullanılması araştırılmış ksantan gum ve emlsifiyerlerin ilavesinin hamur viskozitesi

ve özgül ağırlığını artırdığı gözlemlenmiştir. Sadece HPMC'nin unun kek yapma karakteristiğini geliştirdiği, HPMC ve SSL birlikte kombine edilmesi sonucuyla üretilen keklerin protein matrisinin daha tekdüze olduğu ve yumurta kullanılmaksızın HPMC ve SSL ile kek kalitesinin yükseltilebileceği vurgulanmıştır [49].

Nohut ve yağsız soya unununun %5 ve %10 oranlarında buğday unu yerine ikame edilmesi sonucu keklerin fiziksel, duyuşsal ve besinsel özellikleri araştırılmış, soya unu ve nohut unununun ayrı ayrı %5 oranında ikame edildiği kekler panelistler tarafından beğenilmiştir. Potasyum, çinko, demir, esansiyel aminoasitler ve protein içeriklerinin buğday ununa nazaran çok daha fazla olması sebebiyle nohut ve yağsız soya unununun buğday ununa ikame edilebileceği bildirilmiştir [50].

Kek girdileri arasında bulunan şekere ikame olarak izomaltooligosakkarit (IMO) şurubunun kullanılması amacıyla kek karışımına %0, 25, 50, 75 ve 100 oranında katılmış ve keklerde meydana gelen fizikokimyasal etkileri araştırılmıştır. IMO şurubunun kullanımının artmasıyla kek hamuru viskozitesi ve keklerin hacimleri artarken, kek kabuğu renk değerlerinin ve sertliğinin azaldığı saptanmıştır. IMO şurubunun %75 oranında kullanıldığı kek örnekleri 25°C'de 3 gün, 5°C'de bir hafta depolanmış ve depolama sonrasında her iki numunede de sertlik azalmıştır [51].

Yağı azaltılmış kek üretiminde ekzopolisakkarit kullanımının araştırıldığı bir çalışmada standart kek üretiminde farklı yağ seviyeleri (% 25-100) ve ekzopolisakkarit içeren çözeltinin farklı seviyeleri (% 9.25-37) kullanılarak yağ oranı azaltılmış kek üretilmiştir. Çalışmada yağ seviyelerinin lineer ve kuadratik etkisi ile yağ-ekzopolisakkarit interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur. Üretilen keklerin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerini yağın, saklama süresi, yağ ve saklama süresi interaksiyonu, yağ ve ekzopolisakkarit interaksiyonu önemli seviyede etkilemiştir. Değerlendirilen tüm kek özellikleri göz önüne alındığında formüldeki yağ ve ekzopolisakkarit oranının artmasıyla beğenilirlik değeri artmıştır. Yağ oranının % 30 azaltılıp, % 30 seviyesine kadar ekzopolisakkarit çözeltisi kullanılmasıyla standart tam yağlı kek özelliklerine yakın kek üretilmiştir [52].

3. BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEMLER

3.1. Materyal

Kekin yapımında kullanılacak olan pastalık, böreklik buğday unu, ayçiçek yağı, toz şeker, yumurta, süt, kabartma tozu, tuz, kabak çekirdeği yağı eldesi için Nevşehir Çerçevesi cinsi kabak çekirdeği piyasadan temin edilmiştir. Çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdekleri Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında soğuk sıkım pres makinesi ile preslenerek yağları elde edilmiştir. Daha stabil bir kek tekstürü elde etmek adına yumurtaların sarısı ile beyazı birbirinden ayrılarak kullanılmıştır. İlk aşamada yumurta beyazı tuz ile hızlı devirde çırpılıp havalandırılarak kuvvetli bir protein matriksi oluşturulmuş, yumurta sarısı daha sonraki basamaklarda ilave edilmiştir.

3.2. Yöntem

Denemede çiğ kabak çekirdeği yağı ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağı olmak üzere iki yağın %0, %20, %40, %60, %80 ve %100 olmak üzere 6 farklı seviyede bitkisel yağa ikamesi sağlanmıştır.

3.2.1. Kek pişirme denemeleri

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında, Tablo 3.1'de verilen sade kek formülasyonuna göre ve Tablo 3.2'de belirtilen sıra ve sürelerle uygun olarak mikserde(Kenwood KM-242 Prospero) kek hamuru elde edilmiştir. Elde edilen kek karışımı, teflon kek kalıplarına (Kaiser Gourmet Muffin Pan-Almanya) 60'ar gram dökülmüş ve 175°C'lik fırında (Arçelik MF44) 35 dakika pişirilmiştir.

Tablo 3. 1. Kek Formülasyonu [4]

Bileşenler	%
Un	% 29.42
Şeker	% 26.48
Süt	% 17.65
Yağ*	% 11.77
Yumurta beyazı	% 11.77
Yumurta sarısı	% 2.35
Kabartma tozu	% 0.5
Tuz	% 0.06
Kabak çekirdeği yağı**	%0, %20, %40, %60, %80 ve %100

* İlave edilecek kabak çekirdeği yağı seviyesine göre değişecektir.

** Ayçiçek yağı yerine ikame edilecek kabak çekirdeği yağı oranları

Tablo 3. 2. Kek Üretimi Akış Şeması [4]

Bileşenler	Karıştırma süresi (dakika)
Yumurta beyazı + tuz	3
Şeker	1
Süt	2
Yağ + yumurta sarısı	2
Un + kabartma tozu	4

3.2.2. Un analizleri

Kek yapımında kullanılan unun nem (AACC Metod No: 44-15A), kül (AACC Metod No: 08-01), protein (AACC Metod No: 46-11A), su absorpsiyon (AACC Metod No. 54-21), gelişme süresi (AACC Metod No. 54-21), stabilite (AACC Metod No. 54-21), yumuşama derecesi (AACC Metod No. 54-21), sedimentasyon (AACC Metod No. 56-61A), beklemeli sedimentasyon (AACC Metod No: 56-61A), gluten indeks ve yaş gluten özellikleri belirlenmiştir [53].

3.2.3. Yağ analizleri

Kontrol grubunda kullanılan ayçiçek yağı ve bitkisel yağ yerine ikame edilecek kabak çekirdeği yağlarının kırılma indisi (AOCS Metod No: Cc 7-25), oleik asit cinsinden serbest yağ asidi ve asit sayısı (AOCS Metod No: Ca 5a-40), özgül ağırlık, peroksit sayısı (AOCS Metod No: Cd 8-53), kül tayini, iyot sayısı (AOCS Metod No: Cd 1-25), ve sabunlaşma sayısı özellikleri belirlenmiştir [54].

3.2.4. Kek hamurunda pH analizi

Kek hamurlarının pH değerleri PL-700-pv marka pH metre ile belirlenmiştir. pH metrenin elektrodu kek hamuru örneği içerisine daldırılmış ve 2 dakika sonunda pH not edilmiştir.

3.2.5. Kekte yapılan analizler

Keklerde yapılan ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı, hacim, simetri, üniformite (tekdüzelik) indeks analizlerine, kabuk ve iç renk ölçümlerine ürün fırından çıktıktan 1 saat sonra başlanmıştır.

3.2.5.1. Ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı

Üretilen keklerin, ağırlıkları 0,01 gram hassasiyetli analitik terazide (BEL, S1002-Güney Kore) ölçülmüş, hacim ise kolza tohumu ile yer değiştirme metoduna göre tespit edilmiştir. Keklerin pişme kaybı değerleri fırın çıkış ağırlıklarının 60' a bölünmesi ile elde edilmiştir. Spesifik hacim değerleri, elde edilen ağırlık ve hacim sonuçlarına göre cc/gram cinsinden hesaplanmıştır [1].

3.2.5.2. Hacim, simetri, üniformite (tekdüzelik) indeksleri

Hacim, simetri, üniformite (tekdüzelik) indeksleri (AACC 10-91) metodunun kek kalıbı taban ölçülerine göre (5 cm) düzenlenmiş cetvelden mm cinsinden belirlenmiştir [55]. Hacim indeksi, keklerin gerçek hacimlerini ölçmemekle birlikte, keklerin hacmi

hakkında fikir vermekte ve hacim indeksleri ile hacimleri arasında doğru bir ilişki bulunmaktadır. Kek endüstrisinde simetri indeksi keklerin dış hatlarının profillerini belirlemek için kullanılmakta olup simetri indeksinin artması kekin merkezden yukarıya doğru kabarıp bombe oluşturmasını, azalması ise kekin düz bir üst yüzeye sahip olduğunu gösterir [1]. Tekdüzelik indeksi kekin yanal olarak simetrisini gösterir ve bu değer mümkün olduğunca 0'a yakın olması istenir. Bu indeks değerinin negatif ya da pozitif çıkması kekin bir yanının diğer yanından daha yukarıda olduğu anlamına geldiğinden keklerde arzu edilmeyen bir durum olduğu ifade edilmiştir [56].

3.2.5.3. Kek kabuk ve iç renk ölçümleri

Kek örneklerinin kabuk ve iç rengi ölçümleri Konica Minolta (CR-400) marka kolorimetre kullanılarak belirlenmiştir. Renk değerleri (L, a, b)' den oluşan üçlü skala kullanılmıştır. Burada L=100 açıklık, L=0 koyulu; (+)a kırmızı, (-)a yeşil; (+)b sarı ve (-)b mavi olarak değerlendirilmektedir [57].

3.2.5.4. Tekstür profil analizi (TPA)

Kek örneklerinin tekstürel özelliklerinin saptanmasında Tekstür Analiz Cihazı (TA-XT Plus Stable Micro Systems, UK) kullanılmıştır. Üretilen keklerden 30 mm çapında ve 30 mm yüksekliğinde sonda ile alınan örneklerde TPA testleri için 36 mm çapındaki silindirik prob (P/36) kullanılmıştır. Test parametreleri; test öncesi hız 1 mm/sn, test hızı 2 mm/sn, test sonrası hız 1 mm/sn, bekleme süresi 5 sn ve tetikleyici kuvvet 5 g olarak ayarlanmıştır. Elde edilen TPA eğrisinden sertlik, yapışkanlık, esneklik, kohesivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik elastikiyet değerleri hesaplanmıştır [58]. TPA yönteminde iki baskı uygulanmaktadır. Bunun sebebi ise dişlerdeki çiğnemeyi taklit etmektir. Ürünün duyusal yolla ağızda özelliklerinin belirlenmesi için en az iki kere çiğnenmesi gerekmektedir [59].

Sertlik; deformasyon için gerekli olan kuvvet olarak tanımlanır. İlk sıkıştırma çevrimi esnasında pik kuvvetidir (N). Duyusal olarak ise, azı dişleri arasında gıdanın sıkıştırılması için gereken kuvvettir. Tekstür analizinde ise ilk sıkıştırmanın bitip geri

çekilmenin başladığı noktaya karşılık gelmektedir. Gıdalar sertlik değerlerine göre yumuşak, sıkı ve sert olarak sınıflandırılmaktadır [60].

Yapışkanlık; duysal olarak madde ısırılırken kopmadan önceki deformasyon, fiziksel olarak iç bağların dayanma kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Dış yapışkanlık değerleri örneğe göre değişmekle birlikte özellikle nem içeriği yüksek gıdalar için (-) olarak ölçülmekte, buna karşın nem içeriği düşük olan gıdalarda ise bu değer (+) olarak ölçülmektedir kek tekstür analizinde ilk sıkıştırma gözlenen negatif alandır (Şekil 3.1) A_3 , birimi N.s'dir [60].

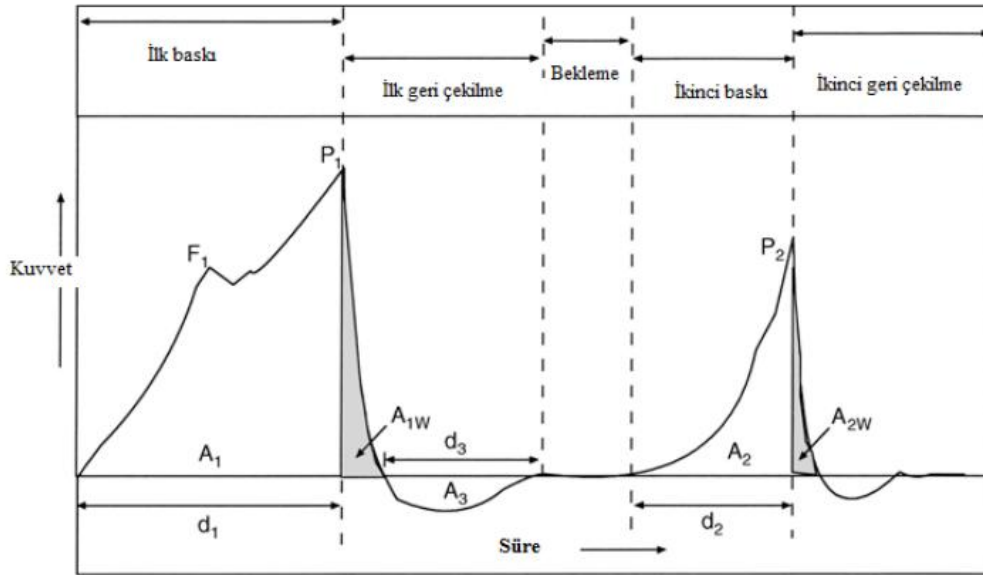
Esneklik, ürünün eski halini almak için gösterdiği anlık direnç ile ilgili bir kavramdır [61]. Materyalin ilk sıkıştırmadan sonra eski yüksekliğine ne kadar çıkabildiğinin göstergesidir yani ikinci sıkıştırmada örneğin yüksekliğinin, (d2) orjinal yani ilk sıkıştırma uzaklığına (d1) bölünmesi ile (d2/d1) hesaplanır (Şekil 3.1). Gıda maddesine uygulanan deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra söz konusu gıda maddesinin kendini çekerek deformasyondan önceki haline dönme hızı olarak tanımlanmaktadır. Birimi mm'dir [60].

Kohesivlik; maddenin ilk deformasyonundan sonra ikinci deformasyona nasıl dayandığını göstermektedir. Fiziksel anlamda da iç bağların dayanma kuvvetinin bir göstergesidir. Her iki çevrim için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif kuvvet alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranıdır (Alan 2/Alan 1) (Şekil 3.1) [60]. Kohesivliğin; pişirmenin etkinliğini gösteren önemli bir parametre olduğu vurgulanmıştır [62].

Çiğnenebilirlik; fiziksel olarak katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji olarak tanımlanırken, duysal olarak maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme hızı ve kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Sadece katı gıdalar için hesaplanmaktadır. Katı bir gıdanın ağızda çiğneme sırasında yarı katı bir hale dönüşmesi haricinde, bir gıda aynı anda hem sakızimsılık hem de çiğnenebilirlik özelliği gösteremez [60]. Sertlik x yapışkanlık x esneklik'ten elde edilen istir, birimi Joule'dür.

Sakızımsılık; kısmen katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır. Yüksek oranda yapışkanlık ve düşük oranda sertlik gösteren yarı katı gıdaların bir özelliğidir [60]. Bu değer, probun ikinci sıkıştırma işleminden elde edilen A_2 alanının ilk sıkıştırma işleminde elde edilen A_1 alanına oranı (birimsiz) ile belirlenen değer sertlik değerine çarpımı sonucu bulunmaktadır [63].

Elastikiyet; materyalin orjinal şekline dönme yeteneğidir. İlk sıkıştırmadan sonraki ilk geri çekilme de ölçülür. Yani ilk sıkıştırmadan sonraki bekleme aşamasından önce ölçüm yapılır (A_{1w}/A_1) (Şekil 3.1) [60].



Şekil 3.1. Örnek TPA Eğrisi [64]

3.2.6. İstatistik analizleri

Deneme 2x6 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak yürütülüp araştırma neticesinde elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır [65].

4. BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Un Analizleri

Kek üretiminde kullanılan una ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.1’ de verilmiştir.

Tablo 4.1. Kek Üretiminde Kullanılan Una Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Kullanılan Unun Analizleri	
Su absorpsiyon (%)	62
Gelişme süresi (dk)	1,3
Stabilite (dk)	14,7
Yumuşama derecesi (başladıktan 10 dk sonra)	38 FU
Yumuşama derecesi (1cc/ 12 dk sonra maks.)	36 FU
Sedimentasyon (cm ³)	35
Beklemeli sedimentasyon (cm ³)	52
Un kül (%)	0,495±0,00
Protein içeriği (%)	11,49±0,09
Un nem (%)	11,6±0,00
Un gluten index (%)	100
Un yaş gluten (%)	29

4.2. Yağ Analizleri

Kek üretiminde kullanılan yağların kırılma indisi, serbest yağ asidi, asit sayısı, özgül ağırlığı, peroksit sayısı, kül miktarı, iyot sayısı ve sabunlaşma sayısı değerlerine ait ortalamalar Tablo 4. 2’ de verilmiştir.

Tablo 4. 2. Kek Üretiminde Kullanılan Yağların Kırılma İndisi, Yağ Asidi, Asit Sayısı, Özgül Ağırlığı, Peroksit Sayısı, Kül Miktarı, İyot Sayısı ve Sabunlaşma Sayısı Değerleri

	Tekerrür	Ayçiçek Yağı	Çiğ Kabak Çekirdeği Yağı	Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağı
Kırılma İndisi	1	1,4745	1,4730	1,4725
	2	1,4745	1,4730	1,4725
	3	1,4745	1,4730	1,4725
Serbest Yağ Asidi (% Oleik Asit Cinsinden)	1	0,14	0,17	0,22
	2	0,14	0,17	0,22
	3	0,14	0,17	0,22
Asit Sayısı (mg KOH/ g Yağ)	1	0.28	0.33	0.44
	2	0.28	0.33	0.44
	3	0.28	0.33	0.44
Özgül Ağırlık	1	0,9191	0,9130	0,9162
	2	0,9191	0,9131	0,9163
	3	0,9190	0,9131	0,9161
Peroksit Sayısı (meqO ₂ / kg Yağ)	1	2,59	4,14	11,78
	2	2,59	4,14	11,96
	3	2,59	4,14	11,78
Kül Miktarı (%)	1	0,00	0,01	0,01
	2	0,00	0,01	0,01
	3	0,00	0,01	0,01
İyot Sayısı (g I ₂ / 100 g Yağ)	1	118,89	106,93	105,80
	2	118,95	106,77	105,73
	3	118,89	106,57	105,88
Sabunlaşma Sayısı (mg KOH/g)	1	131,38	185,35	191,21
	2	131,99	185,92	191,76
	3	131,93	186,04	191,44

Tablo 4. 3. Kek Üretiminde Kullanılan Yağların Kırılma İndisi, Yağ Asidi, Asit Sayısı, Özgül Ağırlığı, Peroksit Sayısı, Kül Miktarı, İyot Sayısı ve Sabunlaşma Sayısı Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Yağ	n	Kırılma İndisi	Serbest Yağ Asidi (% Oleik Asit Cinsinden)	Asit Sayısı (mg KOH/ g yağ)	Özgül Ağırlık
Ayçiçek Yağı	3	1,4745±0,000a	0,14±0,00c	0,28±0,00c	0,9191±0,000a
Çiğ Kabak Çekirdeği Yağı	3	1,4730±0,000b	0,17±0,00b	0,33±0,00b	0,913±0,000c
Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağı	3	1,4725±0,000c	0,22±0,00a	0,44±0,00a	0,9162±0,0001b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farksızdır (p>0,05).

Tablo 4. 3. devamı

Yağ	n	Peroksit Sayısı (meqO ₂ / kg Yağ)	Kül Miktarı(%)	İyot Sayısı (g I ₂ / 100 g Yağ)	Sabunlaşma Sayısı (mg KOH/g)
Ayçiçek Yağı	3	2,59±0,00c	0,0035±0,00c	118,91±0,03a	131,76±0,33c
Çiğ Kabak Çekirdeği Yağı	3	4,14±0,00b	0,0082±0,00b	106,76±0,18b	185,77±0,36b
Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağı	3	11,84±0,10a	0,0091±0,00a	105,80±0,08c	191,47±0,27a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farksızdır (p>0,05).

Kavrulmuş kabak çekirdeği yağında; yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olan peroksit sayısı, serbest yağ asidi, asit sayısı ve sabunlaşma sayısı değerleri çiğ kabak çekirdeği yağından daha yüksek çıktığı görülmüştür. Yağlı tohumların kavrulması esnasında kavrurma süresinin uzamasıyla birlikte, yağlarda serbest asitlik ve

peroksit değerlerinin artış gösterdiği ifade edilmiştir [66]. Yağlarda kırılma indisi değeri doymamışlığın ve zincir uzunluğunun artmasıyla artmaktadır [67]. Ayrıca yağların kırılma indisine göre iyot sayısı da tahmin edilebilmektedir [67]. Doymamışlık değeri ve iyot sayısı arttıkça kırılma indisi de artmıştır (Tablo 4.3).

4.3. Kek Karışımlarına Ait pH Değerleri

Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek hamurlarının pH değerlerine ait sonuçlar Tablo 4.4’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4. 4. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Hamurlarının pH Değerlerine Ait Sonuçlar

Yağ	Oran %	Tekerrür	pH	
Çiğ	Kontrol	1	6,90	
		2	6,91	
	20	1	6,93	
		2	6,94	
	40	1	7,00	
		2	7,01	
	60	1	7,03	
		2	7,04	
	80	1	7,06	
		2	7,07	
	100	1	7,07	
		2	7,08	
	Kavrulmuş	Kontrol	1	6,90
			2	6,91
20		1	6,87	
		2	6,88	
40		1	6,91	
		2	6,92	
60		1	6,97	
		2	6,98	
80		1	7,01	
		2	7,02	
100		1	7,02	
		2	7,03	

Tablo 4. 5. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin pH Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	pH	
		KO	F
Yağ (A)	1	0,02	320,333**
Yağ İkame Oranı (B)	5	0,017	331,80**
AXB	5	0,001	17,133**
Hata	12	0,000	

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, VK: Varyasyon Kaynakları

Kek üretiminde kullanılan yağ, karışım oranı ve yağ x karışım oranı interaksiyonunun kek hamurunun pH değeri üzerinde çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olduğu görülmektedir (Tablo 4.5).

Tablo 4.6. Yağ Çeşidi Değişkenine Ait pH Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

YAĞ	n	pH
Çiğ	12	7,00±0,06a
Kavrulmuş	12	6,95±0,05b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$).

Yağ çeşidi değişkenine ait pH değerlerinin duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 4.6) incelendiğinde çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen kek hamurlarının pH değerinin kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen kek hamurlarının pH değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Tablo 4.2 incelendiğinde kavrulmuş kabak çekirdeği yağının asitlik değerinin çiğ kabak çekirdeği yağından daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Dolayısıyla kavrulmuş kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen kek hamurlarının pH değeri daha düşük çıkmıştır.

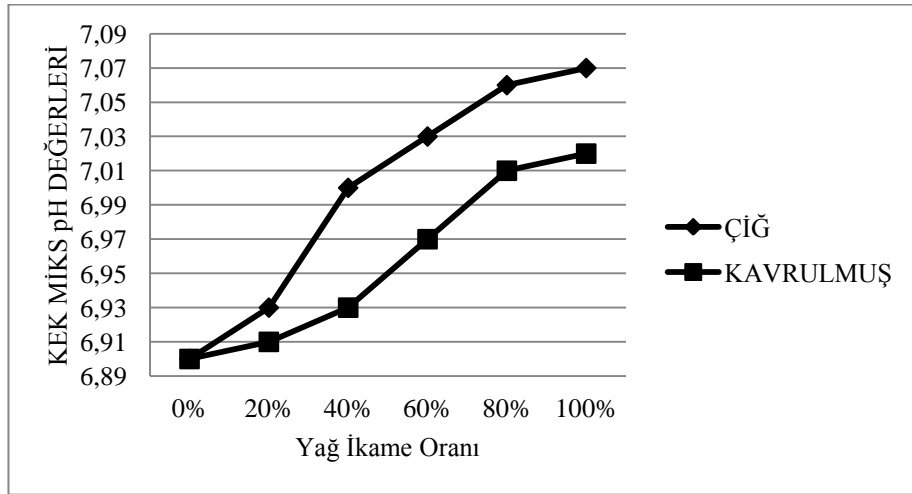
Tablo 4.7. Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait pH Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Karışım oranı %	n	pH
Kontrol	4	6,90±0,00d
20	4	6,90±0,04d
40	4	6,96±0,05c
60	4	7,00±0,04b
80	4	7,04±0,03a
100	4	7,05±0,03a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

Tablo 4.7 incelendiğinde kabak çekirdeği yağının kek hamurundaki yüzdesel artışı ile birlikte pH değerinin arttığı, en düşük pH değerinin kontrol grubuna ve %20 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kek hamurlarına ait olduğu ve bunların arasında da istatistiksel olarak bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. En yüksek pH değerinin ise %80 ve %100 kabak çekirdeği ile üretilen kek hamurlarına ait olduğu ve bunların arasında istatistiksel bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir.

Kek üretiminde kullanılan ayçiçek yağı yerine ikame edilen çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağı oranlarına göre kek hamurunun pH değişim grafiği Şekil 4.1' de verilmiştir.



Şekil 4. 1. Farklı oranlarda kabak çekirdeği yağı kullanılarak oluşturulan kek hamurlarının pH değerleri

Şekil 4.1 incelendiğinde her oranda çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi arttıkça kek hamurunun pH değerinin düzenli şekilde arttığı, çiğ kabak çekirdeği yağının kavrulmuş kabak çekirdeği yağına nazaran kek hamurunun pH değerini daha çok artırdığı gözlemlenmiştir. Yağlı tohumlarda kavurma işlemi ve süresinin yağ asitliği miktarını artırdığı bildirilmiştir [66]. Kavrulmuş kabak çekirdeği yağındaki serbest yağ asidi miktarının nispeten fazla oluşunun bu yağın kullanıldığı kek hamurlarındaki pH düşüşüne sebep olduğu düşünülmektedir.

Olması gerekenin altında bir pH değerinin kekte ekşimsi bir tada neden olduğu, yüksek pH değerlerinde ise kekte sodalı, sabunumsu bir tat algılandığı bildirilmiştir [68]. Kek hamurunun pH değerlerinin değişmesinin hacim, renk değerleri üzerinde etkisi olduğu, asitliğin artmasıyla birlikte kekin hacminin azaldığı ve kek içinin daha yapışkan bir hal aldığı vurgulanmıştır [69]. pH değerinin artışı ile birlikte kek kabuğunun da esmerleşme hızının artacağı ifade edilmiştir [68].

4.4. Kek Örneklerine Ait Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerleri
Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin ağırlık, hacim, pişme kaybı ve spesifik hacim değerlerine ait sonuçlar Tablo 4.8’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4. 8. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Sonuçlar

Yağ	Oran %	Tekerrür	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Pişme kaybı (%)	Spesifik hacim (cc/g)	
Çiğ	Kontrol	1	51,32	102	14,15	1,99	
		2	51,31	102	14,13	1,99	
		3	51,89	108	14,31	1,96	
	20	1	52,53	108	13,16	2,07	
		2	52,68	106	13,78	2,05	
		3	52,5	104	13,81	1,99	
	40	1	51,96	103	13,1	1,96	
		2	52,16	106	13,88	1,98	
		3	51,27	100	14,33	1,95	
	60	1	52,93	106	13,43	1,91	
		2	52,27	100	14,13	1,91	
		3	52,43	100	14,33	1,88	
	80	1	51,58	102	13,69	1,98	
		2	52,23	100	13,41	1,97	
		3	51,22	98	13,61	1,91	
	100	1	52,58	96	12,26	1,83	
		2	52,23	94	12,03	1,82	
		3	52,81	94	12,48	1,82	
	Kavrulmuş	Kontrol	1	51,32	102	14,15	1,99
			2	51,31	102	14,13	1,99
			3	51,89	108	14,31	1,96
		20	1	51,29	118	15,23	2,30
			2	52,02	114	15,53	2,30
			3	51,33	118	16,01	2,17
40		1	52,09	104	13,06	2,00	
		2	52,07	102	13,3	2,01	
		3	52,18	102	13,51	1,96	
60		1	51,64	102	12,91	1,98	
		2	51,88	102	13,24	1,99	
		3	51,17	104	13,58	2,00	
80		1	52,53	108	13,63	2,04	
		2	52,38	110	13,15	2,00	
		3	52,51	106	14,1	2,04	
100		1	51,99	108	13,71	2,08	
		2	51,36	102	13,33	2,05	
		3	51,58	102	14,21	2,00	

Tablo 4. 9. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	Ağırlık (g)		Hacim (cc)		Pişme Kaybı (%)		Spesifik Hacim (cc/g)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Yağ Çeşidi (A)	1	0,80	7,23**	200,69	30,74**	1,39	10,58 **	0,10	94,82 **
Yağ İkame Oranı (B)	5	0,31	2,77*	95,63	14,65**	1,86	14,18 **	0,04	34,60 **
AXB	5	0,90	8,19**	39,49	6,05**	1,82	13,91**	0,01	13,21 **
Hata	24	0,11		6,53		0,13		0	

*(p<0,05) düzeyinde önemli, **(p<0,01) düzeyinde önemli, VK: Varyasyon Kaynakları

Tablo 4.9 incelendiğinde kek yapımında kullanılan yağ; kekin ağırlığı, hacmi, pişme kaybı ve spesifik hacmi üzerinde çok önemli düzeyde (P<0,01), kullanılan yağların karışım oranı ise kek ağırlığı üzerinde önemli düzeyde (P<0,05) etkiliyken, hacim pişme kaybı ve spesifik hacim üzerinde çok önemli düzeyde (P<0,01), kullanılan yağların karışım oranı değişkeni ise kekin ağırlığı, hacmi, pişme kaybı ve spesifik hacmi üzerinde çok önemli düzeyde (P<0,01) etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 4. 10. Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Yağ	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Pişme Kaybı (%)	Spesifik Hacim (cc/g)
Çiğ	6	52,11±0,56a	101,61±4,33b	13,56±0,71b	1,94±0,07b
Kavrulmuş	6	51,81±0,45b	106,33±5,50a	13,95±0,87a	2,05±0,10a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farksızdır (p>0,05).

Çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin fırın çıkış ağırlıklarının kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin ağırlıklarından daha fazla olmasına

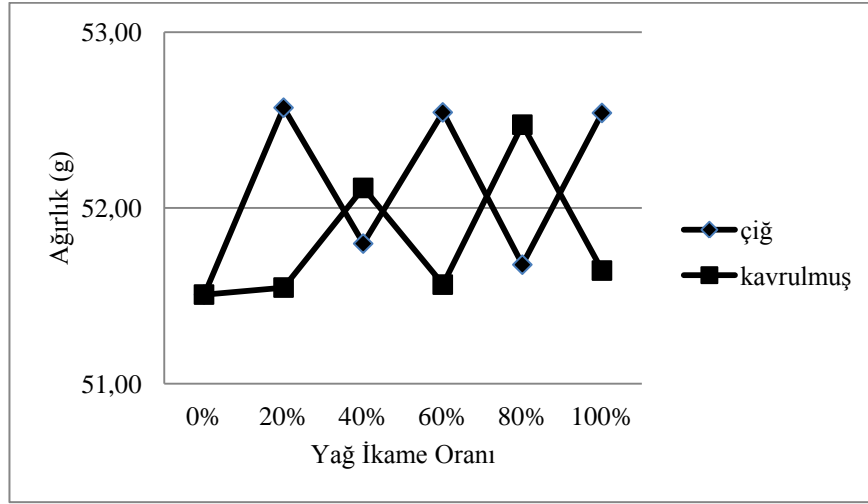
karşın hacim, pişme kaybı, spesifik hacim değerleri kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin değerlerinden daha az çıktığı görülmüştür (Tablo 4.10).

Tablo 4. 11. Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim, Pişme Kaybı ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Yağ İkame Oranı %	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Pişme Kaybı (%)	Spesifik Hacim (cc/g)
Kontrol	6	51,51±0,30b	104,00±3,10b	14,20±0,09a	1,98±0,02bc
20	6	52,06±0,62a	111,33±6,15a	14,59±1,15a	2,15±0,13a
40	6	51,96±0,34a	102,83±2,04b	13,53±0,49b	1,98±0,02bc
60	6	52,05±0,62a	102,33±2,34bc	13,60±0,54b	1,95±0,05cd
80	6	52,08±0,55a	104,00±4,73b	13,60±0,32b	1,99±0,05b
100	6	52,09±0,56a	99,33±5,61c	13,00±0,88c	1,93±0,12d

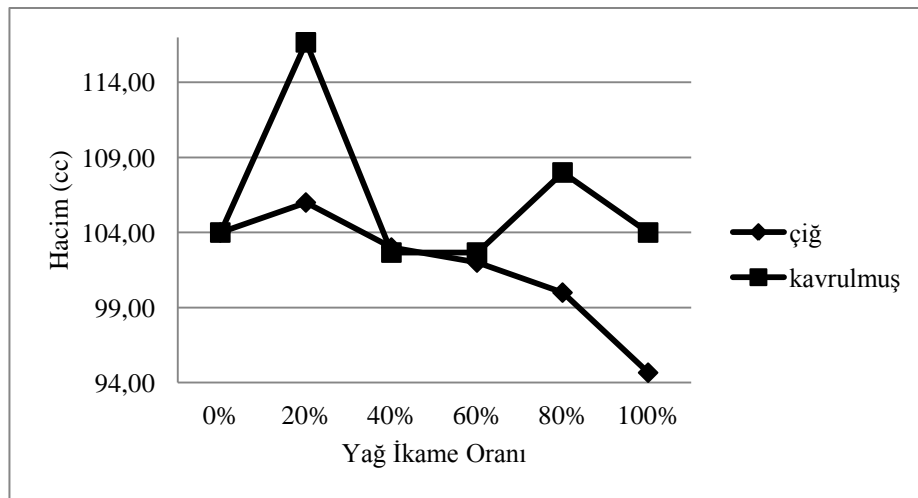
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

Fırın çıkışında en düşük kek ağırlığının kontrol grubu keklerinde olduğu, kabak çekirdeği yağının ilavesiyle üretilen keklerin ağırlıklarında istatistikî bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. En yüksek hacim %20 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerde gözlemlenirken, en düşük hacim sadece kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerde gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ve kabak çekirdeği yağının %40, 60, 80 oranlarında karıştırılmasıyla üretilen keklerin hacimlerinde istatistikî bir farkın olmadığı görülmüştür. Kabak çekirdeği yağının %20 oranında karıştırılmasıyla üretilen keklerin spesifik hacminin en yüksek olduğu, kontrol grubu keklerin ve kabak çekirdeği yağının %20 oranında karıştırılmasıyla üretilen keklerin spesifik hacimlerinde istatistikî bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Sadece kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin en düşük spesifik hacim değerine sahip olduğu görülmüştür. Fırın çıkışlarında oluşan en az pişme kaybının ise sadece kabak çekirdeği yağı üretilen keklerin olduğu tespit edilmiş, kabak çekirdeği yağının %40, %60, %80 oranında karıştırılarak üretilen keklerin pişme kaybında ise istatistikî bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. En fazla pişme kaybının ise aralarında istatistikî fark bulunmayan kontrol grubu ve %20 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerde olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4. 11).



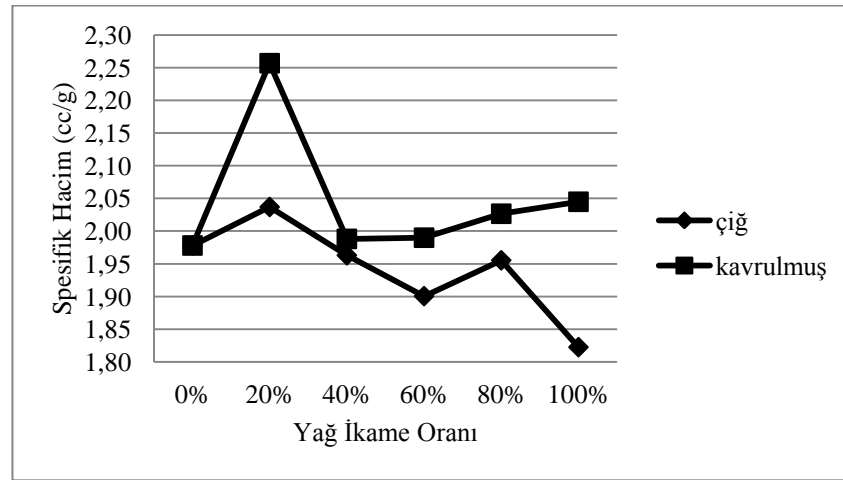
Şekil 4. 2. Keklerde Ağırlık Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Kavrulmuş kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerin ağırlıkları %40, %80 oranında karıştırılarak üretilenler hariç çiğ kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerin ağırlıklarından düşük çıkmıştır. En düşük kek ağırlığı ise kontrol grubu keklerde belirlenmiştir (Şekil 4.2). Yapılan bir çalışmada zeytinyağı ve palm yağının (75:15:10 ve 85:10:5) kimyasal interesterifikasyonu ile elde ettiği yağlarla üretilen keklerde hacim değerlerinin endüstriyel şortening ile üretilen keklere kıyasla daha düşük, ağırlık kaybının daha az ve ağırlıklarının daha yüksek olduğu bildirilmiştir [45].



Şekil 4. 3. Keklerde Hacim Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu Yağ Oranı

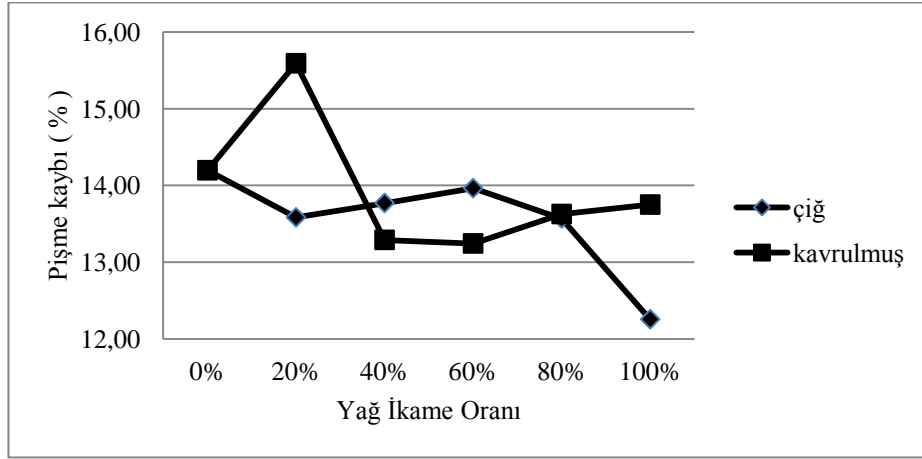
Çiğ kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerin hacimleri %40 oranla üretilenler hariç kavrulmuş kabak çekirdeği yağı karıştırılarak keklerin hacimlerinden düşük çıkmıştır. Çiğ kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerde yağ oranı arttıkça hacimlerinde azalma meydana gelmiştir. En düşük hacme %100 çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen kekler sahipken en yüksek hacme %20 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.3). Margarin yerine işlenmemiş zeytinyağı kullanımının keklerin fiziksel özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada zeytinyağı kullanımının hamur yoğunluğunu ve kek hacmini olumlu yönde etkilediği ve artırdığı rapor edilmiştir [46]. Yapılan bir başka çalışmada da kimyasal interesterifikasyon ile üretilen palm yağı ve pamuk yağı karışımlarıyla üretilen keklerin palm yağı oranı arttıkça hacimlerinin arttığı bildirilmiştir [70]. Yağ içeriğini artırmanın unlu mamullerde nem tutmaya sebep olduğu ve dolayısıyla hacim kayıplarını minimuma indirdiği belirtilmiştir [71].



Şekil 4. 4. Keklerde Spesifik Hacim Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Çiğ kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerin spesifik hacimleri, kavrulmuş kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerin spesifik hacimlerinden düşük çıkmıştır. En düşük spesifik hacme tamamı çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen kekler sahipken en yüksek spesifik hacme %20 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kavrulmuş kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerde %40 seviyesinden itibaren yağ oranı arttıkça keklerin spesifik hacimlerinde artış meydana gelmiştir (Şekil 4.4). Yapılan çalışmalarda spesifik

hacimdeki artışın kek hamurunda gaz tutma kapasitesindeki artışla ilgili olduğu bildirilmiştir [72, 73]. Bu bulgular ışığında kavrulmuş kabak çekirdeği yağının kek hamurunda gaz tutma kapasitesinin yüksek olduğu söylenebilir.



Şekil 4. 5. Keklerde Pişme Kaybı Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Pişme kaybı özellikle ticari üretimlerde ambalaj üzerine yazılması zorunlu olan son ürün ağırlığının tutturulması açısından belirlenmesi gereken bir kriterdir. Kek üretimi sırasında pişme kaybının artmasına paralel olarak kekte arzu edilmeyen boyutsal küçülme de meydana gelebilmektedir. Ayrıca pişme kaybına bağlı olarak kekin kurumması da söz konusu olabilir. Kullanılan formülasyon dışında kontrol edilemeyen birçok faktör de (fırın sıcaklığı, ortam sıcaklığı vb.) pişme kaybını etkileyebilmektedir [74]. En düşük pişme kaybına %100 çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen kekler sahipken en yüksek pişme kaybına %20 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen kekler olduğu gözlemlenmiştir. Kavrulmuş kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerde %60 seviyesinden itibaren yağ oranı arttıkça keklerin pişme kayıplarında artış meydana gelmiştir. Çiğ kabak çekirdeği yağı karıştırılarak üretilen keklerde %20 seviyesinden itibaren %60 seviyesine kadar yağ oranı arttıkça keklerin pişme kayıplarında artış, %60 seviyesinden itibaren azalış meydana gelmiştir(Şekil 4.5). Yapılan bir çalışmada kimyasal interesterifikasyon ile üretilen palm yağı ve pamuk yağı karışımlarıyla üretilen keklerde en yüksek pişirme kaybının palm yağı: pamuk yağı 75:25 ve 50:50 paçalarında, en düşük pişirme kaybının ise hidrojene şorteningde olduğunu tespit etmişlerdir [70]. Keklerde pişme kayıplarının temel sebebinin pişme esnasında oluşabilecek büyük hava kanalları olduğu üzerinde durulmuştur [46].

4.5. Kek Örneklerine Ait Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri

Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değişimlerine ait sonuçlar Tablo 4. 12’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değişimlerine Ait Sonuçlar

Yağ	Oran%	Tekerrür	Hacim indeksi (mm)	Simetri indeksi (mm)	Tekdüzelik indeksi (mm)	
Çiğ	Kontrol	1	120	30	0	
		2	121	30	-3	
		3	122	28	-2	
	20	1	116	28	1	
		2	116	33	2	
		3	117	30	-2	
	40	1	120	27	0	
		2	120	28	0	
		3	124	29	0	
	60	1	117	30	0	
		2	118	29	1	
		3	118	30	-1	
	80	1	121	25	0	
		2	121	23	0	
		3	120	26	1	
	100	1	117	28	2	
		2	117	29	3	
		3	118	28	2	
	Kavrulmuş	Kontrol	1	120	30	0
			2	121	30	-3
			3	122	28	-2
		20	1	118	22	0
			2	117	23	-1
			3	117	22	-1
40		1	121	24	-2	
		2	120	26	-4	
		3	121	25	3	
60		1	122	21	0	
		2	122	21	0	
		3	121	20	0	
80		1	126	20	0	
		2	124	20	0	
		3	125	20	0	
100		1	121	26	0	
		2	121	27	0	
		3	121	29	0	

Tüketici tarafından arzu edilen kek yapısının yüksek hacimli, simetrik ve tekdüze bir yapıda olduğu söylenilebilir. Hacim indeksi keklerin gerçek hacimlerini ölçmemekle beraber hacmi hakkında fikir veren bir parametredir. Simetri indeksi ise bilhassa kek endüstrisinde keklerin dış hat profillerini belirlemek adına kullanılır. Kek merkezden yukarıya doğru kabardığında simetri indeksi artar, kek düz bir üst yüzeye sahip olduğu zaman ise simetri indeksi azalır [75]. Tekdüzelik indeksi ise keklerin yanal simetrisi hakkında bilgi vermektedir [76].

Tablo 4.13. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değişimlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Hacim İndeksi (mm)		Simetri İndeksi (mm)		Tekdüzelik İndeksi (mm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Yağ Çeşidi (A)	1	38,03	42,78**	164,69	116,25**	5,44	2,72
Yağ İkame Oranı (B)	5	24,98	28,11**	34,32	24,22**	5,13	2,57
AXB	5	7,29	8,21**	20,09	14,18**	1,18	0,59
Hata	24	0,89		1,42		2,00	

*($p < 0,05$) düzeyinde önemli, **($p < 0,01$) düzeyinde önemli, VK: Varyasyon Kaynakları

Tablo 4.13 incelendiğinde kek üretiminde kullanılan yağ; karışım oranı ve bunların etkisi keklerin hacim indeksi ve simetri indeksi üzerinde çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olduğu, kek yapımında kullanılan yağ; karışım oranı ve bunların etkisi keklerin tekdüzelik indeksi üzerinde etkili olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.14. Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Yağ Çeşidi	n	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Tekdüzelik İndeksi (mm)
Çiğ	6	119,06±2,26b	28,39±2,23a	0,22±1,56a
Kavrulmuş	6	121,11±2,37a	24,11±3,61b	-0,56±1,50a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

Tablo 4.14 incelendiğinde kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin hacim indeksinin çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin hacim indeksinden daha yüksek çıktığı görülmektedir. Kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerden daha fazla hacme sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10). Yapılan bir çalışmada endüstriyel şortening ile üretilen keklerde hacim indeksi değerlerinin yüksek olmasına rağmen keklerin yüzeylerinde çökme görüldüğü, tekdüzelik indeksi değerlerinin ise istenen değer olan 0'dan uzaklaştığı rapor edilmiştir [45].

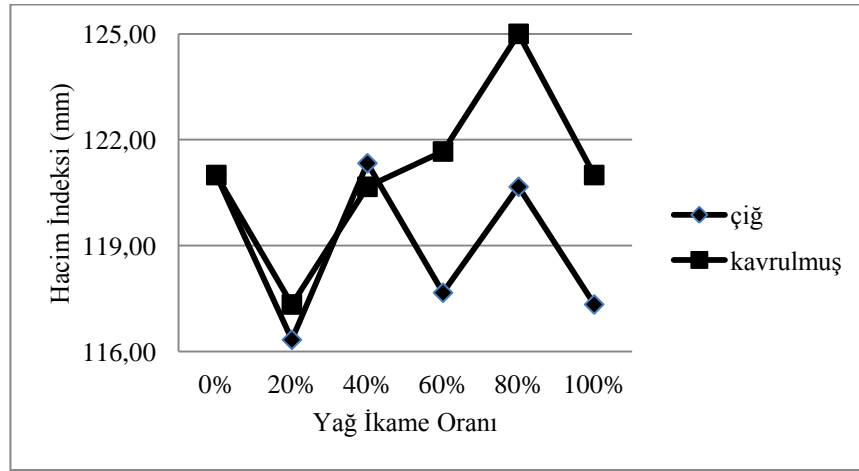
Tablo 4. 15. Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Hacim İndeksi, Simetri İndeksi ve Tekdüzelik İndeksi Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Karışım oranı %	n	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Tekdüzelik İndeksi (mm)
Kontrol	6	121,00±0,89b	29,33±1,03a	-1,67±1,37b
20	6	116,83±0,75d	26,33±4,68c	-0,17±1,47ab
40	6	121,00±1,55b	26,50±1,87c	-0,50±2,35ab
60	6	119,67±2,25c	25,17±4,96c	0,00±0,63ab
80	6	122,83±2,48a	22,33±2,73d	0,17±0,41ab
100	6	119,17±2,04c	27,83±1,17b	1,17±1,33a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

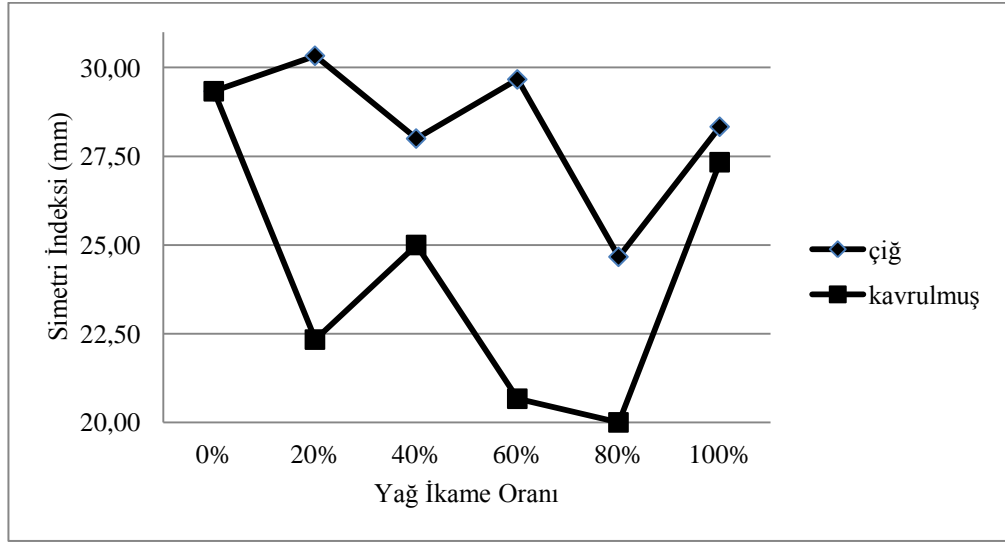
Tablo 4.15 incelendiğinde en yüksek hacim indeksi değeri %80, en düşük hacim indeksi değeri ise %20 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek simetri indeksine sahip keklerin kontrol grubu, en düşük

simetri indeksi değerine sahip keklerin ise %80 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler olduğu gözlemlenmiştir. Farklı oranlarda çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanımının %20 den %80 e kadar kabak çekirdek yağı ilavesi ile hazırlanmış keklerin tekdüzelik indeksi değerinde istatistikî olarak bir fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir. En yüksek tekdüzelik indeksi değeri %100 kabak çekirdeği yağı ile hazırlanan keklerde gözlemlenirken en düşük tekdüzelik indeksi değeri kontrol grubu keklerde bulunmuştur.



Şekil 4. 6. Keklerde Hacim İndeksi Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Şekil 4. 6 incelendiğinde en yüksek hacim indeksinin %80 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı, en düşük hacim indeksinin ise %20 çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler olduğu gözlemlenmiştir. Kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesinin %20'den %80'e kadar artışıyla hacim indeksi değerinde artış meydana gelmiş, %100'de düşüş gözlemlenmiştir. Hacim indeksinin kek hacmi ile benzer bir eğilim göstermesi beklenmektedir [77]. Yapılan çalışmalarda kek hacmi yüksek olan keklerin hacim indeksinin de yüksek olduğu, kek hacminin hacim indeksinden daha gerçekçi sonuçlar verdiği ve kek hacmi ile hacim indeksi arasında yüksek bir korelasyon olduğu ifade edilmiştir [56]. Yapılan çalışmalarda kontrol keki ile yağ ikameleri kullanılarak üretilen yağsız ve standarda göre daha az yağlı keklerin hacim indeksi değerlerinin 96– 131 mm arasında olduğunu bildirmişlerdir [78].



Şekil 4. 7. Keklerde Simetri İndeksi Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Şekil 4. 7 incelendiğinde kavrulmuş kabak çekirdeği yağının ilavesi keklerin simetri indeksinin kontrol grubuna göre daha az olduğu görülmüştür. Çiğ kabak çekirdeği yağı ilave edilerek üretilen keklerin simetri indeksi değerlerinin kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilave edilerek üretilen keklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En yüksek simetri indeksi değerinin %20 çiğ kabak çekirdeği yağı, en düşük simetri indeksi değerinin ise %80 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklere ait olduğu gözlemlenmiştir. Simetri indeksi yüksek olan keklerin üst kısımlarının bombeli ve tüketici tarafından arzu edilen bir yapısının olduğu, simetri indeksi düşük olan keklerin ise üst kısımlarının düz ve tüketici tarafından arzu edilmeyen bir yapısının olduğu bildirilmiştir [56]. Bu bilgiler ışığında çiğ kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklere kıyasla daha iyi bir simetriye sahip olduğu söylenebilir.

4.6. Kek Örneklerine Ait Kabuk Renk Değerleri

Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin kabuk L, (+)a ve (+)b renk değerleri Tablo 4. 16’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4. 16. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kabuk L, (+)a ve (+)b Renk Değerlerine Ait Değerler

Yağ	Oran %	Tekerrür	L	(+)a	(+)b	
Çiğ	Kontrol	1	42,87	14,61	20,18	
		2	42,27	14,55	20,66	
		3	43,44	14,83	19,69	
	20	1	46,21	14,16	22,2	
		2	46,86	14,19	22,45	
		3	46,52	14,24	22,27	
	40	1	44,13	14,25	21,12	
		2	44,34	14,33	21,36	
		3	44,29	14,2	21,29	
	60	1	42,16	13,93	20,07	
		2	42,21	13,99	20,95	
		3	41,29	13,48	20,75	
	80	1	43,8	13,47	20,94	
		2	43,64	13,42	20,06	
		3	43,7	13,52	20,01	
	100	1	50,08	10,91	23,7	
		2	50,18	10,73	23,63	
		3	49,47	10,78	23,26	
	Kavurulmuş	Kontrol	1	42,87	14,61	20,18
			2	42,27	14,55	20,66
			3	43,44	14,83	19,69
		20	1	39,92	14,52	18,57
			2	40,48	14,6	18,05
			3	40,1	14,57	19,03
40		1	40,77	14,31	19,12	
		2	40,54	14,05	19,32	
		3	40,26	14,15	19,35	
60		1	39,01	14,25	17,95	
		2	39,55	14,22	17,91	
		3	39,41	14,32	17,75	
80		1	40,04	14,27	18,67	
		2	39,81	14,37	18,65	
		3	39,69	14,26	18,86	
100		1	39,97	13,81	18,37	
		2	39,78	13,812	18,47	
		3	39,29	13,78	18,61	

Tablo 4. 17. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kabuk L, (+)a ve (+)b Renk Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	L		(+a)		(+b)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Yağ Çeşidi (A)	1	178,94	1.338,31**	5,21	381,69**	57,2	512,33**
Yağ İkame Oranı (B)	5	12,17	90,99**	4,17	305,83**	2,45	21,94**
AXB	5	18,39	137,52**	1,96	143,77**	4,62	41,4**
Hata	24	0,13		0,01		0,11	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, VK: Varyasyon Kaynakları

Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin kabuk L, (+)a ve (+)b renk değerlerine yağ, karışım oranı ve yağ x karışım oranı interaksiyonunun çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.17).

Tablo 4. 18. Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Kabuk L, (+) a ve (+)b Renk Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Yağ çeşidi	n	L	(+)a	(+)b
Çiğ	6	44,86±2,77a	13,53±1,32b	21,37±1,27a
Kavrulmuş	6	40,40±1,23b	14,29±0,30a	18,85±0,78b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$).

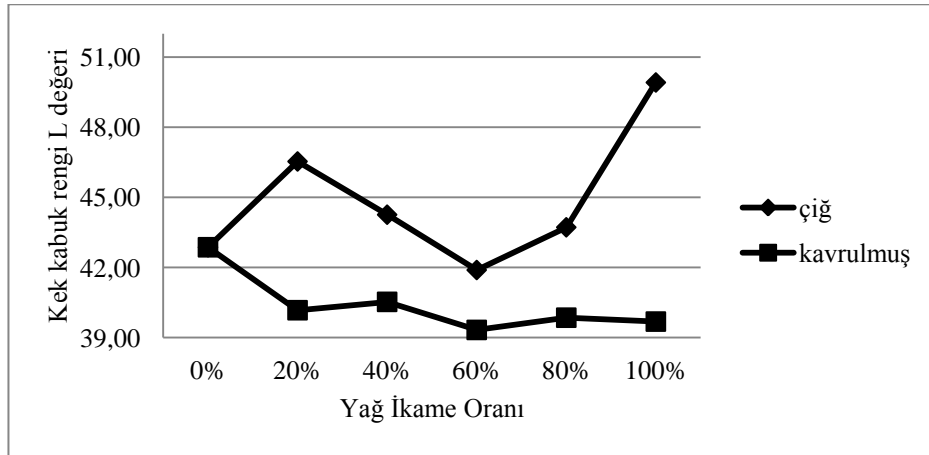
Tablo 4. 18. incelendiğinde çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesiyle üretilen keklerin kabuk renginin daha açık ve sarı olduğu, kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin kabuk renginin ise daha koyu ve daha kırmızı olduğu gözlemlenmiştir. Kolorimetrede yapılan ölçümlerde L değeri 0 (koyuluk) ve 100 (açıklık) arasındaki aydınlık derecesini, (-)a renk değeri yeşilliği, (+)a renk değeri kırmızılığı, (-)b renk değeri maviliği, (+)b renk değeri ise sarılığı ifade etmektedir [79, 80].

Tablo 4. 19. Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Kabuk L, (+)a ve (+)b Renk Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Karışım oranı %	n	L	(+)a	(+)b
Kontrol	6	42,86±0,52c	14,66±0,13a	20,18±0,43b
20	6	43,35±3,50b	14,38±0,20b	20,43±2,08b
40	6	42,39±2,05d	14,22±0,11c	20,26±1,10b
60	6	40,61±1,45f	14,03±0,31d	19,23±1,52c
80	6	41,78±2,12e	13,89±0,46e	19,53±0,94c
100	6	44,80±5,61a	12,30±1,64f	21,01±2,77a

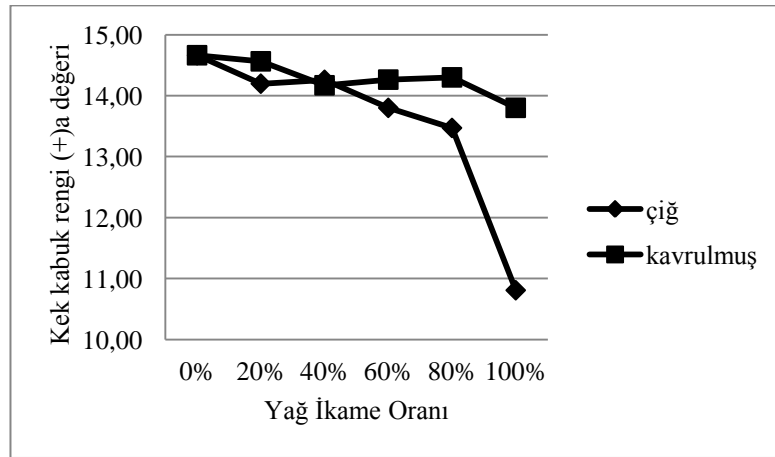
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

Tablo 4. 19 incelendiğinde en koyu kabuk rengine %60 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sahip olduğu, en açık kabuk rengine ise tamamı kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol grubu keklerden başlayarak %100 kabak çekirdeği yağı seviyesine kadar yağ oranı arttıkça keklerin (+)a renk değerinde azalma meydana geldiği, %100 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin en yüksek (+)b renk değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu, %20 ve %40 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin b renk değerleri arasında istatistiksel bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir.



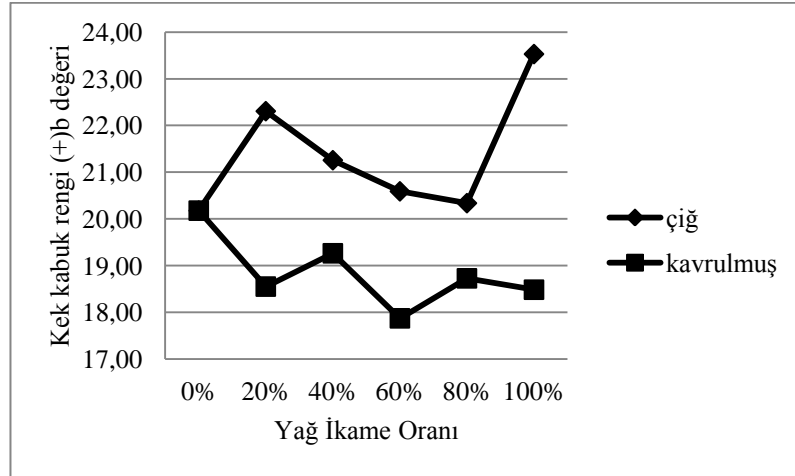
Şekil 4. 8. Keklerde Kabuk Rengi L Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Keklerde en koyu kabuk rengine %60 kavrulmuş, en açık kabuk rengine ise %100 çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin sahip olduğu görülmüştür. Çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerde %20'den %60 seviyesine kadar kabuk renginde bir koyulaşma, %60 sonra ise kabuk renginde bir açılma olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.8). Kek tercihinde albeniyi etkileyen en önemli unsur kekin dış görünüşü ve kabuk rengidir [4]. Yapılan bir çalışmada araştırmacılar pamuk ve palm yağlarının kimyasal interesterifikasyonu ile elde ettikleri yağlardan ürettikleri keklerin, dış yüzeylerine ait L değerlerinin yağların çeşidinden etkilenmediğini saptamışlardır [70]. Fakat bizim çalışmamızda kabak çekirdeği yağının kendine has renginden dolayı keklerde böyle bir durumun gözlemlendiği düşünülmektedir. Kabak çekirdeği yağının çok yoğun koyu yeşil renginden dolayı gıdalarda kullanımının tercih edilmediği bildirilmiştir [29].



Şekil 4. 9. Keklerde Kabuk Rengi (+)a renk değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Şekil 4. 9 incelendiğinde en düşük (+)a renk değerine tamamı çiğ kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin, en yüksek (+)a renk değerine ise kontrol grubu keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerde %40 seviyesinden %100 seviyesine kadar yağ oranının artışıyla birlikte (+)a renk değerinde azalma görülmektedir. Çiğ kabak çekirdeği yağının yeşil, kavrulmuş kabak çekirdeği yağının ise kahverengi bir renge sahip olduğu bildirilmiştir [81]. Bu sebeple çiğ kabak çekirdeği yağının keklerde daha yeşil renge sebebiyet verdiği düşünülmektedir.



Şekil 4. 10. Keklerde Kabuk Rengi (+)b renk değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Şekil 4. 10 incelendiğinde en düşük (+)b renk değerine %60 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı, en yüksek (+)b renk değerine ise tamamı çiğ kabak çekirdeği yağı ilave edilerek üretilen keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çiğ kabak çekirdeği yağının ilavesinin kontrol grubu keklere nazaran (+)b renk değerini artırdığı, kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesinin ise (+)b renk değerini azalttığı tespit edilmiştir. Çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerde %20'den %80 seviyesine kadar yağın artışıyla birlikte (+)b renk değerinde azalma gözlemlenmiştir.

4.7. Kek Örneklerine Ait İç Renk Değerleri

Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin iç L, (-)a ve (+)b renk değerler Tablo 4. 20'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.21'de verilmiştir

Tablo 4.20. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin İç Renginin L, (-)a ve (+)b renk değerleri

Yağ	Oran%	Tekerrür	L	(-)a	(+)b	
Çiğ	Kontrol	1	71,34	1,97	17,18	
		2	71,34	1,96	17,50	
		3	71,06	1,88	17,51	
	20	1	69,02	3,31	19,59	
		2	69,03	3,44	19,58	
		3	68,89	3,39	19,50	
	40	1	68,14	4,14	20,89	
		2	68,14	4,14	20,89	
		3	68,14	4,14	20,89	
	60	1	66,85	4,57	21,53	
		2	66,53	4,65	21,55	
		3	66,18	4,63	21,54	
	80	1	65,13	5,00	22,14	
		2	65,89	5,01	22,12	
		3	64,99	5,03	22,17	
	100	1	63,98	5,12	22,38	
		2	63,78	5,14	22,23	
		3	63,54	5,11	22,33	
	Kavrulmuş	Kontrol	1	71,34	1,97	17,18
			2	71,34	1,96	17,50
			3	71,06	1,88	17,51
		20	1	68,99	2,74	18,70
			2	69,13	2,76	18,67
			3	69,02	2,75	18,56
40		1	67,18	3,21	19,30	
		2	67,71	3,21	19,37	
		3	66,54	3,28	19,40	
60		1	66,14	3,31	19,55	
		2	66,24	3,25	19,60	
		3	66,85	3,49	19,45	
80		1	65,74	3,62	20,36	
		2	65,75	3,66	20,29	
		3	65,68	3,73	20,37	
100		1	64,08	3,49	20,56	
		2	64,94	3,40	20,50	
		3	63,92	3,39	20,62	

Kek numunelerinin iç renkleri de kolorimetre (Minolta CR 400 Series, Osaka, Japan) ile Hunter L, a, b renk skalası kullanılarak ölçülmüştür.

Tablo 4. 21. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin İç Renginin L, a ve b renk değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	L		(-)a		(+)b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Yağ Çeşidi (A)	1	0,00	0,03	8,54	2.940,68**	16,04	1.946,87**
Yağ İkame Oranı (B)	5	39,70	380,37**	5,04	1.734,97**	13,79	1.673,79**
AXB	5	0,44	4,19**	0,54	187,67**	0,85	103,59**
Hata	24	0,10		0,00		0,01	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, VK: Varyasyon Kaynakları

Tablo 4. 21 incelendiğinde kek üretiminde kullanılan yağın; kek iç rengi L değeri üzerine etkisinin önemsiz, a ve b renk değerleri üzerine etkisinin ise çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan yağların karışım oranının ve yağ x karışım oranı interaksiyonunun kek iç renginin L, (-)a, (+)b renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olduğu görülmüştür.

Tablo 4. 22. Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Kek iç L, (-)a ve (+)b Renk Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Yağ çeşidi	n	L	(-)a	(+)b
Çiğ	6	67,33±2,53a	4,04±1,14a	20,64±1,77a
Kavrulmuş	6	67,31±2,35a	3,06±0,59b	19,31±1,10b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$).

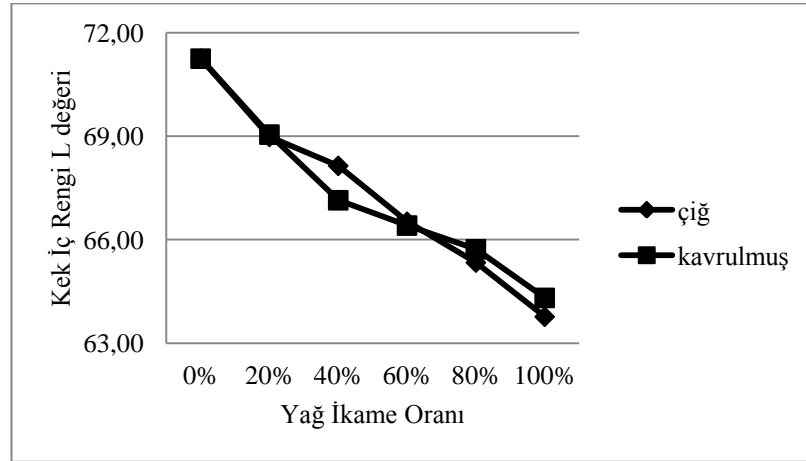
Tablo 4. 22 incelendiğinde kek yapımında kullanılan yağın değişmesinin kekin iç renginin açıklık/koyuluk parametresinde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı tespit edilmiştir. Çiğ kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin daha yeşil ve daha sarı olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4. 23. Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Kek İç Renginin L, (-)a ve (+)b renk değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Karışım oranı %	n	L	(-)a	(+)b
Kontrol	6	71,25±0,14a	1,94±0,04f	17,40±0,17f
20	6	69,01±0,08b	3,07±0,35e	19,10±0,50e
40	6	67,64±0,66c	3,69±0,50d	20,12±0,84d
60	6	66,47±0,33d	3,98±0,70c	20,54±1,10c
80	6	65,53±0,37e	4,34±0,74b	21,24±0,99b
100	6	64,04±0,48f	4,28±0,93a	21,44±0,96a

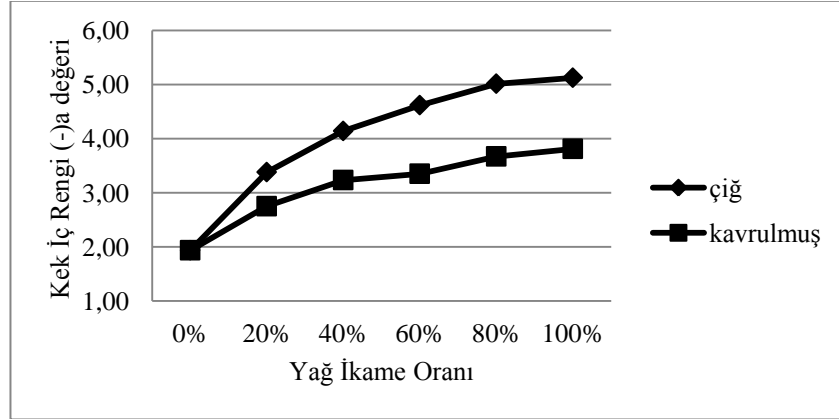
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

Tablo 4. 23 incelendiğinde en açık kek iç rengine kontrol grubu keklerin sahip olduğu, kabak çekirdeği yağı ilavesinin artışı ile birlikte kek iç rengine düzenli olarak koyulaşma meydana geldiği görülmüştür. Yağ oranının artışıyla (kabak çekirdeğinin yağının kendine has yeşil rengi sebebiyle [42]) kek iç rengine -a ve +b renk değerlerinde artış meydana gelmiştir.



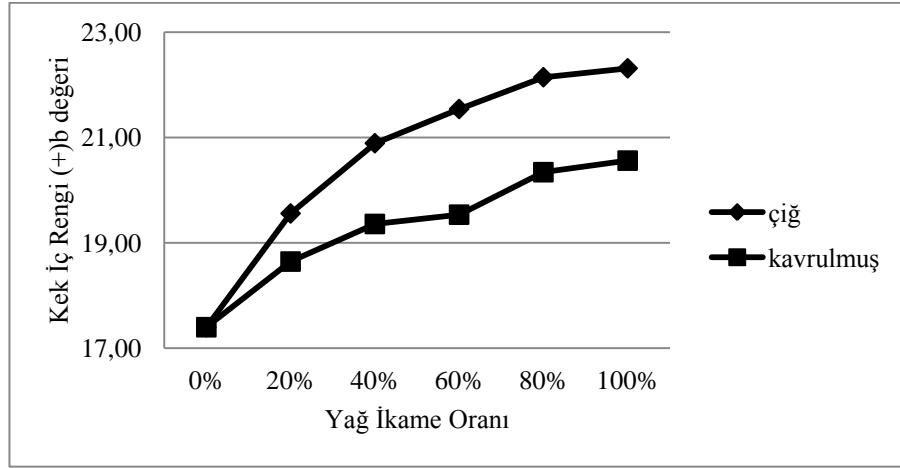
Şekil 4. 11. Keklerde İç Rengi L Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Şekil 4. 11 incelendiğinde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağının kek hamurundaki oranı arttıkça L değerinde azalma olduğu görülmektedir. En açık kek iç rengine kontrol grubu keklerin, en koyu kek iç rengine ise %100 çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilmiş keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 12. Keklerde İç Rengi (-)a Renk Değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Şekil 4. 12 incelendiğinde en düşük (-)a renk değerinin kontrol grubu keklerle, en yüksek (-)a renk değerinin ise tamamı çiğ kabak çekirdeği yağı üretilmiş keklerle ait olduğu gözlemlenmiştir. Keklere kabak çekirdeği yağı ilavesi (-)a renk değerini artırırken; çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin (-)a renk değerindeki artış kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerle kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği yağının çok yoğun koyu yeşil renginden [42] dolayı gıdalarda kullanımının tercih edilmediği bildirilmiştir [29].



Şekil 4. 13. Keklerde İç Rengi (+)b renk değeri Üzerinde Etkili Olan Yağ Çeşidi x Karışım oranı İnteraksiyonu

Şekil 4. 13 incelendiğinde en düşük (+)b renk değeri kontrol grubu keklere ait iken en yüksek (+)b renk değeri tamamı çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile hazırlanmış keklere ait olduğu gözlemlenmiştir. Keklere kabak çekirdeği yağı ilavesinin (+)b renk değerini artırdığı; çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin (+)b renk değerinin kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin b renk değerlerinden daha fazla arttığı görülmüştür.

4.8. Kek Örneklerine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerleri

Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin sertlik, yapışkanlık, esneklik değerlerine ait sonuçlar Tablo 4. 24'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 4. 25'de verilmiştir.

Tablo 4. 24. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerine Ait Sonuçlar

YAĞ	ORAN	TEKERRÜR	Sertlik (N)			Yapışkanlık			Esneklik		
			1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün
Çiğ	0%	1	8,14	16,04	17,45	-2,68	-1,57	-0,29	0,93	0,92	0,88
	0%	2	9,42	15,12	17,94	-4,57	-1,07	-0,38	0,90	0,90	0,87
	0%	3	9,21	15,15	18,86	-3,08	-2,54	-0,66	0,91	0,89	0,87
	20%	1	11,86	18,67	22,78	-0,19	-0,14	0,00	0,91	0,89	0,89
	20%	2	12,00	18,04	23,12	-0,16	-0,04	0,00	0,90	0,89	0,86
	20%	3	11,68	19,00	22,93	-0,21	-0,05	-0,21	0,91	0,91	0,88
	40%	1	11,97	18,28	22,39	-0,21	0,00	-0,18	0,93	0,89	0,88
	40%	2	11,78	18,16	23,94	-0,05	-0,15	0,00	0,94	0,91	0,86
	40%	3	11,77	18,77	25,06	-0,45	0,00	0,00	0,96	0,88	0,86
	60%	1	10,10	17,48	24,96	-0,63	-0,10	-0,16	0,92	0,88	0,86
	60%	2	10,92	18,09	24,88	-1,50	-0,15	-0,17	0,91	0,88	0,86
	60%	3	10,91	17,30	25,60	-0,53	-0,13	-0,08	0,93	0,88	0,87
	80%	1	11,23	18,67	26,33	-0,37	0,00	-0,36	0,92	0,88	0,86
	80%	2	10,87	19,52	25,47	-0,58	-0,10	0,00	0,92	0,90	0,87
	80%	3	11,17	19,56	26,04	-0,53	0,00	0,00	0,93	0,87	0,86
	100%	1	11,69	19,54	24,62	-2,25	-0,13	-0,15	0,93	0,87	0,85
	100%	2	11,14	19,75	25,25	-1,39	-0,03	0,00	0,93	0,89	0,88
	100%	3	12,22	20,31	25,41	-1,24	-0,12	-0,23	0,91	0,87	0,85
Kavrulmuş	0%	1	8,14	16,04	17,45	-2,68	-1,57	-0,29	0,93	0,92	0,88
	0%	2	9,42	15,12	17,94	-4,57	-1,07	-0,38	0,90	0,90	0,87
	0%	3	9,21	15,15	18,86	-3,08	-2,54	-0,66	0,91	0,89	0,87
	20%	1	8,44	13,38	16,73	-3,37	-1,59	-0,25	0,93	0,88	0,87
	20%	2	7,39	14,14	16,94	-3,14	-0,53	-0,24	0,91	0,88	0,87
	20%	3	7,31	12,87	16,65	-1,25	-0,31	-0,26	0,98	0,90	0,87
	40%	1	10,64	20,45	29,07	-1,38	0,00	0,00	0,94	0,90	0,85
	40%	2	11,11	21,53	28,40	-1,04	-0,04	0,00	0,93	0,87	0,84
	40%	3	11,50	21,76	28,81	-0,76	0,00	0,00	0,95	0,87	0,85
	60%	1	10,60	19,45	27,32	-1,29	-0,01	-0,07	0,92	0,88	0,85
	60%	2	10,82	20,91	28,53	-0,24	-0,16	0,00	0,94	0,88	0,83
	60%	3	11,71	19,48	26,91	-0,53	-0,08	0,00	0,91	0,89	0,85
	80%	1	7,20	13,16	17,78	-2,19	-0,40	-0,34	0,93	0,88	0,87
	80%	2	6,87	13,24	17,66	-4,02	-0,33	-0,58	0,92	0,93	0,87
	80%	3	6,59	13,08	17,71	-2,98	-0,27	-0,29	0,92	0,88	0,86
	100%	1	7,57	13,95	21,30	-3,65	-0,86	-0,02	0,93	0,89	0,88
	100%	2	8,09	14,69	21,11	-4,82	-1,00	-0,03	0,93	0,88	0,86
	100%	3	7,61	13,79	22,52	-4,35	-1,14	-0,01	0,93	0,90	0,87

Tablo 4. 25. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Sertlik(N)		Yapışkanlık		Esneklik	
		KO	F	KO	F	KO	F
Yağ Çeşidi (A)	1	101,036	338,448**	8,812	43,040**	0,000	0,084
Yağ İkame Oranı (B)	5	71,105	238,184**	6,690	32,676**	0,000	1,717
Depolama (C)	2	1.456,824	4.880,029**	27,667	135,133**	0,033	188,503**
AXB	5	62,648	209,857**	1,582	7,728**	0,000	1,667
AXC	2	0,299	1,002	4,516	22,058**	0,000	1,906
BXC	10	10,584	35,453**	1,848	9,024**	0,000	2,804**
AXBXC	10	4,803	16,088**	0,676	3,299**	0,000	1,133
Hata	72	0,299		0,205		0,000	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, VK: Varyasyon Kaynakları

Tablo 4.25 incelendiğinde kek üretiminde kullanılan yağ ve karışım oranı değişkenleri ile bu ikisinin etkisi sertlik ve yapışkanlık değeri üzerinde çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olurken esneklik değeri üzerinde etkisinin önemli olmadığı görülmüştür. Depolama ve karışım oranı x depolama etkileşiminin sertlik ve yapışkanlık değeri üzerinde çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olduğu gözlemlenmiştir. Yağ x depolama etkileşimi ise yapışkanlık üzerinde çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olurken sertlik ve esneklik değerleri üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

Tablo 4. 26. Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Yağ Çeşidi	n	Sertlik(N)	Yapışkanlık	Esneklik
Çiğ	54	17,57±5,50a	0,55±0,92b	0,89±0,03a
Kavrulmuş	54	15,63±6,37b	1,12±1,38a	0,89±0,03a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$).

Tablo 4. 26 incelendiğinde çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin sertlik değerinin kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin sertlik değerinden daha yüksek olduğu, fakat yapışkanlık değerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Kek örneklerinin spesifik hacimleri incelendiğinde (Tablo 4.14) çiğ kabak çekirdeği yağından üretilen keklerin spesifik hacimlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Çiğ kabak çekirdeği yağından üretilen keklerin sertlik değerinin yüksek olmasının spesifik hacme bağlanabileceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada yüksek hacme sahip keklerin düşük sertlik değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir [82]. Bizim çalışmamızda da kavrulmuş kabak çekirdeği ile yapılan keklerin daha yüksek hacim değerlerine sahip olduğu (Şekil 4.3) ve sertlik değerinin de çiğ kabak çekirdeği ile üretilen keklerden az olduğu (Tablo 4.26) gözlemlenmiştir. Yüksek pH değerine sahip gıdalar daha düşük yapışkanlık değerine sahiptir [83, 84]. Çiğ kabak çekirdeği yağından üretilen keklerin yapışkanlık değerinin kavrulmuş kabak çekirdeğinden üretilen keklere nazaran düşük çıkması yine kek hamurlarının pH değerlerine bağlanabilir.

Tablo 4. 27. Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Yağ İkame Oranı %	n	Sertlik(N)	Yapışkanlık	Esneklik
Kontrol	18	14,15±4,00f	1,87±1,40a	0,90±0,02a
20	18	15,22±5,06e	0,66±1,03c	0,89±0,02a
40	18	19,19±6,50a	0,24±0,41d	0,90±0,04a
60	18	18,67±6,62b	0,32±0,43d	0,89±0,03a
80	18	15,68±6,34d	0,74±1,13c	0,89±0,03a
100	18	16,70±6,20c	1,19±1,57b	0,89±0,03a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

Tablo 4. 27. incelendiğinde keklerdeki sertlik değerinde yağ oranının %40 seviyesine kadar artmasıyla düzenli bir artış, sonrasında ise düzensiz bir azalış gözlemlenmiştir. Yapışkanlık değerinin; yağ oranının %40 seviyesine kadar artmasıyla azaldığı, sonrasında ise bir artış eğilimine girdiği, %40 ve %60 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin yapışkanlık değerinde ise istatistiksel bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Endüstriyel şorteningler ve interesterifiye yağların kek kalitesi üzerine etkilerinin

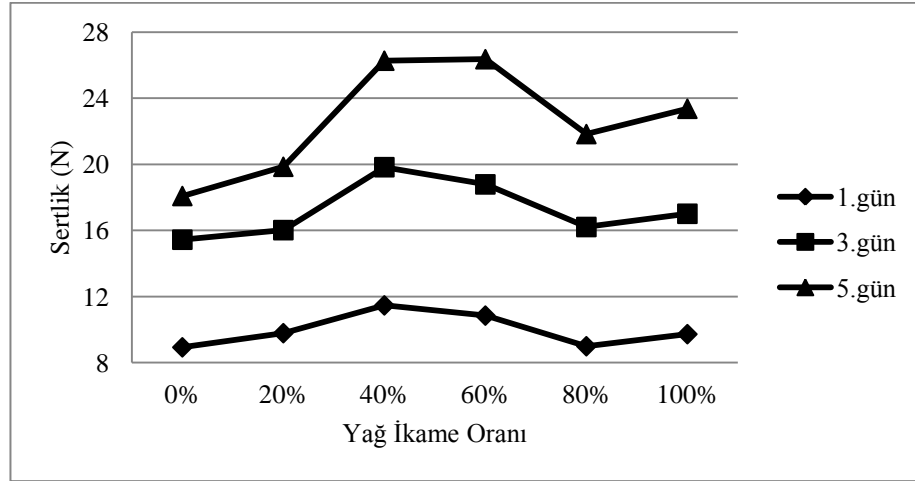
incelendiği bir çalışmada endüstriyel şortening ile üretilen keklerin sertlik değerlerinin interesterifiye yağ ile yapılan keklerin sertlik değerlerinden daha düşük çıktığı bildirilmiştir [45]. Gıdaların tekstürel özellikleri ve yapısı arasında kuvvetli bir ilişki olduğu bilinmektedir. Gıda üretiminde temel bileşenlerin değişiminin de son ürünün tekstürel özelliklerini fazlasıyla etkilediği belirtilmiştir [85].

Tablo 4. 28. Depolama Süresi Değişkenine Ait Sertlik, Yapışkanlık, Esneklik Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Depolama süresi	n	Sertlik(N)	Yapışkanlık	Esneklik
1.gün	36	9,95±1,79c	1,83±1,52a	0,93±0,02a
3.gün	36	17,21±2,73b	0,51±0,70b	0,89±0,02b
5.gün	36	22,63±4,05a	0,17±0,19c	0,86±0,01c

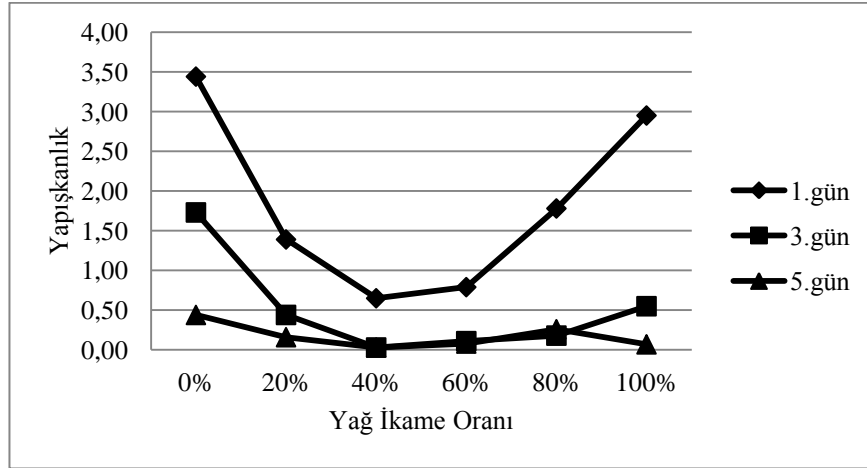
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farksızdır ($p>0,05$).

Tablo 4. 28 incelendiğinde depolamayla birlikte keklerin sertlik değerinde artış, yapışkanlık ve esneklik değerlerinde ise azalış meydana geldiği görülmüştür. Tüm unlu mamuller pişme aşamasının ardından bayatlama adı verilen bir dizi fiziksel ve kimyasal değişime uğrarlar. Bayatlama ile ilgili en önemli parametre pişen ürünün sertliğindeki kademeli artıştır. Bayatlama ile birlikte nişastanın retrogradasyonunun nişasta jelini sertleştirdiği bilinmektedir [71]. Nişasta bileşenlerinden amilozun retrogradasyonu, amilopektine nazaran daha hızlıdır ve pişirmeden sonra ürün soğutulduğunda retrogradasyonu tamamlanmıştır. Ancak amilopektin daha düşük hızla retrograde olduğu için ürün soğutulduktan sonra da retrogradasyona devam eder ve bu nedenle bayatlamanın ana etkeni olarak görülür [86]. Dolayısıyla ürün bayatladıkça sertlik değerinin arttığı gözlemlenmektedir. Kek sertliğini etkileyen bir diğer parametre de depolamayla birlikte kek içinin nem kaybetmesidir [87]. Keklerde depolama ile birlikte sertlik değerinin arttığı literatürlerde belirtilmiştir [1, 45, 88]. Yapışkanlık ve sertlik değerinin nişasta miktarı ve nişastanın jelatinizasyonu ile ilgili olduğu bildirilmiştir [62].



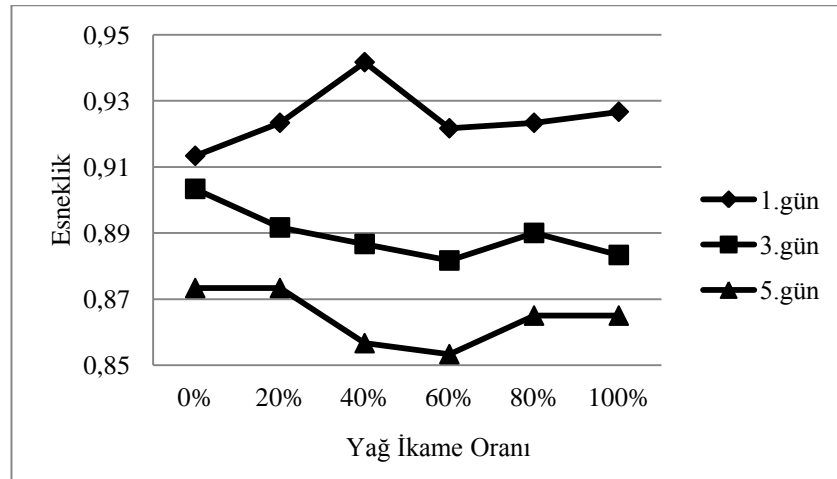
Şekil 4. 14. Keklerde Sertlik Değeri Üzerinde Etkili Olan Depolama Süresi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Sertlik tekstür analiz cihazında gıdaya birinci sıkıştırma alanında uygulanan maksimum kuvvettir [89]. Şekil 4.14 incelendiğinde keklerde sertlik değerinin keklerin depolanmasıyla arttığı, en yüksek sertlik değerine 5. günde % 60 kabak çekirdeği yağı ile yapılan keklerin, en düşük sertlik değerine ise 1. günde kontrol grubu keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde %40 ve % 60 kabak çekirdeği yağı ile yapılan keklerin diğer kek gruplarından daha yüksek sertlik seviyelerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.14). Margarin yerine işlenmemiş zeytinyağı kullanımının keklerin fiziksel özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada zeytinyağı kullanımının yeteri kadar hava hücresini kek karışımında hapsedemediğinden dolayı keklerde sertliği belirgin şekilde artırdığı tespit edilmiştir [46]. Kek üretiminde lipaz enziminin kullanılmasının da kekin sertlik değerinin artışını sınırlayıcı bir etken olduğu belirtilmiştir [10].



Şekil 4. 15. Keklerde Yapışkanlık Değeri Üzerinde Etkili Olan Depolama Süresi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Keklerde yapışkanlık değeri üzerinde etkili olan depolama süresi x karışım oranı interaksiyonu (Şekil 4.15) incelendiğinde en yüksek yapışkanlık değerine 1. günde kontrol grubu keklerin, en düşük yapışkanlık değerine ise 5. günde %40 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde ise kontrol grubu keklerin yapışkanlık değerinin diğer gruplardan yüksek, %40 ve %60 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin ise diğer gruplardan düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 4. 16. Keklerde Esneklik Değeri Üzerinde Etkili Olan Depolama Süresi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Esneklik birinci sıkıştırma sonrası gıdanın eski halini alma oranı olarak ifade edilmektedir [90]. Şekil 4. 16 incelendiğinde en yüksek esneklik değerine 1. günde %40 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin, en düşük esneklik değerine ise 5. günde %60 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sahip olduğu görülmüştür. Depolamanın 3. ve 5. günlerine bakıldığında en yüksek esneklik değerinin kontrol grubuna ait olduğu, kabak çekirdeği yağı ilavesinin esneklik değerini genel olarak düşürdüğü görülmektedir. Tüketici beğenisini etkileyen faktörlerin başında kekin esnekliği ve gözeneklilik yapısı olduğu bildirilmiş, gözenek büyüklüğü ve homojenliğinin tüketici beğenisini doğrudan etkilediği vurgulanmıştır [91].

4.9. Kek Örneklerine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik, Elastikiyet Değerleri

Farklı seviyelerde çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları kullanılarak üretilen kek örneklerinin kohesivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, elastikiyet değerlerine ait sonuçlar Tablo 4. 29'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 4. 30'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik, Elastikiyet Değerlerine Ait Sonuçlar

YAĞ	ORAN	TEKERRÜR	Kohesivlik			Sakızimsılık (N)			Çiğnenebilirlik (J)			Elastikiyet		
			1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün
Çiğ	0%	1	0,65	0,58	0,55	5,27	9,25	9,51	4,89	8,48	8,35	0,30	0,25	0,23
	0%	2	0,63	0,57	0,54	5,95	8,62	9,76	5,38	7,71	8,47	0,28	0,25	0,23
	0%	3	0,62	0,57	0,55	5,74	8,57	10,32	5,23	7,59	8,93	0,28	0,25	0,23
	20%	1	0,63	0,57	0,55	7,47	10,70	12,47	7,03	9,57	11,14	0,29	0,25	0,24
	20%	2	0,64	0,59	0,55	7,68	10,62	12,64	6,93	9,40	10,92	0,29	0,26	0,24
	20%	3	0,63	0,57	0,55	7,41	10,84	12,53	7,66	9,88	11,01	0,29	0,25	0,24
	40%	1	0,63	0,59	0,55	7,51	10,71	12,39	7,01	9,50	10,87	0,28	0,26	0,24
	40%	2	0,64	0,59	0,53	7,48	10,78	12,74	7,01	9,80	10,98	0,29	0,27	0,23
	40%	3	0,63	0,58	0,55	7,39	10,80	13,72	7,10	9,52	11,75	0,29	0,25	0,23
	60%	1	0,62	0,56	0,52	6,28	9,71	13,06	5,77	8,57	11,24	0,28	0,24	0,22
	60%	2	0,62	0,56	0,51	6,75	10,09	12,73	6,16	8,89	10,94	0,28	0,24	0,22
	60%	3	0,61	0,57	0,54	6,64	9,87	13,80	6,16	8,66	13,61	0,27	0,25	0,23
	80%	1	0,63	0,54	0,55	7,03	10,09	14,48	6,50	8,90	12,42	0,29	0,23	0,24
	80%	2	0,63	0,56	0,52	6,82	10,97	13,24	6,24	9,82	11,48	0,29	0,24	0,22
	80%	3	0,62	0,56	0,52	6,95	10,98	13,65	6,46	9,55	11,73	0,28	0,25	0,22
	100%	1	0,63	0,56	0,53	7,31	11,02	13,02	6,77	9,60	11,29	0,28	0,24	0,22
	100%	2	0,62	0,57	0,54	6,89	11,15	13,52	6,39	9,92	11,85	0,27	0,24	0,23
	100%	3	0,62	0,55	0,53	7,52	11,17	13,46	6,85	9,73	11,44	0,27	0,24	0,22
Kavrulmuş	0%	1	0,65	0,58	0,55	5,27	9,25	9,51	4,89	8,48	8,35	0,30	0,25	0,23
	0%	2	0,63	0,57	0,54	5,95	8,62	9,76	5,38	7,71	8,47	0,28	0,25	0,23
	0%	3	0,62	0,57	0,55	5,74	8,57	10,32	5,23	7,59	8,93	0,28	0,25	0,23
	20%	1	0,64	0,59	0,55	5,38	7,90	9,22	5,00	6,96	8,06	0,29	0,26	0,24
	20%	2	0,65	0,59	0,55	4,80	8,27	9,36	4,37	7,30	8,11	0,30	0,26	0,24
	20%	3	0,65	0,59	0,55	4,75	7,61	9,22	4,64	6,86	8,04	0,30	0,26	0,24
	40%	1	0,64	0,56	0,52	6,77	11,53	15,16	6,35	10,38	12,85	0,29	0,24	0,22
	40%	2	0,63	0,56	0,54	6,96	12,11	15,21	6,43	10,51	12,85	0,28	0,24	0,23
	40%	3	0,63	0,58	0,52	7,18	12,63	14,89	6,85	10,95	12,69	0,28	0,25	0,21
	60%	1	0,63	0,56	0,51	6,71	10,97	13,95	6,18	9,60	11,88	0,29	0,24	0,21
	60%	2	0,63	0,56	0,54	6,78	11,75	15,27	6,35	10,28	12,72	0,28	0,24	0,22
	60%	3	0,63	0,57	0,52	7,41	11,08	13,99	6,77	9,83	11,84	0,28	0,25	0,22
	80%	1	0,65	0,57	0,54	4,65	7,48	9,72	4,32	6,58	8,66	0,30	0,25	0,23
	80%	2	0,65	0,57	0,54	4,46	7,51	9,44	4,11	6,99	8,20	0,30	0,25	0,23
	80%	3	0,66	0,59	0,54	4,37	7,75	9,58	4,00	6,83	9,43	0,31	0,26	0,23
	100%	1	0,64	0,59	0,54	4,87	8,16	11,46	4,52	7,25	10,09	0,29	0,26	0,23
	100%	2	0,65	0,59	0,54	5,25	8,66	11,32	4,89	7,61	9,74	0,30	0,26	0,23
	100%	3	0,64	0,57	0,53	4,86	7,91	11,91	4,50	7,14	10,40	0,29	0,25	0,22

Tablo 4.30. Farklı Seviyelerde Çiğ ve Kavrulmuş Kabak Çekirdeği Yağları Kullanılarak Üretilen Kek Örneklerinin Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik, Elastikiyet Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Kohesivlik		Sakızimsılık(N)		Çiğnenebilirlik(J)		Elastikiyet	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Yağ Çeşidi (A)	1	0,001	12,663**	31,170	228,361 **	25,804	256,079 **	0,000	6,244*
Yağ İkame Oranı (B)	5	0,001	10,728**	19,757	144,745 **	14,285	141,765 **	0,000	12,585**
Depolama (C)	2	0,086	1.077,430**	311,501	2.282,185**	199,026	1.975,169**	0,032	844,098 **
AXB	5	0,001	7,528**	17,283	126,623 **	12,423	123,284 **	0,000	9,288**
AXC	2	0,000	4,640*	0,156	1,141	0,091	0,902	0,000	5,951**
BXC	10	0,000	1,588	2,136	15,647**	1,209	11,996**	0,000	1,551
AXBXC	10	0,000	0,677	0,989	7,247**	0,652	6,475**	0,000	0,654
Hata	72	0,000		0,136		0,101		0,000	

*($p < 0,05$) düzeyinde önemli, **($p < 0,01$) düzeyinde önemli, VK: Varyasyon Kaynakları

Tablo 4.30 incelendiğinde üretilen keklerin kohesivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerleri üzerinde yağ, karışım oranı, depolama, yağ x karışım oranı interaksiyonunun çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olduğu; yağ x depolama interaksiyonunun ise kohesivlik değeri üzerinde önemli düzeyde ($P < 0,05$), elastikiyet değeri üzerinde ise çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkisinin olduğu; sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde karışım oranı x depolama interaksiyonu ile yağ x karışım oranı x depolama interaksiyonunun çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkisinin olduğu görülmektedir.

Tablo 4.31. Yağ Çeşidi Değişkenine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik ve Elastikiyet Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

Yağ çeşidi	n	Kohesivlik	Sakızimsılık(N)	Çiğnenebilirlik(J)	Elastikiyet
Çiğ	54	0,578±0,04b	9,96±2,57a	8,83±2,08a	0,25±0,02b
Kavrulmuş	54	0,584±0,04a	8,88±3,07b	7,86±2,48b	0,26±0,03a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farksızdır ($p>0,05$).

Kohesivlik; maddenin ilk deformasyonundan sonra ikinci deformasyona nasıl dayandığını göstermektedir. Fiziksel anlamda da iç bağların dayanma kuvvetininin bir göstergesidir [60]. Kek hamurunda yüksek miktarda ve küçük hacimde sıkışmış hava hücrelerinin artmasının kohesivlik değerini düşüreceği bildirilmiştir [46]. Kohesivliğin; pişirmenin etkinliğini gösteren önemli bir parametre olduğu vurgulanmıştır [62]. Sakızımsılık; kısmen katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır. Yüksek oranda yapışkanlık ve düşük oranda sertlik gösteren yarı katı gıdaların bir özelliğidir [60]. Bu değer, probun ikinci sıkıştırma işleminden elde edilen A2 alanının ilk sıkıştırma işleminde elde edilen A1 alanına oranı (birimsiz) ile belirlenen değer sertlik değerine (g/kg) çarpımı sonucu bulunmaktadır [63]. Çiğnenebilirlik; fiziksel olarak katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji olarak tanımlanırken, duyuşal olarak maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme hızı ve kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Sertlik x yapışkanlık x esneklik'ten elde edilen iştir, J [60]. Elastikiyet; materyalin orjinal şekline dönme yeteneğidir. İlk sıkıştırmadan sonraki ilk geri çekilme de ölçülür [60].

Tablo 4.31 incelendiğinde çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklere nazaran daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda çiğ kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin sertlik değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.26). Dolayısıyla sertlik değeri kullanılarak elde edilen sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri daha yüksek çıkmıştır. Kavrulmuş kabak çekirdeği yağları ile üretilen keklerin kohesivlik ve elastikiyet değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Tablo 4. 32. Kabak Çekirdeği Yağı Oranı Değişkenine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik ve Elastikiyet Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Yağ İkame Oranı %	n	Kohesivlik	Sakızimsılık(N)	Çiğnenebilirlik(J)	Elastikiyet
Kontrol	18	0,584±0,038b	8,13±1,89e	7,26±1,59e	0,26±0,02b
20	18	0,591±0,039a	8,83±2,51d	7,87±2,12d	0,26±0,02a
40	18	0,582±0,043b	10,90±2,99a	9,65±2,29a	0,25±0,03b
60	18	0,570±0,043c	10,38±3,04b	9,11±2,40b	0,25±0,03c
80	18	0,580±0,48b	8,84±3,04d	7,83±2,52d	0,26±0,03b
100	18	0,580±0,043b	9,44±2,95c	8,35±2,41c	0,25±0,03b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

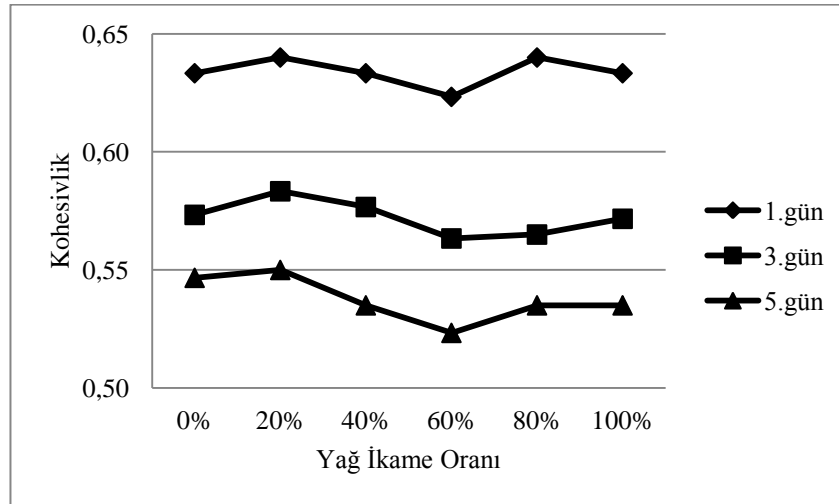
Tablo 4.32 incelendiğinde en yüksek kohesivlik ve elastikiyet değerine %20 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin, en düşük kohesivlik ve elastikiyet değerine ise %60 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sahip olduğu, kontrol grubu, %40, %80 ve tamamı kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin kohesivlik ve elastikiyet değerleri arasında ise istatistiksel bir farkın olmadığı görülmüştür. En yüksek sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerine %40 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin, en düşük sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerine ise kontrol grubu keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. %20 ve %80 kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. 33 Depolama Süresi Değişkenine Ait Kohesivlik, Sakızimsılık, Çiğnenebilirlik ve Elastikiyet Değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Depolama Süresi	n	Kohesivlik	Sakızimsılık(N)	Çiğnenebilirlik(J)	Elastikiyet
1.gün	36	0,63±0,01a	6,29±1,07c	5,82±0,99c	0,29±0,01a
3.gün	36	0,57±0,01b	9,83±1,46b	8,74±1,26b	0,25±0,01b
5.gün	36	0,54±0,01c	12,13±2,02a	10,47±1,65a	0,23±0,01c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

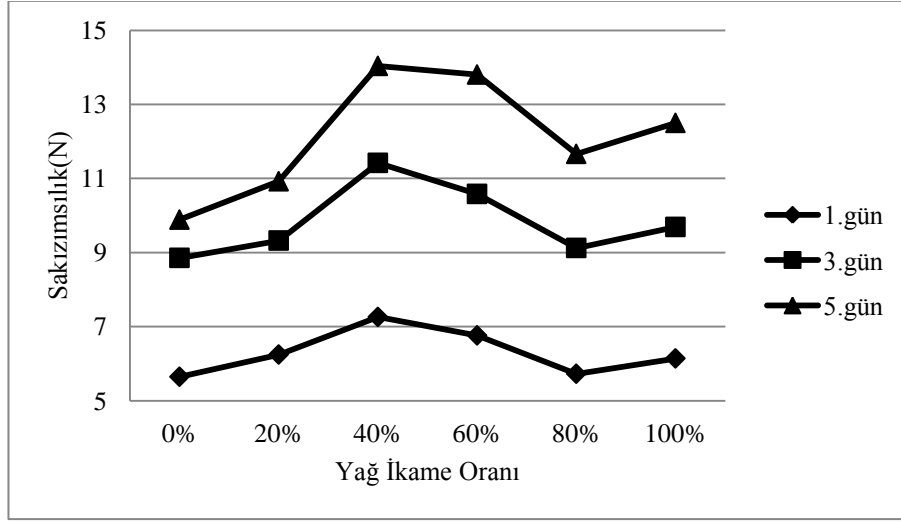
Tablo 4.33 incelendiğinde kohesivlik değerinin depolama süresince azaldığı gözlemlenmektedir. Depolamayla birlikte keklerde nem seviyesinin azaldığı [10], kohesivlik değerinin nem seviyesi ile yakından ilişkili olduğu, depolama süresince yaşanan nem kaybının kohesivlik değerini azalttığı bildirilmiştir [80]. Çiğnenebilirliğin ise protein matriksinin elastik kuvveti ile ilgili olduğu ve çiğnenebilirliğin arttığı oranda elastikiyetin azaldığı bildirilmiştir [62]. Nişastanın depolama süresince sertleşmesinin elastikiyet değerini azalttığı düşünülmektedir. Öte yandan keklerde sertlik değerinin depolamayla birlikte arttığı gözlemlenmiştir, dolayısıyla sertlik değerinin bir parametresi olan sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerinin de depolamayla birlikte arttığı Tablo 4.33'den görülebilmektedir. Yapılan çalışmalarda depolamayla birlikte keklerde genel olarak kohesivlik ve elastikiyet değerinin azaldığı, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerinin arttığı bildirilmektedir [1, 4]



Şekil 4. 17. Keklerde Kohesivlik Değeri Üzerinde Etkili Olan Depolama Süresi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

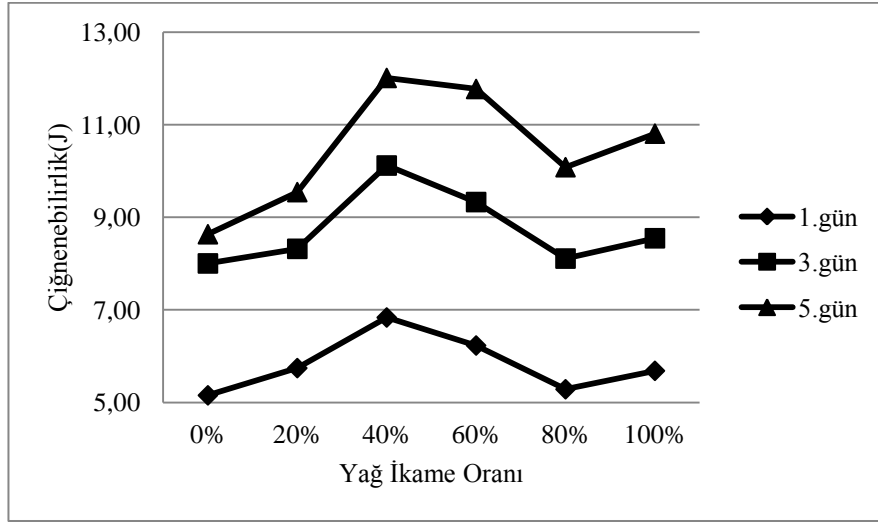
Şekil 4. 17 incelendiğinde depolamayla birlikte keklerin kohesivlik değerinde azalma olduğu, kohesivlik değeri en yüksek kek grubunun 1. günde %20 ve %80 kabak çekirdeği yağı ilave edilerek üretilen kekler olduğu, kohesivlik değeri en düşük kek grubunun ise 5. günde %60 kabak çekirdeği yağı ilavesi edilerek üretilen kekler olduğu görülmektedir. Gün bazında incelendiğinde kohesivlik değeri en yüksek kek grubunun %20 kabak çekirdeği yağı ilavesiyle üretilen kekler olduğu en düşük kek grubunun %60 kabak çekirdeği yağı ilavesiyle üretilen kekler olduğu tespit edilmiştir. Margarin yerine

işlenmemiş zeytinyağı kullanımının keklerin fiziksel özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada zeytinyağı kullanımının yeteri kadar hava hücrelerini kek karışımında hapsedemediğinden dolayı keklerde kohesivliği belirgin şekilde artırdığı tespit edilmiştir [46].



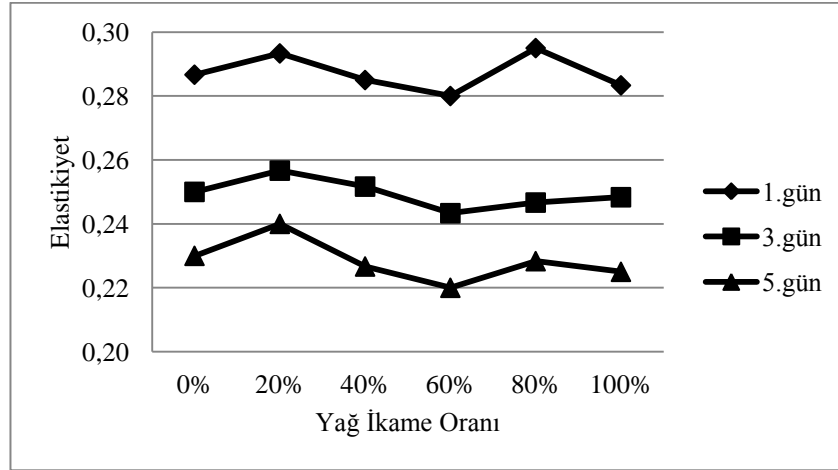
Şekil 4. 18. Keklerde Sakızimsılık Değeri Üzerinde Etkili Olan Depolama Süresi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Sakızimsılık; kısmen katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır. Yüksek oranda yapışkanlık ve düşük oranda sertlik gösteren yarı katı gıdaların bir özelliğidir [60]. Şekil 4.18 incelendiğinde keklerin depolanmasıyla birlikte sertlik değerinden türetilen sakızimsılık değerinin artış gösterdiği, en yüksek sakızimsılık değerinin 5. günde %40 kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu, en düşük sakızimsılık değerinin 1. günde kontrol grubu keklere ait olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde ise her üç günde de en yüksek sakızimsılık değerinin %40 kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu, en düşük sakızimsılık değerinin kontrol grubu keklere ait olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 19. Keklerde Çiğnenebilirlik Değeri Üzerinde Etkili Olan Depolama Süresi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Çiğnenebilirlik, katı bir gıdanın yutmaya hazır hale gelinceye kadar çiğnenmesi için gerekli enerjidir. Çiğnenebilirlik; sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerinin çarpımı sonucu elde edilmektedir [64]. Şekil 4.19 incelendiğinde keklerin depolanmasıyla birlikte sertliğin bir parametresi olan çiğnenebilirlik değerinin artış gösterdiği, en yüksek çiğnenebilirlik değerinin 5. günde %40 kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu, en düşük çiğnenebilirlik değerinin 1. günde kontrol grubu keklere ait olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde ise her üç günde de en yüksek çiğnenebilirlik değerinin %40 kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu, en düşük çiğnenebilirlik değerinin ise kontrol grubu keklere ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 20. Keklerde Elastikiyet Değeri Üzerinde Etkili Olan Depolama Süresi x Yağ İkame Oranı İnteraksiyonu

Elastikiyet, ürünün ikinci sıkıştırma sonrası tekrar orijinal hale gelmek için gösterdiği etkidir [92]. Şekil 4. 20 incelendiğinde keklerin depolanmasıyla birlikte elastikiyet değerinin azaldığı, en yüksek elastikiyet değerinin 1. günde %80 kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu, en düşük elastikiyet değerinin 5. günde %60 kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde %60 kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin genel itibariyle daha düşük elastikiyet değerine sahip olduğu görülmektedir.

5. BÖLÜM

GENEL SONUÇ ve ÖNERİLER

- 1- Bu araştırmada besleyiciliği birçok literatürde vurgulanan kabak çekirdeği yağının kek üretiminde kullanım imkânı araştırılmıştır. Bu amaçla çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağları belirli oranlarda ayçiçeği yağı yerine ikame edilmiş ve üretilen keklerde bazı kalite kriterleri incelenmiştir.
- 2- Çalışmamızda kullandığımız kavrulmuş kabak çekirdeğinin yağının serbest yağ asidi, asit sayısı, sabunlaşma sayısı ve yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olan peroksit sayısı değerlerinin çiğ kabak çekirdeği yağından daha yüksek çıktığı görülmüştür. Çekirdeklerin kavrulmasıyla birlikte iyot sayısı değerinde düşüş gözlemlenmiştir.
- 3- Çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen kek hamurlarının pH değerinin kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen kek hamurlarının pH değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her oranda çiğ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi arttıkça kek hamurunun pH değerinin düzenli şekilde arttığı, çiğ kabak çekirdeği yağının kavrulmuş kabak çekirdeği yağına nazaran kek hamurunun pH değerini daha çok artırdığı gözlemlenmiştir.
- 4- Çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin ağırlıklarının kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerden daha fazla olmasına karşın hacim, pişme kaybı, spesifik hacim değerlerinin daha düşük çıktığı tespit edilmiştir. Keklerde en yüksek hacim değerine %20 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler sahipken, en düşük hacme sadece çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Kavrulmuş kabak çekirdeği yağının %20 oranında karıştırılmasıyla üretilen keklerin spesifik hacminin en yüksek olduğu, sadece çiğ kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen keklerin en düşük spesifik hacim değerine sahip olduğu görülmüştür. En az pişme kaybı değeri sadece çiğ kabak çekirdeği yağı üretilen keklerin olduğu tespit edilmiştir.

- 5- Kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin hacim indeksinin çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin hacim indeksinden daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. En yüksek hacim indeksi değeri %80 kavrulmuş, en düşük hacim indeksi değeri ise %20 çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek simetri indeksine sahip keklerin %20 çiğ, en düşük simetri indeksi değerine sahip keklerin ise %80 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler olduğu tespit edilmiştir.
- 6- Çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesiyle üretilen keklerin kabuk renginin daha açık ve sarı olduğu, kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin kabuk renginin ise daha koyu ve kırmızı olduğu gözlemlenmiştir. Keklerde en koyu kabuk rengine %60 kavrulmuş, en açık kabuk rengine ise %100 çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin sahip olduğu görülmüştür. Keklere kabak çekirdeği yağı ilavesi kek içinin (-)a ve (+)b renk değerlerini artırırken; çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin (-)a ve (+)b renk değerleri kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin (-)a ve (+)b renk değerlerinden daha fazla artmıştır.
- 7- Tekstür profil analizi sonucunda elde edilen sertlik değerleri üzerinde yağ çeşidi değişkeni incelendiğinde çiğ kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin, Yağ İkame Oranı değişkeni incelendiğinde %40 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin, depolama değişkeni incelendiğinde ise 5. gün depolanan keklerin sertlik değerinin daha fazla çıktığı görülmüştür. En yüksek sertlik değerine 5. günde % 60 çiğ kabak çekirdeği yağı ile yapılan keklerin, en düşük sertlik değerine ise 1. günde kontrol grubu keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde %40 ve % 60 kabak çekirdeği yağı ile yapılan keklerin diğer kek gruplarından daha yüksek sertlik seviyelerine sahip olduğu görülmektedir.
- 8- Tekstür profil analizi sonucunda elde edilen yapışkanlık değerleri üzerinde yağ çeşidi değişkeni incelendiğinde kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin, karışım oranı değişkeni incelendiğinde kontrol grubu kekleri,

depolama değişkeni incelendiğinde ise 1. gün depolanan keklerin sertlik değerinin daha fazla çıktığı görülmüştür. En yüksek yapışkanlık değerine 1. günde kontrol grubu keklerin, en düşük yapışkanlık değerine ise 5. günde %40 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde ise kontrol grubu keklerin yapışkanlık değerinin diğer gruplardan yüksek, %40 ve %60 kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen keklerin ise diğer gruplardan düşük olduğu grlmştir.

9- En yüksek esneklik değerine 1. günde %40 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin, en düşük esneklik değerine ise 5. günde %60 kabak çekirdeği yağı ile üretilen keklerin sahip olduğu grlmştir. Depolamanın 3. ve 5. günlerine bakıldığında en yüksek esneklik değerinin kontrol grubuna ait olduğu, kabak çekirdeği yağı ilavesinin esneklik değerini genel olarak düşürdüğü görülmektedir.

10- Depolamayla birlikte keklerin kohesivlik ve elastikiyet değerinde azalma olduğu, kohesivlik değeri en yüksek kek grubunun 1. günde %20 ve %80 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilave edilerek üretilen kekler olduğu, kohesivlik değeri en düşük kek grubunun ise 5. günde %60 çiğ kabak çekirdeği yağı ilavesi edilerek üretilen kekler olduğu görülmektedir. Gün bazında incelendiğinde kohesivlik değeri en yüksek kek grubunun %20 kabak çekirdeği yağı ilavesiyle üretilen kekler olduğu en düşük kek grubunun %60 kabak çekirdeği yağı ilavesiyle üretilen kekler olduğu tespit edilmiştir.

11- Keklerin depolanmasıyla birlikte sertlik değerinden türetilen sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerinin artış gösterdiği, en yüksek sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerinin 5. günde %40 çiğ kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu, en düşük sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerinin 1. günde kontrol grubu keklere ait olduğu gözlemlenmiştir. Gün bazında incelendiğinde ise her üç günde de en yüksek sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerinin %40 kabak çekirdeği yağıyla hazırlanan keklere ait olduğu, en düşük sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerinin kontrol grubu keklere ait olduğu görülmektedir.

12- Elde edilen bulgular ışığında genel itibariyle kabak çekirdeği yağının kekin kalite özellikleri üzerine önemli etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın amacı kekin kalitesini olumsuz yönde etkilemeden besin değerini ve fonksiyonelliğini artırmaktır. Bu bağlamda kekin ağırlık hacim gibi fiziksel özellikler bakımından kontrole en yakın kek grubunun %40- 60 çığ ve kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler olduğu, tekstürel özellikler bakımından ise %80 kavrulmuş kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen kekler olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Malek, S., "Kavrulmuş buğday ve arpadan elde edilen unların kek kalitesi üzerine etkisi", *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum, 2013.
2. Elgün, A., Ertugay, Z., "Tahıl İşleme Teknolojisi". Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Erzurum, 2002.
3. Dizlek, H., "Farklı kabartma tozlarının değişik oranlarda kullanılmasının ve kek hamurunun pişirme öncesinde bekletilmesinin pandispanya nitelikleri üzerine etkilerinin incelenmesi", *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 2002.
4. Karaoğlu, M. M., "Farklı yöntemler uygulanarak elde edilmiş modifiye nişastaların kek kalitesi üzerine etkileri", *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum, 1998.
5. Zhang, Y. Y., Song, Y., Hu, X. S., Liao, X. J., Ni, Y. Y., Li, Q. H., "Effects of sugars in batter formula and baking conditions on 5-hydroxymethylfurfural and furfural formation in sponge cake models", *Food Research International*, 49(1): s. 439-445,2012.
6. Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K., Delcour, J. A., "Ingredient functionality in batter type cake making", *Trends in food science & technology*, 30(1): s. 6-15,2013.
7. Martinez-Cervera, S., Salvador, A., Sanz, T., "Comparison of different polyols as total sucrose replacers in muffins: Thermal, rheological, texture and acceptability properties", *Food Hydrocolloids*, 35: s. 1-8,2014.
8. Dizlek, H., Özer, M.S., Gül, H., *Keklerin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçütler in Türkiye 10. Gıda Kongresi*. 2008: Erzurum.
9. Matos, M. E., Sanz, T., Rosell, C. M., "Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins", *Food Hydrocolloids*, 35: s. 150-158,2014.
10. Rodríguez-García, J., Sahi, S. S., Hernando, I., "Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin", *LWT-Food Science and Technology*, 58(1): s. 173-182,2014.

11. Tiftik, B., "Kek üretiminde kullanılan yağların emülsiyon oluşturma özelliklerinin incelenmesi", *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 2009.
12. Miller, R., *Encyclopedia of Food and Health*, in *Cakes: Types of Cakes* 2016, Elsevier: Oxford s. 579–582.
13. Baixauli, R., Sanz, T., Salvador, A., Fliszman, S. M., "Muffins with resistant starch: Baking performance in relation to the rheological properties of the batter", *Journal of Cereal Science*, 47(3): s. 502-509,2008.
14. Köklü, G., "Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek nitelikleri üzerindeki etkileri", *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 2007.
15. Ergün, K., "Dondurularak kurutulmuş kivi püresi tozu kullanılarak hazırlanan keklerde pişirme yöntemi ve formülasyonun kalite kriterlerine etkisinin incelenmesi", *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 2012.
16. Zhou, J., Faubion, J. M., Walker, C. E., "Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes", *LWT-Food Science and Technology*, 44(8): s. 1802-1808,2011.
17. Lu, T. M., Lee, C. C., Mau, J. L., Lin, S. D., "Quality and antioxidant property of green tea sponge cake", *Food Chemistry*, 119(3): s. 1090-1095,2010.
18. Ghotra, B. S., Dyal, S. D., Narine, S. S., "Lipid shortenings: a review", *Food Research International*, 35(10): s. 1015-1048,2002.
19. Mert, B., Demirkesen, I., "Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product", *Food Chemistry*, 199: s. 809-816,2016.
20. Ackroyd, A., Sedlis, E., McArthur, K., Scheiner, T., Wekwete, B., Ghatak, R., Navder, K., "Physical, textural and sensory properties of chocolate cup cakes prepared using prune puree as a fat replacer", *Journal of the American Dietetic Association*, 110(9): s. A73,2010.
21. Gornas, P., Juhnevica-Radenkova, K., Radenkovs, V., Misina, I., Pugajeva, I., Soliven, A., Seglina, D., "The impact of different baking conditions on the stability of the extractable polyphenols in muffins enriched by strawberry, sour cherry, raspberry or black currant pomace", *Lwt-Food Science and Technology*, 65: s. 946-953,2016.

22. Uruakpa, F., Hurst, E., Lee, J., "Impact of Carbohydrate-Based Food Purees as Fat Replacers in Muffins", *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 9(113): s. A34,2013.
23. Mantovani, R. A., Fattori, J., Michelon, M., Cunha, R. L., "Formation and pH-stability of whey protein fibrils in the presence of lecithin", *Food Hydrocolloids*, 60: s. 288-298,2016.
24. Furia, T. E., "CRC handbook of food additives". *CRC press*, Vol. 1. 1973.
25. Nederal, S., Petrovic, M., Vincek, D., Puhec, D., Skevin, D., Kraljic, K., Obranic, M., "Variance of quality parameters and fatty acid composition in pumpkin seed oil during three crop seasons", *Industrial Crops and Products*, 60: s. 15-21,2014.
26. Rabrenovic, B. B., Dimic, E. B., Novakovic, M. M., Tesevic, V. V., Basic, Z. N., "The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds", *Lwt-Food Science and Technology*, 55(2): s. 521-527,2014.
27. *Türkiye İstatistik Kurumu Temel İstatistikler*. 2015; Available from: <http://www.tuik.gov.tr>.
28. Stevenson, D. G., Eller, F. J., Wang, L., Jane, J.-L., Wang, T., Inglett, G. E., "Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars", *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(10): s. 4005-4013,2007.
29. Murkovic, M., Hillebrand, A., Winkler, J., Leitner, E., Pfannhauser, W., "Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L)", *Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung*, 203(3): s. 216-219,1996.
30. Jiao, J., Li, Z. G., Gai, Q. Y., Li, X. J., Wei, F. Y., Fu, Y. J., Ma, W., "Microwave-assisted aqueous enzymatic extraction of oil from pumpkin seeds and evaluation of its physicochemical properties, fatty acid compositions and antioxidant activities", *Food Chemistry*, 147: s. 17-24,2014.
31. Salgin, U., Korkmaz, H., "A green separation process for recovery of healthy oil from pumpkin seed", *Journal of Supercritical Fluids*, 58(2): s. 239-248,2011.
32. Mitra, P., Ramaswamy, H. S., Chang, K. S., "Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil extraction using supercritical carbon dioxide and physicochemical properties of the oil", *Journal of Food Engineering*, 95(1): s. 208-213,2009.

33. Ekşi, A., *Bilimsel ve Yasal Açıdan Gıdaların Fonksiyonelliği*, in *Gıda Kongresi*. 2005: Ankara. s. 19-21.
34. Wolfe, S., "Potential benefits of functional foods and nutraceuticals to the Agri-Food industry in Canada", *Final report submitted to Agriculture and Agri-Food Canada, Food Bureau*, 2002.
35. Urala, N., Lähteenmäki, L., "Consumers' changing attitudes towards functional foods", *Food Quality and Preference*, 18(1): s. 1-12, 2007.
36. Rezig, L., Chouaibi, M., Msaada, K., Hamdi, S., "Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil", *Industrial Crops and Products*, 37(1): s. 82-87, 2012.
37. Nawirska-Olszanska, A., Kita, A., Biesiada, A., Sokol-Letowska, A., Kucharska, A. Z., "Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oils in 12 cultivars", *Food Chemistry*, 139(1-4): s. 155-161, 2013.
38. Rabrenović, B. B., Dimić, E. B., Novaković, M. M., Tešević, V. V., Basić, Z. N., "The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds", *LWT-Food Science and Technology*, 55(2): s. 521-527, 2014.
39. Adams, G. G., Imran, S., Wang, S., Mohammad, A., Kok, M. S., Gray, D. A., Channell, G. A., Harding, S. E., "Extraction, isolation and characterisation of oil bodies from pumpkin seeds for therapeutic use", *Food Chemistry*, 134(4): s. 1919-1925, 2012.
40. Butinar, B., Bucar-Miklavcic, M., Mariani, C., Raspor, P., "New vitamin E isomers (gamma-tocomenol and alpha-tocomenol) in seeds, roasted seeds and roasted seed oil from the Slovenian pumpkin variety 'Slovenska golica'", *Food Chemistry*, 128(2): s. 505-512, 2011.
41. Yasir, M., Sultana, B., Nigam, P. S., Owusu-Apenten, R., "Antioxidant and genoprotective activity of selected cucurbitaceae seed extracts and LC-ESIMS/MS identification of phenolic components", *Food Chemistry*, 199: s. 307-313, 2016.
42. Murkovic, M., Piironen, V., Lampi, A. M., Kraushofer, T., Sontag, G., "Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds)", *Food Chemistry*, 84(3): s. 359-365, 2004.

43. Gözükara, Ö. İ., Bal kabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve bal kabağı tozunun kek üretiminde kullanımı, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2013.
44. Akbaş, Ö., "Kek üretiminde ekzopolisakkaritlerin kullanımı", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi*, Van, 2009.
45. Kaçar, D., Kimyasal interestifikasyon yöntemi ile zeytinyağı bazlı yeni bir yağ ürününün geliştirilmesi ve kek-bisküvi üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 2010.
46. Matsakidou, A., Blekas, G., Paraskevopoulou, A., "Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil", *Lwt-Food Science and Technology*, 43(6): s. 949-957,2010.
47. Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R., Indrani, D., "Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes", *Food Hydrocolloids*, 23(7): s. 1827-1836,2009.
48. Kumari R, J. T., Soumya C, Indrani D. , "Use of vegetable oils, emulsifiers and hydrocolloid on rheological, fatty acid profile and quality characteristics of pound cake", *Journal of Texture Studies*, 42(5): s. 377-386,2011.
49. Ashwini, A., Jyotsna, R., Indrani, D., "Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake", *Food Hydrocolloids*, 23(3): s. 700-707,2009.
50. Hemeda, H. M., Mohamed, E. F., "Functional attribute of chickpea and defatted soybean flour blends on quality characteristics of shortening cake", *European Journal Applied Sciences*, 2(2): s. 44-50,2010.
51. Lee, C. C., Wang, H. F., Lin, S. D., "Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake", *Cereal Chemistry*, 85(4): s. 517-521,2008.
52. Doğan, İ. S., Akbaş, Ö., Tunçtürk, Y., "Yağı azaltılmış kek üretiminde ekzopolisakkarit kullanımı", *Gıda*, 37(3): s. 141-148,2012.
53. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 1990.

54. Society, A. O. C., Link, W. E., "Official and tentative methods of the American Oil Chemists' Society". *The Society*, 1973.
55. Committee, A. A. o. C. C. A. M., "Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists", 8 ed. *Amer Assn of Cereal Chemists*, Vol. 1. 1983.
56. Özer, M. S., Dizlek, H., Kola, O., Altan, A., "Değişik Gaz Salınımı Hızlarına Sahip Kabartma Tozlarının Pandispanya Tipi Keklerin Nitelikleri Üzerindeki Etkileri", *Gıda*, 29(1): s. 43-50,2004.
57. Çelik, İ., Kotancılar, H.G., "Kimyasal Kabartıcılar Ve Fırın Ürünlerindeki Fonksiyonları", *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(3): s. 451-459,1995.
58. Karaoglu, M. M., Kotancılar, H. G., Gerçekaslan, K. E., "The effect of par-baking and frozen storage time on the quality of cup cake", *International Journal of Food Science and Technology*, 43(10): s. 1778-1785,2008.
59. Bourne, M., "Texture profile of ripening pears", *Journal of Food Science*, 33(2): s. 223-226,1968.
60. Gerçekaslan, K. E., Kotancılar, H. G. ve Karaoğlu, M. M., "Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler - 1", *Gıda*, 32(6): s. 305-315,2007.
61. Certel, M., Erem, F., Konak, Ü. İ., Karakaş, B., "Dondurulmuş Hamur ile Kısmi Olarak Pişirilip Dondurulmuş Hamurlardan Üretilen Beyaz Ekmeklerin Fiziksel Tekstürel ve Duyusal Özellikleri", *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): s. 91-102,2009.
62. Sozer, N., Dalgıç, A., Kaya, A., "Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch", *Journal of Food Engineering*, 81(2): s. 476-484,2007.
63. Ergönül, B., Farklı probiyotik kültürler kullanarak hindi sucuğu üretimi ve kalite üzerine etkileri, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Manisa, 2009.
64. Gunasekaran, S., Ak, M. M., "Cheese rheology and texture". *CRC press*, Londra, 2002.
65. Yıldız, N., H. Bircan., "Araştırma ve Deneme Metotları". *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, Vol. 907. Erzurum, 2003.

66. Koroğlu, M., Okay, Y., Köksal, A., "Kavrulmuş Tuzlu Antepfıstığı Yapımında Kavurma Süresinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri", *Gıda Dergisi*, 25(5),2000.
67. Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., "Bitkisel Yağ Teknolojisi". Denizli, 2001.
68. Miller, D., Nordin, P., Johnson, J., "Effect of pH on cake volume and crumb browning", *Cereal Chem*, 34: s. 179,1957.
69. Raville, J. R., "Quality and browning and the effects of ph adjustment on cakes prepared with high fructose corn syrup",1987.
70. Dogan, I. S., Javidipour, I., Akan, T., "Effects of interesterified palm and cottonseed oil blends on cake quality", *International journal of food science & technology*, 42(2): s. 157-164,2007.
71. Seyhun, N., Şümnü, G., Şahin, S., "Farklı Nişasta ve Emülgatör Çeşitlerinin ve Yağ Miktarlarının Mikrodalga ile Pişirilen Keklerin Bayatlaması Üzerindeki Etkileri", *Gıda* 29(5): s. 337-343,2004.
72. Ronda, F., Gómez, M., Caballero, P., Oliete, B., Blanco, C., "Improvement of quality of gluten-free layer cakes", *Food Science and Technology International*, 15(2): s. 193-202,2009.
73. Turabi, E., Sumnu, G., Sahin, S., "Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend", *Food Hydrocolloids*, 22(2): s. 305-312,2008.
74. Yıldız, Ö., "Farklı formülasyon, pişirme ve depolama sürelerinin glutensiz kek kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Yüksek Lisans Tezi*, Van, 2010.
75. Mercan, N., Boyacıoğlu, H., Boyacıoğlu, D., "Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması", *Gıda*, 6: s. 75-81,2000.
76. Bath, D., Shelke, K., Hoseney, R., "Fat replacers in high-ratio layer cakes", *Cereal foods world (USA)*,1992.
77. Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C. M., Pando, V., Fernández, E., "Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends", *LWT-Food Science and Technology*, 41(9): s. 1701-1709,2008.
78. Yıldız, Ö., Doğan, İ. S., "Düşük Kalorili Kek Üretimi: II. Standart Yağlı Kek ile Karşılaştırma", *Gıda Dergisi*, 29(3),2004.

79. Trinderup, C. H., Dahl, A., Jensen, K., Carstensen, J. M., Conradsen, K., "Comparison of a multispectral vision system and a colorimeter for the assessment of meat color", *Meat science*, 102: s. 1-7,2015.
80. Yalçın, M. Y., Şeker, M., "Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat", *LWT-Food Science and Technology*, 68: s. 153-159,2016.
81. Ardabili, A. G., Farhoosh, R., Khodaparast, M. H. H., "Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp *pepo* Var. *Styriaca*) Grown in Iran", *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: s. 1053-1063,2011.
82. Tiftik, B., Kek üretiminde kullanılan yağların emülsiyon oluşturma özelliklerinin incelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 2009.
83. Watkinson, P., Coker, C., Crawford, R., Dodds, C., Johnston, K., McKenna, A., White, N., "Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis", *International Dairy Journal*, 11(4): s. 455-464,2001.
84. Lawrence, R., Creamer, L., Gilles, J., "Texture development during cheese ripening", *Journal of Dairy Science*, 70(8): s. 1748-1760,1987.
85. Aguilera, J. M., Stanley, D. W., "Microstructural principles of food processing and engineering". *Springer Science & Business Media*, 1999.
86. BeMiller, J., Whistler, R., Carbohydrates, F. O., "Food Chemistry". *Marcel Dekker, New York, Basel, Hongkong*, 1996.
87. Cauvain, S., "Improving the texture of bread", *Texture in food solid foods. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge-England*, 2: s. 432-450,2004.
88. Çelik, T. E., Enzimatik interesterifikasyon yöntemi ile geliştirilen zeytinyağı bazlı yağ ürünlerinin kek ve bisküvi yapımında kullanılması, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi*, 2012.
89. Kim, S.-Y., Gunasekaran, S., Olson, N., "Combined use of chymosin and protease from *Cryphonectria parasitica* for control of meltability and firmness of cheddar cheese", *Journal of dairy science*, 87(2): s. 274-283,2004.

90. Szczesniak, A. S., "Classification of textural characteristics", *Journal of food science*, 28(4): s. 385-389,1963.
91. Doğan, İ. S., Yıldız, Ö., "Düşük Kalorili Kek Üretimi: 1. Formül Optimizasyonu", *Gıda*, 29(1): s. 17-25,2004.
92. Friedman, H. H., Whitney, J. E., Szczesniak, A. S., "The texturometer—a new instrument for objective texture measurement", *Journal of Food Science*, 28(4): s. 390-396,1963.

ÖZGEÇMİŞ

Selçuk Mustafa SEÇEN 1985 yılında Nevşehir’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Nevşehir’de tamamladı. 2003’de kazandığı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden 2007 yılında mezun oldu. Çeşitli gıda fabrikalarında 6 yıl sorumlu mühendislik yaptıktan sonra 2013 yılı ocak ayında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesinde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Evli olup halen Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesinde görevine devam etmektedir.

Adres :Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık
Fakültesi 50200 Nevşehir
Telefon :0 384 228 10 00
Belgegeçer :0 384 228 10 05
e-posta :mustafasecen@nevsehir.edu.tr