

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ümmügölsüm TURĖAY

**BİYOAKTİF BİLEŞİKLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİ VE FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2023

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOAKTİF BİLEŞİKLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ
KEK ÜRETİMİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN
SAPTANMASI**

Ümmügülsüm TURĞAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 03/02/2023 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ
ÜYE

.....
Dr. Öğr. Üyesi Murat Reis AKKAYA
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarım Makinaları Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2021-13823

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOAKTİF BİLEŞİKLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI

Ümmügülsüm TURĞAY

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER
Yıl:2023 Sayfa:158
Jüri : Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER
: Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ
: Dr. Öğr. Üyesi Murat Reis AKKAYA

Bu çalışmada; çölyak hastaların tüketimi için biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilerek fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş glutensiz kek elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, dondurularak kurutulmuş 4 farklı meyve tozu (ahududu, böğürtlen, çilek ve karadut) % 2, % 4 ve % 6 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda kullanılarak glutensiz keklerin fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş ve bazı kalite nitelikleri açısından değerlendirilmiştir. Buna göre, glutensiz kek formülasyonuna ilave edilen meyve tozları konsantrasyonundaki artış sonucu, glutensiz kek örneklerinin pişme kaybı, spesifik hacim, yükseklik, hacim indeksi, elastikyet, yapışkanlık, gözenek yoğunluğu ve nem değerlerinde genel olarak azalış, büzülme, ortalama gözenek alanı, porozite, sertlik ve çığnenebilirlik değerlerinde ise artış belirlenmiştir. Glutensiz keklerin hamur pH değeri en yüksek kontrol örneğin 7,35 olduğu, en düşük pH değerinin ise 6,30 olarak AK3 kodlu örnekte tespit edilmiştir. Diğer taraftan toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite, toplam monomerik antosiyanin madde içeriğinde artış saptanmıştır. Glutensiz kek örneklerin toplam fenolik değeri 236,5 mg/kg ile 496,5 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Duyusal analiz sonucuna göre; en beğenilen örneğin 8 değeri ile %4 oranında karadut tozu kullanılan KK2 kodlu örnek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, meyve tozu kullanılmasıyla toplam biyoaktif bileşikler açısından zenginleşmiş glutensiz kek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çölyak, Glutensiz Kek, Biyoaktif Bileşenler, Meyve Tozlu Kek, Toplam Fenolik Madde, Antioksidan Aktivite

ABSTRACT

MSc THESIS

PRODUCTION OF GLUTEN-FREE CAKES ENRICHED WITH BIOACTIVE COMPOUNDS AND DETERMINATION OF FUNCTIONAL PROPERTIES

Ümmügülsüm TURĖAY

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

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER
Year: 2023, Pages:158
Jury : Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER
: Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ
: Asst. Prof. Dr. Murat Reis AKKAYA

In this study; It is aimed to obtain gluten-free cake with improved functional properties by enriching with bioactive components for the consumption of celiac patients. For this purpose, the functional properties of gluten-free cakes are developed and evaluated in terms of some quality qualities by using 4 different freeze-dried fruit powders (raspberry, blackberry, strawberry and black mulberry) in 3 different concentrations as 2%, 4% and 6%. Accordingly, as a result of the increase in the concentration of fruit powders added to the gluten-free cake formulation, the general decrease in the baking loss, specific volume, height, volume index, elasticity, stickiness, pore density and moisture values of the gluten-free cake samples, shrinkage, average pore area, porosity, hardness and increase in chewability values were determined. The dough pH value of gluten-free cakes was determined as 7,35 in the highest control sample, and the lowest pH value in the AK3 coded sample as 6,30. On the other hand, it was detected that there was an increase was detected total phenolic content, antioxidant activity, and total monomeric anthocyanin content. It was determined that the total phenolic value of gluten-free cake samples varied between 236,5 mg/kg and 496,5 mg/kg. According to the results of sensory analysis; It was determined that the most popular sample was the sample coded KK2, in which 4% black mulberry powder was used with a value of 8. As a result, gluten-free cakes enriched in total bioactive compounds were produced by using fruit powder.

Keywords: Celiac, Gluten Free Cake, Bioactive Igredients, Fruit Powder Cake, Functional, Total Phenolic Substance, Antioxidant Activity

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çölyak hastalığı; genetik yapısı yatkın bireylerde gluten proteini içeren buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahılları içeren gıdaların tüketimi ile meydana gelen rahatsızlıktır. Bu rahatsızlık, bağırsak iç kısmında yer alan besin maddelerin emilimini sağlayan villus yapılarının zarar görmesi sonucu ince bağırsakta hasar meydana getirmektedir. Glutene duyarlılık olarakta ifade edilen çölyak, genetik yapı, immunolojik sistem ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu sindirim sisteminde gelişen kronik bir rahatsızlıktır. Hastalık, kusma, ishal, karın şişliği, iştahsızlık, kilo kaybı, kansızlık gibi çeşitli belirtilerle kendini göstermektedir. Yapılan araştırmalar, çölyak hastaları için tek etkili tedavinin ömür boyu glutensiz besinlerle beslendikleri bir diyet uygulaması olduğunu göstermektedir.

Glutensiz gıdaların üretiminde ana kaynak olarak genellikle çeşitli nişasta kaynakları kullanılmaktadır. Bu nedenle gıda ürünleri önemli kısmı besin öğelerince yetersizdir. Söz konusu yetersizliklerin giderilmesi ve sağlıklı, güvenli, besleyici öğelerce zengin fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş glutensiz ürünlerin geliştirilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Glutensiz gıdaların fonksiyonelliklerin artırılması amacıyla özellikle unlu mamüllerde buğday unu yerine gluten içermeyen karabuğday, amarant, tef vb.yalancı tahıllar ya da nohut, mercimek gibi baklagil unları kullanılmaktadır. Pirinç unu veya nişastasız bazı glutensiz gıda ürünleri, meyve ile sebzelerin tozları/unları kullanılarak fenolik maddeler ve diyet lif benzeri bileşenler açısından da zenginleştirilmektedir. Bu amaçla çalışmada; çölyak hastalarıyla beraber, ürün kalite niteliklerinin ve besinsel değerinin iyileştirilmesi amacıyla biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilen glutensiz kek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bu hedef doğrultusunda; dondurularak kurutma yöntemiyle üretilmiş çilek, ahududu, böğürtlen ve karadut meyvelerinin tozları kek formülasyonlarında %2, %4 ve %6 oranlarında kullanılmıştır. Glutensiz keklerin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; nem, pişme kaybı, spesifik hacim, yükseklik, yapısal

özellikler, renk, gözenek boyut dağılımı, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, toplam monomerik antosiyanin içeriği, tekstür, duyusal analizleri ile kek hamurunun pH, özgül ağırlık, köpük oluşturma kapasitesi, köpük stabilitesi analizleri gerçekleştirilmiştir.

Genel olarak meyve tozu oranlarının artışı ile glutensiz kek hamurların özgül ağırlık değerlerinde artış; köpük oluşturma kapasitesi ve köpük stabilitesi değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Meyve tozu oranlarının artışına koşut olarak; keklerin pişme kaybı, spesifik hacim, yükseklik, hacim indeksi, elastikiyet, yapışkanlık ve nem değerlerinde genel olarak azalma; büzülme, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde ise artışlar olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde ahududu meyve tozunun %6 oranında ilave edildiği glutensiz kek örneklerinin kalite özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiği saptanmıştır.

Glutensiz kek örneklerin kabuk ve kek iç renk parametreleri herhangi bir meyve tozu kaynağı içermeyen kontrol örneğine kıyasla L^* ve b^* kabuk değerinde azalma meydana gelirken, a^* kabuk değerlerinde ise artış olduğu gözlenmiştir. Keklerin iç renk, L^* ve b^* değerlerinde azalış a^* değerinde ise artış saptanmıştır.

Glutensiz kek örneklerinde farklı meyve tozlarının %2, %4 ve %6 oranlarda kullanımıyla toplam fenolik, antioksidan ve toplam monomerik antosiyanin içeriklerinin düzenli bir şekilde arttığı ve sonuçların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Genel olarak kalite nitelikleri göz önünde bulundurularak, meyve tozları kullanılmış kek örnekleri ve kontrol örneği olmak üzere toplam 9 adet kek hedonik test uygulanarak duyusal değerlendirmeye alınmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre; en yüksek beğeni puanının %4 oranında karadut meyvesi tozu kullanılan KK2 kodlu örneğe ait olduğu belirtilmiştir. Duyusal analiz parametrelerinden hacim ve gözenek hariç diğer değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

TEŞEKKÜR

Tez çalışmanın hazırlanmasında her koşulda beni destekleyen, yönlendiren, bilgi ve tecrübelerini paylaşan, anlayışla sabır gösteren değerli danışmanım Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER'e;

Değerli yorum ve katkıları ile çalışmaya olumlu etkisi olan kıymetli jüri üyeleri; Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ ve Dr. Öğr. Üyesi Murat Reis AKKAYA'ya; analizlerin yapım ve değerlendirilmesinde, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Ar. Gör. Gamze Nil YAZICI'ya; laboratuvar olanaklarından faydalanmamı sağlayıp, analiz yapım aşaması ve değerlendirme sürecinde destek olan Ar. Gör. Dr. Erdal AĞÇAM'a; bu aşamada her koşulda yanımda olup, bilgi ve desteğini esirgmeden paylaşan Y. Müh. Işıl YILMAZ'a ve Y. Müh. Sabahat TOPRAK AKGÜN'e;

Bu projeyi gerçekleştirebilmem için maddi destek sağlayan Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FYL-2021-13823);

Yüksek lisansın her aşamasında yanımda olup, varlığını hep hissettiren, desteğiyle yanımda olan kıymetli dayım Prof. Dr. Nurettin TURĞAY'a; meşakkatli yolculukta yalnız bırakmayan canım ablam ZEYNEP EKİN ile değerli eniştem YUSUF EKİN'e, yoldaşlık eden, kıymetli dostlarım MERAL EKİNCİ'ye ve SEVDA EDA AKSOY'a hayatımın her aşamasında yanımda olan beni destekleyen ailemin tüm fertlerine sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Çölyak.....	3
2.1.1. Çölyak Hastalığının Belirtileri	5
2.1.2. Çölyak Hastalığının Tanı ve Tedavisi.....	6
2.2. Kek.....	9
2.2.1. Kekin Bileşenleri ve İşlevleri.....	11
2.2.1.1. Un	11
2.2.1.2. Yumurta	12
2.2.1.3. Şeker	13
2.2.1.4. Kimyasal Kabartıcılar	15
2.2.1.5. Yağ.....	16
2.2.1.6. Su	16
2.2.1.7. Hidrokolloidler	16
2.3. Biyoaktif Bileşikler	17
2.3.1. Biyoaktif Bileşenlerin Sağlık Üzerine Etkisi	19
2.4. Meyve ve Sebzelerin Belirli Kısımlarının (Posası, Kabuğu, Çekirdeği vs. Tozu) Kullanımıyla Yapılan Glutensiz Ürün Çalışmaları.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31

3.1. Materyal	31
3.2. Yöntem.....	31
3.2.1. Biyoaktif Bileşenlerce Zenginleştirilmiş Glutensiz Kek Üretimi	31
3.2.2. Hamur Analizleri.....	33
3.2.2.1. Özgül Ağırlık Tayini.....	33
3.2.2.2. Köpük Oluşturma Kapasitesi ve Köpük Stabilitesi Tayini	34
3.2.2.3. pH Tayini	34
3.2.3. Kek Analizleri	34
3.2.3.1. Nem Tayini	35
3.2.3.2. Pişme Kaybı.....	35
3.2.3.3. Spesifik Hacim.....	35
3.2.3.4. Yükseklik.....	35
3.2.3.5. Yapısal Özellikler	36
3.2.3.6. Renk Tayini	36
3.2.3.7. Tekstür Analizi	36
3.2.3.8. Gözenek Boyut Dağılımı Analizi	37
3.2.3.9. Toplam Fenolik Madde (TF) Analizi.....	37
3.2.3.10. Antioksidan Aktivite Analizi	39
3.2.3.11. Toplam Monomerik Antosiyanin İçeriğinin Analizi	40
3.2.3.12. Duyusal Analiz	42
3.2.4. İstatistiksel Analiz.....	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	43
4.1. Hammadde Kimyasal Bileşimi	43
4.2. Hamur Niteliklerin Belirlenmesi.....	43
4.2.1. Özgül Ağırlık	44
4.2.2. Köpük Oluşturma Kapasitesi ve Köpük Stabilitesi.....	48
4.2.3. pH Değeri.....	53
4.3. Kek Nitelikleri	56
4.3.1. Nem.....	56

4.3.2. Pişme Kaybı	60
4.3.3. Spesifik Hacim	63
4.3.4. Yükseklik	68
4.3.5. Hacim İndeksi	72
4.3.6. Büzülme Değeri	75
4.3.7. Renk	77
4.3.8. Tekstür	85
4.3.8.1. Sertlik	86
4.3.8.2. Yapışkanlık	90
4.3.8.3. Elastikyet	93
4.3.8.4. Çiğnenebilirlik	96
4.3.9. Gözenek Boyut Dağılımı	99
4.3.10. Toplam Fenolik Madde Değeri	104
4.3.11. Antioksidan Aktivite Değeri	109
4.3.12. Toplam Monomerik Antosiyanin İçeriği Değerleri	113
4.3.13. Duyusal Analiz	116
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ	151
EKLER	152



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1.	Gluten ile İlgili Rahatsızlıkların Sınıflandırılması.....	4
Çizelge 2.2.	Keklerin sınıflandırması	10
Çizelge 2.3.	Polifenol Bileşenlerin Sınıflandırması	18
Çizelge 3.1.	Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılan Bileşenlerin Miktarları (g) ve Bileşimdeki Oranları (%)	32
Çizelge 3.2.	Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılan Meyve Tozları ve Miktarları	32
Çizelge 4.1.	Pirinç Unu Kimyasal Bileşimi	43
Çizelge 4.2.	Meyve Tozu Kullanılan Glutensiz Keklere Ait Hamur Özgül Ağırlık Değerleri.....	45
Çizelge 4.3.	Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Hamurlarının Köpük Oluşturma Kapasite ve Köpük Stabilite Değerleri.....	49
Çizelge 4.4.	Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Hamur Örneklerin pH Değerleri	54
Çizelge 4.5.	Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Örneklerine Ait Nem Değerleri	57
Çizelge 4.6.	Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Ve Kontrol Glutensiz Kek Örneklerine Ait Pişme Kaybı Değerleri	61
Çizelge 4.7.	Farklı Oranlarda Meyve Tozu Kullanılmış Glutensiz Keklerin Spesifik Hacim Değerleri.....	64
Çizelge 4.8.	Kontrol İle Farklı Meyve Tozu Konsantrasyonuna Ait Glutensiz Keklerin Yükseklik Değerleri.....	69
Çizelge 4.9.	Meyve Tozları İçeren Glutensiz Keklerin Hacim İndeksi Değerleri	73
Çizelge 4.10.	Kontrol Örneği İle Meyve Tozu Kullanılmış Glutensiz Keklerin Büzülme Değerleri	76

Çizelge 4.11. Meyve Tozu Eklenmiş Ve Kontrol Glutensiz Keklerin Kabuk Renk (L^* , a^* ve b^*) Değerleri	79
Çizelge 4.12. Farklı Meyve Tozlarının Eklendiği Glutensiz Keklerin İç Renk Değerleri.....	82
Çizelge 4.13. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Örneklerin Sertlik Değeri	87
Çizelge 4.14. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Yapışkanlık Değeri	91
Çizelge 4.15. Farklı Formülasyonlara Ait Glutensiz Kek Örneklerin Elastikyet Değerleri	94
Çizelge 4.16. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Çiğnenebilirlik Değerleri	97
Çizelge 4.17. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Örneklerine Ait Toplam Fenolik Değeri	105
Çizelge 4.18. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Antioksidan Aktivite Değerleri.....	110
Çizelge 4.19. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerine Ait Toplam Monomerik Antosiyanin Değerleri.....	114
Çizelge 4.20. Farklı Kek Örneklerine Ait Duyusal Analiz Değerleri	118

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1.	Çölyak Hastalığının Sınıflandırılması	6
Şekil 3.1.	Glutensiz Kek Yapım Uygulanan İşlem Basamakları	33
Şekil 3.2.	Toplam Fenolik Madde Analizi İçin Hazırlanan Örnekler	39
Şekil 3.3.	Antioksidan aktivite analizi için hazırlanan örnekler	40
Şekil 3.4.	Toplam Monomerik Antosiyanin Analizi İçin Hazırlanan Örnekler	41
Şekil 4.1.	Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Hamur Son Özgöl Ağırlığı Değerlerinin Kıyaslanması (g/cm^3)	46
Şekil 4.2.	Meyve Tozu İlaveli Hamur Örneklerin Köpük Oluşturma Kapasite Değerlerinin Kıyaslanması (%)	51
Şekil 4.3.	Meyve Tozu Kullanılmış Hamur Örneklerin Köpük Stabilite Değerlerinin Kıyaslanması (%)	52
Şekil 4.4.	Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Hamur pH Değerlerinin Kontrol Hamur pH Değerleri ile Kıyaslanması	55
Şekil 4.5.	Kontrol ve Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Kek Örneklerine Ait Nem Değerlerinin Kıyaslanması (%)	58
Şekil 4.6.	Farklı Oranlarda Meyve Tozu Kullanılmış Keklerin Pişme Kaybı Değerinin Kıyaslanması (%).....	62
Şekil 4.7.	Meyve Tozu Kullanılmış Kek Örneklerin Spesifik Hacim Değerin Kıyaslanması (cm^3/g).....	65
Şekil 4.8.	Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Keklerin Yükseklik Değerlerinin Kıyaslanması (mm).....	70
Şekil 4.9.	Farklı Oranlarda Meyve Tozu Eklenmiş Kek Örneklerine Ait Hacim İndeksi Değerlerinin Kıyaslanması (mm)	74
Şekil 4.10.	Farklı Meyve Tozu İlave Edilmiş Kek Örneklerin Büzülme Değerlerinin Kıyaslanması (mm)	77

Şekil 4.11. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozu Eklenmiş Kek Kabuk Renk Değerlerin Kıyaslanması	80
Şekil 4.12. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozlarının Eklendiği Keklerin İç Renk Değerlerin Kıyaslanması	83
Şekil 4.13. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozunun Eklendiği Kek Sertlik Değerinin Kıyaslanması.....	88
Şekil 4.14. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozlarının Eklendiği Kek Örneklerin Yapışkanlık Değerlerin Kıyaslanması	92
Şekil 4.15. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozlarının Kullanıldığı Glutensiz Keklerin Elastikyet Değerlerin Kıyaslanması.....	95
Şekil 4.16. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Çiğnenebilirlik Değerlerin Kıyaslanması	98
Şekil 4.17. Meyve Tozu Eklenmiş Kek Örneklerin Ortalama Gözenek Alanı Değerlerin Kıyaslanması	100
Şekil 4.18. Meyve Tozu Kullanılmış Kek Örneklerin Gözenek Yoğunlu Değerlerin Kıyaslanması	101
Şekil 4.19. Meyve Tozu İlave Edilmiş Kek Örneklerin Porozite Değerlerin Kıyaslanması	102
Şekil 4.20. Farklı Meyve Tozu Eklenmiş Glutensiz Kek Örnekleri Toplam Fenolik Madde Değerlerin Kıyaslanması	107
Şekil 4.21. Meyve Tozu Eklenmiş Glutensiz Kek Örneklerin Antioksidan Aktivite Değerlerin Kıyaslanması	111
Şekil 4.22. Farklı Meyve Tozunun Kullanıldığı Keklerin Toplam Monomerik Antosiyanin Değerlerin Kıyaslanması	115
Şekil 4.23. Duyusal Analizin Örümcek Ağ Diyagramı	119

SİMGELER VE KISALTMALAR

d/d : Dakikadaki devir sayısı

Kg : Kilogram

g : Gram

L : Litre

μmol : Mikromol

mL : Mililitre

mm : Milimetre

N : Newton

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece

% : Yüzde



1. GİRİŞ

Tahıllarda depo proteini olarak bilinen gluten, toplam buğday proteinin yaklaşık %80-85'ini meydana getirmektedir (Der Borght ve ark., 2005). Gluten proteinleri tahılların endosperm kısmında gelişip ve embriyoya azot ile amino asit kaynağı olarak işlev görmektedir (Scherf ve ark., 2018). Osborne, tahıl proteinlerini alkol çözeltisinde çözünen “prolaminler” ve alkol çözeltisinde çözünmeyen “glutelinler” olarak sınıflandırmıştır (Osborne, 1924). Prolaminler buğdayda gliadin, çavdarda sekalin, arpada hordein ve yulafıta avenin olarak bulunurlar (Lee ve Newman, 2003).

Hidrasyon ile gluten proteinleri, kovalent olmayan iyonik ve hidrofobik bağlarla etkileşim sağlanmasıyla, kovalent SS bağları ile stabilize edilmiş üç boyutlu viskoelastik bir ağ meydana getirmektedir (Wang ve ark., 2014). Sulu ortamda uygulanan mekanik işlem ile gelişen gluten ağı hamura viskoelastik özellik kazandırarak, hamurun gaz tutma kapasitesinde rol oynaması nedeniyle fırıncılık ürünlerinde teknolojik açıdan büyük öneme sahiptir (Padalino ve ark., 2016). Son ürünün hem duyuşal hem tekstürel özelliklerine de çok önemli etkisiyle arzu edilen ürün oluşumunda önemli rolü vardır.

Beslenmede önemli bir yere sahip olan gluten içeren tahıl ve tahıl ürünleri bazı bireylerde rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Yapılan ilk çalışmalara göre çölyak hastalarında toksik etki gösteren prolamin olduğu ifade edilmesine karşın son çalışmalar glutenin de toksik etkileri olabileceğini göstermektedir (Scherf ve ark., 2016).

Çölyak' da genetik ve immünolojik faktörler rol oynamaktadır (Aydoğdu, 2005). Çölyaklı bireylerde buğday, arpa, çavdar ve yulaf içelikli gıdalar tüketmesi sonucu bağırsaklarında malabsorbsiyon sorunun gelişmekte, ince bağırsaklarda lezyonlara ve besin emiliminde işlev bozukluğuna yol açmaktadır (Shuppan, 2005).

Günümüzde bilinen tek etkili tedavi ömür boyu glutensiz diyetin devam ettirilmesi olup, bu durum güvenli, beslenme açısından dengeli ve lezzetli glutensiz yiyecekler geliştirmeye olan ilgiyi artırmıştır.

Glutensiz ürünler diyet lifi, protein, B-grubu vitaminler ile demir, çinko, kalsiyum gibi mineraller açısından gluten içeren gıdalara göre bazı besinsel bileşenlerce yetersizlerdir (Thompson, 2000). Besleyici değerin düşük olmasının yanı sıra, glutensiz ürünlerin tekstürel özellikler, lezzet profilleri ve raf ömürleri bakımından yetersizdirler (Dizlek ve Özer, 2016a). Glutensiz karışımlardan üretilen unlu mamüllerin düşük proteinli ve yüksek nişastalı olmaları, nişasta retrogradasyonuna bağlı olarak bayatlamalarını hızlanmaktadır (Gallagher ve ark., 2004).

Gıda ürünlerin genellikle ham madde olarak mısır, pirinç ve patates nişastası kullanılmaktadır. Bu nedenle glutensiz gıdalar, bileşiminin nemli kısmı nişastadan oluştuğu için genellikle reolojik ve tekstürel bakımdan kalite düşüklüğünün yanı sıra, buğday başta olmak üzere tahılların içerdiği temel besin öğeleri ve fonksiyonel bileşenlerce de yoksundur. Çalışma kapsamında, “polifenolik bileşenlerce zengin bazı meyvelerin tozları eklenerek glutensiz tüketime yönelik olarak, besinsel ve fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş kek üretimi” gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Çölyak

Günümüzde, değışen beslenme alışkanlıklarına rağmen, tahıl ürünleri dünya nüfusunun beslenmesinde halen büyük bir öneme sahiptir. Beslenmede önemli bir yere sahip olan tahıllar, sınırlı dahi olsa bazı tüketici gruplarında beslenme kaynaklı çeşitli sorunlara yol açabilmektedirler. Kalıtsal otoimmün bir rahatsızlık olan çölyak, buğday, çavdar, arpa ve yulaf ürünlerinin tüketimi sonucu ortaya çıkmaktadır (Özkaya, 1999; Battais, 2005).

Çölyak'da temel etken gluten proteininde bulunan, gliadin alt fraksiyonu olup, vücuda gluten alımını takiben, ince bağırsak iç yüzeyindeki absorpsiyonu sağlayan çıkıntılar olan villuslar kısalmakta, hatta tamamen ortadan kaybolarak bağırsak iç yüzeyi düzleşmektedir. Bunun sonucunda, absorpsiyon yüzey alanı daralarak bağırsaktaki emilim zorlaşmakta, vücudun gereksinim duyduğu besin maddelerinin emilimi azalmaktadır (Özkaya, 1999; Battais, 2005). Gluten aynı zamanda ince bağırsakta iltihaplanmaya ve şişmeye neden olmasıyla hazımsızlığın gelişmesine, mikro besin öğelerinin emiliminin azalmasına neden olmaktadır (Tayebi ve ark., 2014).

Çölyak hastalığı, dünya nüfusunun yaklaşık %1'i kadarında görülür (West ve ark., 2003; Bingley ve ark., 2004). Genetik yatkınlık ve çevresel faktörün etkili olduğu çölyak hastalığının prevalansı ülkeye ve ırka göre farklılık göstermektedir. Beslenmede tahıl içerikli gıdalar olmadığı sürece çölyak hastalığının ortaya çıkmayacağından, tahıllı besinlerin önemli oranda yer aldığı Avrupa, Kuzey Amerika, Avustralya gibi ülkelerde çölyak hastalığı daha sık görülürken ve Çin ve Japonya' da ise oldukça sınırlıdır (Ertekin, 2008). Popölasyonun genetik yatkınlığı ve gluten içeren gıdaların tüketimi görülme sıklığını etkileyen başlıca faktördür (Al-Bawardy ve ark., 2017).

Çölyak hastalığının bebekler ve küçük çocuklardaki belirtileri; genellikle ishal ve gelişme geriliği gibi sağlık sorunlardır. Aynı zamanda kusma, iştahsızlık ve kabızlık da klinik belirtiler arasındadır. Ergenlerde ise genellikle kısa boy, nörolojik semptomlar veya anemi gibi rahatsızlık oluşturur (D'Amico, 2005). Yetişkinlerde de karın ağrısı, ishal, demir eksikliği, osteoporoz, reflü gibi hastalıklar olarak görülür (Green, 2000). Çölyak hastalığı için kabul görülen tek tedavi türü, buğday, çavdar ve arpa gibi gluten proteinlerini içeren tahılların yaşam boyu diyetten çıkarılmasıdır (Thompson, 2003). Gluten içerikli gıdaların tüketimiyle gelişen rahatsızlıklar Çizelge 2. 1 'de sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 2.1. Gluten ile İlgili Rahatsızlıkların Sınıflandırılması

Glutenli Gıda Tüketimiyle Meydana Gelen Rahatsızlıklar		
Otoimmün	Alerjik	Otoimmün ve alerjik olmayan
Çölyak	Buğday Alerjisi	Çölyak Olmayan Gluten Hassasiyeti
Gluten Ataksisi	Gıda Alerjisi	
Dermatitis Hepetiformis	Buğday Bağımlı Egzersiz Kaynaklı Anafilaksi	
	Solunum Alerjisi	
	Kontakt Ürtiker	

Çölyak hastalığı ilk kez M.S. 2. yüzyılda Aretaeus tarafından beslenmeye bağlı karın kısmında meydana gelen rahatsızlık olarak bildirmiştir. 1887-1988'de Samuel Jones Gee, ilk defa çölyak hastalığının belirtilerini, rahatsızlığın her yaşta ortaya çıkabileceğini ve hastalığın uygun bir diyetle iyileştirilebileceğini öne sürmüştür. John W. Paulley, 1954'te biyopsi örneklerinin incelenmesi sonucu çölyak hastalığının bağırsakta meydana gelen hasar olarak ilk doğru tanımını yapmıştır. Sonraki yıllarda çölyak hastalarda bulunan antikorların ve antijenlerin etkilerinin varlığı tayin edilmiştir (Niewinski, 2008; Tjon ve ark., 2010; Matthias ve ark., 2011; Schuppan ve Zimmer, 2013; Parzanese ve ark., 2017).

Dr. Dicke 1928’de yaptığı çalışmayla günlük beslenmeden ilk aşamada buğday/çavdar içerikli gıdaları çıkarmıştır. 2. Dünya Savaşı sırasında Hollanda da yiyecek kıtlığı nedeniyle ekmek tüketiminin sınırlandırılması sonucunda çölyak hastalarında gözlemlenen septomların düzeldiği görülmüştür. Savaş sonrası tahılların tüketimi ile beraber şikâyetlerin tekrarladığını fark eden Dicke, çölyak hastalığını buğday ile ilişkilendirmiş ve Van de Kamer ile çölyak olan çocuklar tespit ederek tahıl içermeyen diyet uygulanmıştır. Kontrollü deneyler sonrası fekal ağırlık ve dışkı yağını malabsorpsiyonun bir ölçüsü olarak belirlenmiştir.

2.1.1. Çölyak Hastalığının Belirtileri

Hastalığın klinik belirtileri değişkenlik gösterir. Hem hastalık hem de semptomları yaşamın herhangi bir aşamasında kendini gösterebildiği gibi çocuklarda ve yetişkinlerde belirtileri farklılık göstermektedir (Fasano, 2005; Niewinski, 2008; Tjon ve ark., 2010; Nijhawan ve Goyal, 2015). Çölyak hastalığı genel olarak diyare, kilo kaybı, büyüme geriliği ve malabsorbsiyon sendromu olarak kendini göstermektedir (Ludvigsson ve ark., 2013).

Ergenlik çağındaki çocuklarda genellikle gecikmiş ergenlik, boy kısalığı, anemi, dikkat eksikliği/hiperaktivite bozuklukları, nörolojik semptomlar, öğrenme güçlükleri, kas koordinasyon eksikliği gibi belirtiler şeklinde görülmektedir (Green, 2007; Al-Bawardy ve ark., 2017). Erişkin bireylerde ise daha çok karın ağrısı, şişkinlik, kronik ishal ile birlikte çok belirgin bir malabsorbsiyon sorunu oluşmaktadır (Green ve ark., 2015; Al-Bawardy ve ark., 2017). Bununla beraber, çölyak hastası yetişkinlerin yarısından fazlasında anemi, kemik yoğunluğu kaybı (osteoporoz), yorgunluk, dalak fonksiyonunda azalma ve D vitamini, folat, çinko, B12 ve B6 vitamini eksikliği gibi sağlık sorunları yaşanmaktadır (Green, 2005; Nijhawan ve Goyal, 2015; Al-Bawardy ve ark., 2017). Çölyak hastalığının 2011 yılında Oslo sınıflandırılması klinik incelemeler sonucu aşağıdaki Şekil 2.1 ‘de verildiği gibi sınıflandırılmıştır (Ludvigsson ve ark., 2013).



Şekil 2.1. Çölyak Hastalığının Sınıflandırılması

2.1.2. Çölyak Hastalığının Tanı ve Tedavisi

Çölyak tanısı, Avrupa Pediatrik Gastroenteroloji, Hepatoloji ve Nutrisyon Topluluğu (ESPGHAN) tarafından 1969'da belirlenip, 1990'da yeniden düzenlenen kriterlere göre konulmaktadır. Bu kriterler:

- Çölyak hastalığı ile uyumlu septomların ve klinik belirtilerin olması,
- Çölyak hastalığının tanımlanması için serolojik araştırmanın sonuçların varlığı,
- Çölyak hastalığı ile uyum gösteren histopatolojik bulguların tespit edilmesi,
- Glutensiz diyetle tabi tutulma sonucu net bir şekilde klinik ve serolojik test sonucun alınması,
- Çölyak hastalığıyla benzer belirtiler gösteren diğer hastalıkların ayırt edici özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.
- 2 yaşından küçük çocuklarda villoz atrofiye sebebiyet veren nedenleri barındırmaması gerekir (Walker-Smith ve ark, 1990).

Çölyak hastalığı tanısı açısından testlerin geliştirilip daha güvenilir ve daha kolay hale getirilmiş olmasına rağmen, ince bağırsak biyopsisi tanı için en önemli kriterlerden biridir. Klinik belirtiler hastalığın tanısının konulmasında yetersiz olduğundan uygunluk seviyesinde serolojik test yapılmasını gerektirir. Özellikle çölyak hastalığı septomları gösteren bireylere ve tanısı konulmuş kişilerin birinci dereceden akrabalarına, akrabaları ile ilişkisi olduğu düşünülen hastalıklı olanların beslenmeyi sürdürenlere serolojik testler yapılmalıdır (Rodrigues ve Jenkins, 2006; Guandalini, 2008; Zawahir ve ark., 2009). Günümüzde hala geçerli olan çölyak hastaları için tek ve en etkili tedavi, glutensiz bir diyetle bağlı kalıp uygulamada devamlılığın sağlanmasıdır (Husby ve ark., 2012).

Glutensiz diyet uygulayan çölyak hastalığına sahip kişiler, klinik belirtileri bir kaç hafta içinde giderilirken, mukozal sıkıntıların giderilmesi için gerekli olan 1-3 yıl arasında değişmekte olup daha uzundur (Niewinski, 2008; Schuppan ve Zimmer, 2013; Parzanese ve ark., 2017; Al-Bawardy ve ark., 2017). Çocukların yetişkinlere nazaran sağlığına kavuşma oranı daha fazla olduğu, cinsiyetle göre değerlendirildiğinde ise erkeklerin kadınlara göre iyileşme oranının daha fazla olduğu saptanmıştır (Jericho ve ark., 2017). Glutensiz diyetin çölyak hastalarına olumlu etkilerine rağmen, diyetin ömür boyu devam ettirilmesi gerekliliği yaşam kalitesinin düşmesine neden olur. Bu durumun gelişmesi glutensiz diyetle bağlılık, diyetin maliyeti, beslenme dengesizlikleri, sosyal durumun yetersiz olabilmesine bağlanmaktadır (Hall ve ark., 2009).

Çölyak hastalığı ilaç tedavisinin olmamasıyla birlikte septomların ortadan kalkması, bağırsağın sağlıklı bir şekilde işlevini sürdürmesi, serolojik testlerin olumlu sonuç vermesi ve malabsorbsiyon sıkıntısının giderilmesi için hastanın sağlıklı ve besleyici olacak biçimde düzenlenmiş glutensiz diyet uygulamasını sürdürmesi gerekmektedir (Catassi, 2007; Niewinski, 2008).

Glutensiz diyetle; buğday, arpa, çavdar, yulaf gibi yapısında gluten bulunan tahıl ve tahıl ürünleri beslenmelerinde bulunmamalıdır. Glutene duyarlı olan bireylerin tüketimi amacıyla üretimi gerçekleştirilen glutensiz gıdaların ham

maddesi olarak gluten ile kontamine olmasına izin verilmeyen mısır, pirinç ve sorgum gibi tahılların; karabuğday, amarant ve kinoa gibi tahıl benzerlerinin; soya, nohut ve mercimek baklagillerin unu ve mısır, pirinç ve patates gibi gıdaların nişastaları kullanılmaktadır (Lee ve Newman, 2003; Türksöy ve Özkaya, 2006; Mir ve ark., 2016; Padalino ve ark., 2016; Scherf ve ark., 2018).

Codex Alimentarius'a göre tanımlanan glutensiz gıdalar;

- (a) Buğday, arpa, çavdar veya bunların melezlerinin yapısında bulunan prolaminleri içermeyen bileşenlerden üretilen ve gluten miktarı 20 ppm'i geçmeyen,
- (b) Buğday, arpa, çavdar, yulaf, kılçıksız buğday veya bunların melezlerinden 'glutensiz' olarak belirtilen bileşenleri içeren ve gluten miktarı 200 ppm'i geçmeyen,
- (c) (a) ve (b)'de ifade edilen bileşenlerden en az ikisini karıştırılarak üretimi yapılan ve gluten miktarı 200 ppm'i geçmeyen gıdalar olarak belirtilmektedir (Koçak, 2018).

Glutensiz gıdalar, glutenli ürünlerle kıyaslandığında diyet lif, vitamin ve mineral gibi gıda bileşenler açısından yetersizdir. GD'e bağlı kalan hastaların lif, folat, magnezyum, kalsiyum, çinko, demir, B12 vitamini ve D vitamin seviyeleri düşük olmaktadır (Vici ve ark., 2016; Al-Bawardy ve ark., 2017). Bu besin öğelerin eksikliği, osteoporoz veya anemi gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Yetişkinlerde bağırsak mikrobiyotasının bileşiminde ve bağışıklık sisteminde yararlı etkileri olan faydalı bağırsak bakterilerinde azalma olduğu da bildirilmektedir (Gaesser ve Angadi, 2012; Foschia ve ark., 2016; Gobbetti ve ark., 2017).

Glutenle ilgili herhangi bir sağlık sorunu olmadığı halde, tercihen glutensiz gıda tüketen bireylerin de olduğu açıklanmıştır. ABD nüfusunun %25'inin, Avrupa nüfusunun %8'inin tercihen glutensiz beslendiği ifade edilmektedir (Mintel, 2015).

Ambalajlı glutensiz ürünlerin gluten içeren gıdalara kıyasla daha çok yağ ve şeker içeriğine sahip olduğu belirtilerek tüketim sonucunda daha fazla kalori alımına neden olduğu belirtilmektedir (Reilly, 2016).

2.2. Kek

Fırın ürünlerinden biri olan kek, dünyanın birçok yerinde severek tüketilen, unlu mamüllerden ekmek ve bisküviden sonra en çok tercih edilen gıdadır. Kek üretiminin kolay olması ve çok fazla çeşide sahip olması tüketiminin artmasında etkili olan bazı sebepler olarak sıralanmaktadır (Boz, 2018). Kekin üretim ve tüketiminin koşullarının her geçen gün artması; nüfus artışı, ulaşım şartlarının gelişmesi ile yeni tekniklerin uygulanması ile ilişkilendirilmektedir (Türker, 2016).

Kek, genel bir ifadeyle; yumuşak buğday ununa değişik oranlarda şeker, yumurta, süt (veya su), yağ, kabartma tozu ve aroma maddeleri ilave edilerek elde edilen yumuşak hamurun pişirilmesi sonucu şekerli tatlı, yumuşak bir doku ve hoş bir lezzet ve aromayla karakterize edilen bir üründür (Elgün ve Ertugay, 1997).

Keklerin sınıflandırılması formülasyonun içerdiği bileşene göre farklılık göstermektedir. Kullanılan aroma ve lezzet verici maddelere göre; hindistan cevizi, zencefil, tarçın gibi baharatların kullanımıyla baharatlı kekler, krem peynir kullanımıyla peynirli kekler, kakao veya çikolata ilave edilerek geliştirilen çikolatalı kekler şeklinde sınıflandırılabilirler (Çizelge 2.2) (Pyler, 1988).

Çizelge 2.2. Keklerin sınıflandırması⁽¹⁾

Sınıflandırma Kriterleri	Örnek Ürünler	Özellikler
1. Yağ kullanımı ve yağ miktarı		
a) Köpük Tipi Kekler	Pandispanya	Yağ yok
b) Çok Kabaran Kekler	'Chiffon' kek	Yağ oranı düşük
c) Sulu Hamur Kekleri	Beyaz, sarı ve meyveli 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 kekler 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)		Un 100, Yağ 30-60, Şeker 100, Toplam Sıvı 100-110
b) Sıvı Oranı Yüksek Kekler		Un 100, Yağ 30-60, Şeker 60-100, Toplam Sıvı 100-130
c) Şeker ve Sıvı Oranı Yüksek Kekler		Un 100, Yüzey Aktif Maddeli Yağ 30-60, Şeker 120-140, Toplam Sıvı 125-150

⁽¹⁾Mercan ve Boyacıoğlu'ndan alınmıştır (1999a).

Bir başka sınıflandırmaya göre de baton, dilim, top, pasta altı, kalıp ve bar kek şeklinde olabilmektedir. İyi bir kek çok sayıda ve homojen olarak dağılmış gözenekler içermelidir. Kaliteli kek elde edilmesi için 3 önemli koşul sağlanmalıdır. Bunlar; hazırlanacak kek çeşidine uygun bileşen belirlenmesi, kek özelliklerine uygun ve dengeli bir formülasyonun hazırlanması, optimum çırpma ve pişirme yönteminin uygulanmasıdır (Bennion ve Bamford, 1977; Pyler, 1988).

2.2.1. Kekin Bileşenleri ve İşlevleri

2.2.1.1. Un

Kek bileşimini oluşturan girdilerden en yüksek orana sahip olan un, kekin tekstürünü etkilemekle beraber lezzetinin gelişmesi ile içyapısının meydana getirilmesinde çok önemli ve temel bir bileşendir. Unun yapısında bulunan nişastanın serbest suyu bünyesine alması, pişirme işlemi sırasında uygun sıcaklıkla beraber nişastanın jelatinizasyonunun meydana gelmesi ve unun yapısındaki proteinlerin koagüle olmasıyla kekin yapısal niteliklerin gelişmesini sağlamaktadır (Mizukoshi, 1985; Hui, 2006; Köklü 2007). Nişastanın serbest suyu yapısına alması, kekin içyapısının etkilerken raf ömrü süresince mikrobiyolojik bozulmada etkili bir faktör olan su aktivitesinin kontrol altında tutulmasını sağlamaktadır. Kek yapımında buğday nişastası, pişirme sıcaklığında hamur viskozitesini kontrol altında tutmasıyla beraber genişleyen gazları, karbon dioksiti (kabartma tozundan), havayı (karıştırma sırasında hapsedilir) ve buharı (eklenenden sudan gelen) hamur yapısında tutmaya yardımcı olmasıyla kek yapısının oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda mevcut nişastanın yüzey alanının artması, hamur stabilitesinin korunmasında yardımcı olmaktadır (Curvain ve Young, 2001).

Kek üretiminde genellikle yumuşak buğdaylardan üretilen, %7-9 protein ve yaklaşık %0,5 kül içeren unlar tercih edilir (Al Dmoor, 2013). Ayrıca zedelenmiş nişastanın düşük ve un partikül boyutunun ince olduğu unlar tercih edilmektedir (Özkaya ve Demir, 1992; Alp, 2006).

Glutensiz ürün üretiminde beyaz rengi, sindirilebilirliği ve hipoalerjenik özellikleri ile pirinç unu önemli bir alternatiftir. (Neumann and Bruemmer, 1997). Aynı zamanda pirinç (*Oryza sativa L.*) düşük protein, sodyum minerali içeriği, düşük prolamin seviyesi ve kolay sindirilebilir karbonhidrat ile antialerjik yapısıyla gönül rahatlığıyla tüketilebilecek bir tahıldır. Glutensiz gıda üretiminde buğday ikamesi olarak tüketilmektedir (Preichardt ve ark., 2011).

Glutensiz keklerde de çoğu zaman pirinç unu kullanılmaktadır. Gaz tutma kapasitesinin düşük olması sebebiyle pirinç unu ile üretilen ürünler genel olarak düşük hacim, zayıf tekstür, renk ve içyapı gibi bazı kalite kayıpları gelişmektedir (Özüğür ve Hayta, 2011). Hidrofobik yapıda olması sebebiyle pirinç proteinleri çözünmez ve bazı ürünlerin fermentasyon aşamasındaki viskoelastik hamur yapısı için gerekli karbondioksitin tutulmasında yetersiz kalmaktadır. Pirinç unu su ile karıştırıldığında, prolamin protein oranının düşük olması nedeniyle, istenen protein ağı gelişmemektedir. Bunun sonucunda fermentasyon süresince üretilen karbondioksit korunamayacağından alışımlı yumuşak ve gevşek özellikte olmayan düşük özgül hacimli çok sert bir ürün elde edilir (He ve Hosene, 1991). Bu sebeple hidrokolloidler ve zamklar gibi bileşenler pirinç hamurlarına yapı ve gaz tutma kapasitesi kazandırmak için gluten proteini yerine kullanılır (Nishita ve ark., 1976).

2.2.1.2. Yumurta

Kek girdilerinden bir olan yumurta zengin besin değerine sahiptir. Yumurta, %8-11 oranında kabuk, %56-61 yumurta beyazı ve %27-32 oranında yumurta sarısından oluşmaktadır. Taze yumurta sarısı %47-48 su, %16 protein, %32-35 lipid ve %1 karbonhidrat içerirken yumurta beyazı ise %89 su, %10 protein ve %1 karbonhidrat bulunmaktadır (Powrie ve Nakai, 1985).

Yumurta beyazın yapısında farklı proteinler yer almakta olup (Mann ve Mann, 2011) ; %54 ovalbumin, %12 ovotransferrin, %11 ovomukoid, %3 lizozim ve yaklaşık olarak %8 globulin bulunmaktadır. Yumurta akı, unlu gıdalarda, kremalı

pastalar ve et ürünleri gibi birçok gıda için temel yapı oluşturuucu madde olarak kullanılmaktadır. Bu kullanım, yumurta akının kuru madde de %80 fazlasını oluşturan proteinlerin köpürme, koagülasyon, jelleşme özelliklerinden kaynaklanmakta olup, yumurta akı en eski bilinen köpürme ve koagülasyon durumları için kaynak oluşturmaktadır (Lechevalier ve ark, 2007).

Yumurta sarısı lipidleri; triağılgliceroller (%66), fosfolipidler (%28) ve kolesterol (%5) iken proteinleri, arelivetin (%30), phosvitin (%11), lipoproteinler bunlar düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) (% 23) ve yüksek yoğunluklu lipoproteindir (% 35) den oluşmaktadır (Anton, 2007).

Yumurta sarısı % 16 protein, % 32 lipid ve % 49 su içeriğı ile kek yapımında nemlendirici, yapı oluşturuucu ve gevrekleştirici özelliklerin oluşmasını sağlamaktadır. Yumurta sarısında bulunan lesitin su ile yağ ara yüzey basıncını azaltarak yağın su içerisine girmesini sağlayarak emülsiye edici göstermektedir (Köklü, 2007). Yumurta kekte protein matrisinin gelişmesine etkisiyle kabarmaya katkıda bulunarak kek hacmini artırır ve kekin kırılğan bir yapı kazanması sağlanır. Yumurta proteinleri koagüle olarak jel formuyla kek içi hücre stabilitesinde etkili rol oynayarak son ürün kalite niteliklerinin gelişmesini sağlamaktadır (Ünver, 1987; Diaz-Ramirez ve ark, 2016). Ayrıca içeriğinde protein sebebiyle, renk ve lezzet niteliklerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Kıranlı, 2006).

2.2.1.3. Şeker

Şeker, keklerde tatlılık ve lezzet verici, yüzey görünümünü iyileştirici, koruyucu, renk düzenleyici, gözenek yapısı iyileştirici, tekstürel özellikleri geliştirici, donma noktasını düşürücü, raf ömrünü iyileştirici özellikleri nedeniyle kullanılmaktadır (Dizlek, 2002; Köklü, 2007).

Kekte kullanılacak şekerin kristal yapıda olması keki katılaştırıcı, sıvı formda veya şurup halinde kullanımı ise nemlendirici etki gösterir. Aynı zamanda un proteinlerini seyreltmesi sebebiyle gevrekleştirici özelliğın oluşumuna da etkisi bulunmaktadır (Pyler, 1988; Lawson, 1995). Şekerin yapısı ve miktarına bağı

olarak, kullanılabilecek suyu bünyesine alması sonucu nişastanın jelatinasyon sıcaklığı artışını ve kekin yapısal gelişimi aşamasında hamurdaki hava kabarcıklarının stabilitesini etkilemektedir (Baker ve ark., 1990; Kim ve Walker, 1992). Şekerin serbest suyu bünyesine almak için nişasta ile yarış halinde olup suyu absorbe etmesi sonucu; su aktivitesini düşürerek daha yüksek nişasta jelatinizasyon sıcaklığı gelişmesine neden olduğu belirtilmiştir (Spies ve Hoseney, 1982). Bu durum; şekerin bünyesine suyu alıp su aktivitesini düşürerek nişasta moleküllerinin zincirleri arasında köprüleri oluşturmasıdır. Jelatinizasyon sıcaklığının artmasıyla, hamurada bulunan kabartma tozlarının meydana getirdiği CO₂ ve su buharının etkisiyle oluşan hava kabarcıkları daha fazla genleşerek, daha hacimli ve simetrik keklerin oluşmasını sağlar (Baker ve ark, 1990; Frye ve Setser, 1991; Kim ve Walker, 1992; Lin ve ark, 1994).

Şekerin aynı şekilde protein polimerizasyonu üzerinde de etkili olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır. Şekerin ortamda bulunması halinde su aktivitesinin azaltılmasıyla protein denatürasyon sıcaklığı artmaktadır (Donovan, 1977; Donovan ve ark.,1975). Şeker, proteinlerin termal stabilitesinin artmasındaki etkisi; sakarozun yapısındaki hidroksil gruplarının su ile oluşturduğu hidrojen bağlarının daha fazla olması protein termal kararlılıklarının artmasına neden olmaktadır şeklinde açıklanmaktadır (Kaushik ve Bhat, 1998; Uedaira ve Uedaira, 1980).

Piştirme aşamasında şekerlerdeki kimyasal değişimler, özgün tatların oluşmasıyla beraber renkte de esmerleşmeye etkileri olmaktadır (McWilliams, 2001c). Sakaroz indirgen yapıda bir şeker olmaması sebebiyle kullanıldığı formülasyonların kekleri açık renkli olmaktadır (Hoseney, 1994). Dekstroz, mısır şurubu veya yüksek fruktozlu mısır şurubu gibi indirgeyici yapıdaki şekerler, kabuk renginin arzu edilen seviyede olması için keklere genellikle %1-3 oranında kullanılmaktadır (Willyard, 2000).

2.2.1.4. Kimyasal Kabartıcılar

Unlu mamüllerin kabarmasında kabartma tozları etkin bir girdidir (Mercan, 1998). Kabartma tozu; “bazı unlu mamullerin üretiminde teknoloji gereği yardımcı madde olarak kullanılan, ısı ve nem varlığında CO₂ oluşturan, bikarbonatlardan bir veya birkaçı ile asit özelliğindeki kimyevi maddelerden bir veya birkaçı ile yenilebilen nişastanın meydana getirdiği bir ürün” şeklinde tanımlanmaktadır (TSE, 1991).

Kek oluşum aşamasında kullanılan kabartma tozlarının bileşiminde yer alan kimyasal bileşenlerin bazıları; sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat, kalsiyum bikarbonat, tartarik asit, sitrik asit, malik asit, potasyum hidrojen tartarat, kalsiyum sitrat, kalsiyum laktat, sodyum hidrojen piro fosfattır (Seçen, 2016). Kimyasal kabartıcılar, kek üretimde özgün içyapıyla beraber istenen görünümü oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Kekin hamurundaki hacim artışı; bileşenlerin hamur yapısındayken karıştırılmaları sonucu yapıya kazandırılan hava kabarcıklarıyla beraber kabartma tozlarının kimyasal reaksiyonla CO₂ gazı üretmesi ile gaz yapıdaki bu maddelerin hamurda yeterince tutulması sonucu sağlanmaktadır. Bu şekilde hamurun kabarması suretiyle hafif ve gözenekli bir yapıya dönüşmektedir. Hamurun gözenekli yapısı pişirim sonrası ürünün içyapısının yumuşak ve parlak iç renk gibi özelliklerin gelişmesine katkıda bulunur (Wroniak ve ark, 2008).

2.2.1.5. Yağ

Kek yapımında kullanılan sıvı ve katı yağlar, son üründe yumuşaklık, tat, doku, tekstür özelliklerini geliştirir ve raf ömrünün uzamasına katkıda bulunur (McWilliams, 2001d). Aroma bileşenlerinin yağda çözünmesi nedeniyle, fırınlanan ürünlerin lezzetinin gelişmesinde yağ etkili olur (Cross, 2002).

Kek amacı ile geliştirilmiş özel yağlar yapılarında yer alan yüzey aktif maddeler sayesinde hamurda emülsifiyer özelliklerinden kaynaklı olarak çırpma aşamasında hamur içine dahil edilen havanın daha fazla tutulmasını ve hamurdaki hava kabarcıkların stabilitesini sağlayarak kek hacminin artışıını desteklemektedir (Yılmaz ve ark., 2016).

2.2.1.6. Su

Su, kek formülasyonunda bulunan bileşenlerin birbiri içinde karışarak dağılmasını sağlamaktadır. Çözünmesi gereken bileşenlerin için iyi bir çözücü işlevi görüp çözümünü kolaylaştırmaktadır. Kabartma tozlarının reaksiyonu için uygun ortam gelişimini sağlayarak kek hamurunun yoğunluğunu ve sıcaklığını düzenleyip yapının gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Bu şekilde kekin yapısının gelişimine yardımcı olmaktadır (Mercan, 1998). Kek hamuru içerisinde, şekerin çözünmesi ile nişastanın jelleşmesi ve diğer bileşenlerin homojen bir şekilde karışmasını sağlayacak, kekte arzu edilen tekstür gelişimi için yeterli oranda su bulunmalıdır. Yumuşak yapıdaki sular hamurun absorpsiyon ve gaz tutma niteliğini düşürmekteyken, sert yapıdaki sular ise karıştırma süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bundan dolayı kek üretiminde pH aralığı 6,5-6,8 olan ve çözünmüş mineral miktarı 150-500 mg/kg arasında olan su kullanılmalıdır (Köklü, 2007).

2.2.1.7. Hidrokolloidler

Gamlar olarak da adlandırılan hidrokolloidler, arttırıcı ve/veya jelleştirici etki gösteren, yüksek molekül ağırlığında, suda farklı dağılma veya çözünme karakterleri gösteren uzun zincirli polimerler olarak tanımlanmaktadır (Yücel,

2009; Doğan, 2012). Hidrokolloidler, emülsiyonları stabilize edici, film ve jel oluşturuucu, tekstürel özellikleri düzenleyici, su hareketini kontrol etme, gıda kalitesini artırma, raf ömrünü uzatma ve koruma özelliğine sahip gıda katkı maddeleri olarak gıda sanayisinde kullanılmaktadır (Christianson ve ark., 1981; Dziezak, 1991; Schenz, 1995; Ward ve Andon, 2002). Gamlar su tutma, nem buharlaşması oranı azaltma, donma derecesini değiştirme, buz kristal yapının oluşumunu modifiye etmesi ve viskoziteyi geliştirme gibi işlevleri göstermesiyle üründe düzgün, tekdüze bir yapıyı veya dokuyu oluşturma, stabilize etmesi, emülsifikasyonu düzeltme ve kıvam arttırma amacıyla formülasyona dahil edilmektedir (Altuğ, 2009).

Özellikle glutensiz ürünlerde gluten eksikliğinden kaynaklanan yapı gelişimini önemli derecede etkileyen sulu hamur şeklindeki oluşum hidrokolloidler su bağlama yetenekleri geliştirilebilmekte, hamur ve kek yapısı üzerinde önemli görev üstlenmektedir.

2.3. Biyoaktif Bileşikler

Bitkiler büyüme ve canlılıklarını sürdürebilmeleri için karbonhidratlar, proteinler ve yağlar gibi birincil maddeler ile beraber tüm canlılarda bulunmayan/sınırlı olarak bulunabilen, terpenler, saponinler, glikozitler ve polifenolik bileşikler gibi ikincil metabolitleri de sentezlemektedirler (Pandey ve Rizvi, 2009). Fenolik bileşikler bitkisel kaynaklı besinlerin lezzetine, özellikle ağızda buruk bir tat oluşmasında etkili olmakla beraber besinin renginde de etkisi olan önemli besin bileşen grubudur (Shahidi ve Nacz, 1995).

Fenolik maddeler basit fenolik bileşenler ve polifenoller olarak kabaca iki grup haline ayrılmalarıyla beraber meyve ile sebzelerde genel olarak yer alan fenolik maddeler hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitler ve flavonoidler olarak üç kısım halinde değerlendirilmektedirler. Flavonoidler ise kateşinler, antosiyanidinler, flavonoller, flavanonlar ve proantosiyanidinler

(löykoantosiyandinler) olmak üzere beş alt gruba (Çizelge 2.3) ayrılmaktadırlar (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Yaklaşık olarak 8000'in üzerinde çeşidi olan polifenoller, bitkileri ultraviyole (UV) ışınlar ve zararlı mikroorganizmalar gibi dış etkenlere karşı korurlar (Pandey ve Rizvi, 2009; Oksana, 2012). Bitkinin meyve, çiçek, yaprak, tohum, dal ve gövde kısmında yer almaktadırlar (Nizamlioğlu ve Nas, 2010). Genel olarak bitkinin yaprak, çiçek, meyve gibi kısımlarında glikozitler halinde, odunsu dokularında aglikonlar yapısında, bitkinin çekirdeklerinde ise her iki formda bulunduğu belirtilmektedir (Shahidi ve Nacz, 1995). Bitkilerde bulunan bu bileşenler; gıdanın tat, koku, renk, acılık, burukluk özelliklerinde ve ürünün oksidatif stabilitesinde etkili olmaktadır (Nacz ve Shahidi, 2004). Gıda ürünlerinde, çözünür (serbest veya yağ asitlerine esterlenmiş) veya çözünmez (kovalent olarak proteinlere, selüloza, pektine vd. bağlı) yapıda bileşikler olarak yer almaktadırlar (De Oliveira, 2020).

Çizelge 2.3. Polifenol Bileşenlerin Sınıflandırması

Fenolik Asitler	Gallik asit, Ellajik asit, Vanilik asit, <i>p</i>-hidroksi-benzik asit, Ferulik asit, Kafeik asit, Sinapik asit, Sirinjik asit
Flavonoidler	*Flavonlar (luteolin, apigenin, tangeritin) *Flavonoller (kuersetin, kampferol, mirisetin, izorhamnetin, pachypodol) *Flavanonlar (hesperetin, naringenin, eriodictyol) *Flavan-3-ol bileşikler (kateşinler, epikateşinler, tannik asit, epigallokateşin gallat (EGCG) ve epikateşin gallat (ECG)) *İzoflavonlar (genistein, daidzein, glycitein) *Antosiyanin bileşikler (siyanidin, delfinidin, malvidin, pelargonidin, peonidin, petunidin)
Lignan Bileşikler	Sekoizolarisirezol, Matairezol, Sesamin, Pinorezinol
Kumarinler	Kumarin, Varfarin
Stilbenler	Resveratrol, Pterostilben

Bitkilerin yapısında yer alan fenolik bileşenlerin miktarında; hasat öncesi (yetiştirme şartları, hasat işlemleri ve hava koşulları) ve hasat sonrası (depolama, nakliye, işleme, analiz yöntemi) gibi durumlar etkisiyle farklılıklar gözlemlenmektedir (De Oliveira, 2020).

Fenolik bileşenler besinlerin besin değerini ve duyu kalite nitelikleri ile bağlantılı olduğu, az konsantrasyonda olmalarına rağmen gıdaları oksidatif bozunmalar benzeri durumlardan korurken yüksek konsantrasyonlarda çökerek besin renginin bozulmasında neden olmaktadır (Shahidi ve Naczk, 1995). Ortamın pH değerinin 4'ün üzerinde olması halinde metal tuzları ile reaksiyona oluşturarak renk değişimlerine ve metalik tat oluşmasına sebep olmaktadır (Schobinger, 1988; Ekşi, 1988).

2.3.1. Biyoaktif Bileşenlerin Sağlık Üzerine Etkisi

Çok geniş alanda biyolojik aktiviteleri olan polifenollerin en çok bilinen özellikleri antioksidan karakterde olmalarıdır (Ferguson, 2001). Fenolik bileşikler, oksijen radikalleri ve lipid peroksidasyonu gibi yapıların, kalp damar hastalıkları, kanser ve kronik iltihaplanma gibi hastalıkların gelişiminde en önemli etkenleri olduğu, fenolik bileşiklerden flavonoidlerin bir çoğunun lipid peroksidasyonunu gelişimini başlatan yapıların ve lipid peroksi radikallerinin oluşumunu önlemektedirler. Yapısında bulunan bazı grupların flavanoid radikallerinin stabilitesini ile antioksidan kapasitesini artırır. Flavonoidler aynı zamanda metal iyonlarını bağlaması sonucu lipidlerin oksidasyonu engeller ve radikallerin meydana gelmesinde görev alan enzim yapılarını inhibe edebildiği belirtilmektedir (Karakaya ve El, 1997).

Polifenolik bileşenlerin; osteoporoz, kanser, nörodejeneratif hastalıklar, kardiyovasküler hastalıkları önleme ve antipatojenik, antiviral, antialerjik, antitrombotik, antienflamatuar, antidiyabetik, antioksidan, prebiyotik gibi birden fazla biyolojik aktiviteleri olduğu bilinmektedir.

Meyve ve sebze tüketimi, kılcak dolaşım sisteminde geçirgenliği düzenleyici ve kan basıncının düşürücü etki görülür. Meyve ve sebzelerin insan sağlığı üzerindeki bu etkiyi göstermelerinde etken olan yapılarındaki antioksidan bileşenlerdir. Bu antioksidan özelliğin ise C, E vitamini ile α -karotenden çok fenolik bileşiklerden kaynaklı olduğu ifade edilmektedir (Hertog, 1993; Wang ve ark., 1996; Wetherilt, 1996; Saldamlı, 2014).

Polifenoller antioksidan özellikte olması sebebiyle, hücre ve dokuları oksidatif hasara karşı korumakta ve radikalleri azaltarak, DNA'yı oksidatif hasara ve LDL'yi peroksidasyona karşı korumaktır (Ferguson, 2001). Bunun yanı sıra bakteri, maya ve virüs gibi mikroorganizmaların gelişimini azaltarak antimikrobiyal özellik göstermektedirler (Talay, 2018). Polifenollerin antimikrobiyal ve antioksidatif özellikleri enzim inhibisyonuna neden olmaları ve insan sağlığı üzerindeki kardiyovasküler, nörodejeneratif, kanser gibi hastalıkları önlemedeki veya tedavideki rolleri nedeniyle önemli gıda bileşenleridirler (Acar ve Gökmen, 2014; Zhou ve ark., 2016).

Polifenoller aynı zamanda bağırsak mikroorganizmaları üzerinde prebiyotik etki göstererek bağırsak mikrobiyotasını değiştirip düzenleyebilmektedirler (Selamoğlu, 2017). Kalın bağırsaktaki mikrobiyal aktivite sonrası polifenollerdeki glikozidik bağlar parçalanmakta ve heterosiklik yapı bozularak, polifenoller bağırsaklarda daha basit fenolik türevlere dönüşmesiyle gastrointestinal (GI) kanalda emilimi artmaktadır (Filosa ve ark., 2018).

2.4. Meyve ve Sebzelerin Belirli Kısımlarının (Posası, Kabuğu, Çekirdeği vs. Tozu) Kullanımıyla Yapılan Glutensiz Ürün Çalışmaları

Çölyak hastalarının hayat boyu beslenmelerinden çıkarmak zorunda olup, glutensiz beslenmeleri gerekir. Glutensiz beslenme ile demir, çinko, kalsiyum, folik asit ve magnezyum gibi bazı minerallerle beraber D vitamini, B12 vitamini gibi sağlık üzerinde önemli etkileri olan bileşenler açısından yetersiz kalmaktadır. Aynı zamanda doğal lif kaynağı bazı tahılların (buğday, arpa, çavdar, yulaf vb.)

diyetten çıkarılması ve daha çok nişastadan üretilen ürünlerin tüketilmeye mecbur kalınmasıyla besinsel lif yönünden zayıf gıdaların tüketimi gerçekleşmektedir (Vici ve ark., 2016).

Son yıllarda glutensiz üretimlerde meyve ve sebzeler kullanılarak, beslenme kaliteleri iyileştirilmiş, duyuusal ve teknolojik özellikleri bakımından geliştirilmiş pek çok çalışma olup, bir kısmı aşağıda kısaca verilmiştir.

Stojceska ve ark., (2009); çalışmalarında ekstrüzyon yöntemi kullanılarak elma, havuç, pancar, kızılçık ve teff unu dahil edilerek ürettikleri glutensiz ürünlerin diyet lif içeriklerini araştırmışlardır. Süt tozu %12,5, mısır nişastası %12,5, patates nişastası %12,5, soya unu %12,5 ve pirinç unu %50 şeklinde oranlarla kontrol örneği oluşturulmuştur. %50 pirinç un ikamesi olarak %30 oranında elma, havuç, kızılçık, pancar ve teff ununu içeren örnekler hazırlanmıştır. Meyve, sebze ve teff unu eklenen örneklerin diyet lif içeriği önemli oranda artmıştır. Kontrol örneği %1,67 toplam diyet lifine sahipken; % 5,79 ile havuç, % 4,77 ile pancar, % 4,32 ile elma, % 3,37 ile tef ve %2,74 ile kızılçık örneklerin diyet lif içeriği açısından oranları belirlenmiştir.

Sarawong ve arkadaşları (2014), yaptıkları çalışmada; pirinç unu ve buğday nişastasının (50:50) kullanıldığı üretiminde %5-10-15-20-25-30-35 arası oranlarda muz unu eklenerek glutensiz ekmeğin fonksiyonel ve dirençli nişasta içeriği araştırılmıştır. %25'e kadar muz unu ilaveli glutensiz ekmeğinde, kontrol ekmeğine kıyasla daha yüksek hacim değeri elde edilmiş olup %30-35 arası oranların mevcut olduğu formülasyonlarda azalma görülmüştür. %15 ve üzeri konsantrasyonlarda kırıntı sertliği önemli ölçüde artmıştır. Glutensiz ekmeğin sertlik özelliğinde kontrol örneğine kıyasla neredeyse iki katı kadar değer %35 ilaveli örneklerde görülmüştür. Dirençli nişasta içeriği uygulanan ısıtıl işleme karşı hassas olmasına rağmen muz unun miktarının artmasına paralel olarak artış göstermiştir. Muz unu miktarı arttıkça glutensiz ekmeğin kabuk kısmında L^* değerinde artış a^* ve b^* değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Ekmeğin iç

kısımında ise daha düşük L^* değeri görülürken daha yüksek a^* ve b^* değerleri oluşmuştur.

Singh ve arkadaşları (2014), yaptıkları çalışmalarında; pirinç unu bazlı yumurtasız glutensiz kek üretiminde jambolan meyve posası %10, %20 ve % 30 ikame ederek, kekin fizokimyasal, antioksidan ve duyusal özellikleri araştırılmıştır. Jambolan meyve posası eklenmesiyle hem keklerin kabukları hem de iç renk L^* değerinde bir düşüş meydana gelmiştir. Bu, keklerin koyulaşmasına neden olan yüksek konsantrasyondaki antosiyanin pigmentleri ile açıklanmıştır. Jambolan meyve posasının oranı arttıkça keklerde fenolik bileşen oranı artmış, biyoaktif bileşenlerce zengin sağlıklı ürünler elde edilmiştir.

Seguchi ve ark. (2014), çalışmalarında buğday nişastası ile farklı peryotlarda (yeşil muz =0 gün, sarı muz=5 gün ve olgunlaşmış siyah muz=44 gün) depolanmış muzların öğütülmesiyle elde edilen unları kullanılarak glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. 30 gr muz unu (sırasıyla yeşil muz unu, 29.01 gr; sarı muz unu, 27,54 gr ve siyah muz unu, 26,04 gr; % 0 nem içeriğinde kuru maddede üzerinden hesaplanmıştır) 30 gr buğdaya nişastası ve diğer glutensiz ekmek bileşenleri ile homojenize edilerek üretim gerçekleştirilmiştir. Yeşil muz unu için 0 günlük (olgunlaşmamış) ekmek yüksekliği ve özgül hacim sırasıyla 44,0 mm ve 1,54 cm³/g; sarı muz unu 5 günlük (olgun) 35,0 mm ve 1,60 cm³/g; ve siyah muz unu 44 günlük (daha olgun) 67,1 mm ve 2,72 cm³/g değerleri elde edilmiştir. Muz unu ile pişirilen glutensiz ekmeklerin L^* değeri 55,0' dan 49,2'ye doğru azalma göstermiş olup, bunun muzların depolama süresine bağlı olarak renklerindeki değişime bağlı olarak gelişen bir durum olduğu belirtilmiştir.

Singh ve ark. (2015), çalışmalarında; yumurtasız glutensiz pirinç unu bazlı keklerde diyet lif kaynağı siyah havuç konsantresini %3, %6, %9 oranlarda ve %0,5 oranında ksantan gum kullanmıştır. Havuç konsantresinin kullanım düzeyine bağlı ve polifenollerle beraber diğer bileşenler arasındaki etkileşimden kaynaklı olarak keklerin renginin koyulaştığı (kabuk ve iç L^* değerinde azalma) antosiyanin pigmentlerinin varlığı nedeniyle grimsi-mor bir rengin oluştuğu ifade

edilmiştir (Xu ve Diosady, 2000). Havuç konsantresinin keklerin TDF'sini 0,83'den 1,84 g/100 g'a kadar önemli ölçüde artırmıştır. Yapılan analizler sonucunda %6 oranında havuç konsantresi ile %0,5 ksantan gumun kullanıldığı formülasyonun tüketiciler tarafından kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir.

Türker (2017) yaptığı çalışmada; glutensiz keklerde muz içi unu (%20, %40, %60 ve %80) ve yeşil muz kabuğu unu (%5, %10, %15 ve %20) belirli oranlarda ikame edilerek, glutensiz keklerin bazı fiziksel, kimyasal, tekstürel özellikleri ile beraber antioksidan ve toplam fenolik değerleri araştırılıp pirinç unlu kontrol keki ile karşılaştırılmıştır.

YMİU (yeşil muz içi unu) ikamesi arttıkça protein oranında azalma görülmüştür. Bu da pirinç unu protein oranının (% 9,79) yeşil muz iç unu protein oranından (% 5,49) daha yüksek olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Kek üretiminin 1 saat sonrası yapılan fiziksel analizlerin sonucu, YMİU ikamesinin kek hacmi, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kaybı özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0,05$) belirtilmiştir.

YMİU ikame oranı orantılı artmasıyla antioksidan madde miktarının arttığı ve en yüksek antioksidan madde içeriğine % 80 YMİU orana sahip kek ekstraktlarında (1,374 mg Troloks/g KM) gözlemlendiği belirtilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği olarak YMİU içermeyen kontrol grubu keklerinde (0,015 mg GAE/g KM) en yüksek değeri ise %80 YMİU ikameli keklerde (0,024 mg GAE/g KM) tespit edildiği bildirilmiştir.

Majzoobi ve ark., (2016) çalışmalarında glutensiz pandispanya üretiminde 210 ve 500 µm partikül boyutuna sahip havuç posası tozunu (HPT) %10, % 20, %30 oranında ilave etmişlerdir. HPT' nin miktarı ve partikül boyutu artmasıyla hamur yoğunluğu, viskozite, kıvam ve sertlikte artış gözlenmiştir. Kontrol örneği sert bir doku, düzensiz bir şekle ve düşük duyusal değerlere sahip iken, bu özellikleri HPT'nin ilavesiyle iyileşme gerçekleşmiştir. Glutensiz pandispanyanın yoğunluğu, sertlik ve kohezyon özellikleri azalırken, simetri indeksi ve duyusal değerleri artmıştır. HPT'nin miktarının artırılması ise hamur ve kek özellikleri,

keklerin kabuk ve iç kısım rengi, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik özelliklerinde duyuşsal nitelikleri üzerinde olumlu etkileri gözlenmiştir.

Talens ve ark., (2016) yaptıkları bir çalışmada iki farklı kaynaktan elde edilmiş portakal lifi ile formüle edilmiş iki farklı glutensiz kekleri karşılaştırmak amacıyla laboratuvarında hazırladıkları portakal kabukları mikrodalgada kurutulmasıyla elde edilen ve ticari olarak temin ettikleri turunçgil liflerini kullanmışlardır. Karşılaştırma sonucunda mikrodalgada kurutulup elde edilen portakal kabukların toplam ve çözünür diyet lifi açısından daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Keklere %4,5 oranında eklenen lif kaynaklarından mikrodalgada kurutulmuş olan ürün, glutensiz keklerin toplam diyet lifi, su tutma kapasitesi, viskozite ve viskoelastik özelliklerde daha yüksek değerler gözlenmiştir. Portakal kabuklarının mikrodalgada kurutulmalarından dolayı daha güçlü bir jel yapısına sahip lif kaynağı elde edilmiştir. Bu da glutensiz keklerin sertlik ve çiğneme değerlerinin ticari lif ile hazırlanan keklerle göre daha yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Bununla birlikte, panelistlerin tamamı ticari lifli keklerle kıyasla mikrodalgada kurutulmuş lifli kekleri tercih etmişler.

Majzoobi ve arkadaşları (2017) çalışmalarında; pirinç ve mısır unundan oluşan karışıma havuç posası tozunun (%10, %20 ve %30) oranlarda ve her birinden (%1,5) pektin ile ksantan gum karışımı olan hidrokolloidlerin ilavesiyle hamurla beraber glutensiz kekteki etkileri değerlendirilmiştir. Kontrolün viskozitesinin diğer formülasyonlarla (87,00 mPa s) karşılaştırıldığında en düşük olduğu görülmüştür. Bu değer, hidrokolloid (H), havuç posası tozu (HPT) ve havuç posası tozu(HPT) + hidrokolloid(H) ilavesiyle önemli ölçüde artmıştır (p <0,05). %30 CPP+HC eklenerek >7000 mPa s'lik bir maksimum viskozite elde edilmiştir. Kontrol örneğine ait yoğunluk en yüksek değere (1,2 g/cm³) sahip olup bununla birlikte, H, HPT ve HPT+H 'nin dahil edilmesi, H ve HPT 'nin hamurun gaz tutma kapasitesi üzerindeki olumlu etkilerini gösteren, hamur yoğunluğunu önemli ölçüde azaltmıştır. Daha yüksek kek yoğunluğu, kekin istenmeyen şekilde genleşmesi sebep olur ve bu da daha düşük hacimle sonuçlanır. En yüksek

yoğunluk değerine sahip kontrol örnekleri en düşük hacim değeriyle sonuçlanmıştır. Havuç posası tozunun eklenmesi keklerin kırıntı L^* değerinde düşüş a^* ve b^* değerlerinde artış gözlenmiştir. Farklı havuç posası tozu, havuç posası tozu + hidrokolloid ve hidrokolloid formülasyona dahil edilmesi, glutensiz keklerin daha yumuşak (azaltılmış sertlik), daha çiğnenebilir (düşük çiğneme), daha az yapışkan ve elastik (azaltılmış yaylanma) yapı oluşmasını sağlamıştır. HPT 'nin glutensiz keklerin dokusal özelliklerini, hacimsel ve besin değerini artırmış olup başarıyla kullanılabileceğini belirtilmiştir. Ksantan ve pektin (1:1) ilavesinin glutensiz keklerin kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin olmasıyla beraber duyuusal özelliklerini de iyileştirdiğini ancak örneklerin besin değeri üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür.

Arslan ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada glutensiz ekmeklerin diyet lifi, antioksidanlar, vitaminler ve mineraller gibi besin maddelerince yetersizliğini gidermek amacıyla Guava tozu kullanmışlardır. Araştırmada, 50:50 oranında pirinç unu ve mısır nişastası karışımına %2,5, %5, %7,5 ve %10 oranlarda guava tozu kullanılmıştır. Guava tozunun eklenmesiyle glutensiz ekmeklerde ham lif ve toplam fenolik madde içeriği %0,92 den % 2,45 e ve 14,46 dan 103,77 mg GAE/100 g 'a arttığı gözlenmiştir. Ekmek hacmi 492 cm^3 e kadar yükselmesiyle sertlik 2,58 den 2,38 N düşmüştür. Guava tozunun miktarı arttıkça glutensiz ekmeğin L^* değeri azalmıştır. Guava pulp tozu, glutensiz ekmeğinin besin bileşimini iyileştirdiği ve kalite özelliklerine zarar vermeden %5'e kadar eklenebileceği, bu seviyenin ötesinde ilavesinin ekmeğin hacim, renk, dokusal ve duyuusal özelliklerini olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir.

Kaur ve ark., (2017) yaptıkları araştırmada; dirençli nişasta ve nişasta dışı polisakkaritlerce zengin yeşil muzun kek üretiminde kullanım olanaklarını araştırmak amacıyla, glutensiz keklerde yeşil muz ununu 3 farklı düzeyde çalışmışlardır. % 100 buğday unu, 50:50 pirinç unu/yeşil muz unu olan ve %100 yeşil muz unu şeklinde uygulanmıştır. Yeşil muz unundan hazırlanmış kekler mineral olarak zengin, daha az sert, daha az L^* ve b^* değerlerinde, daha yüksek

hacim özelliğın de ve genel kabul edilebilirlik özellikte olmuştur. Yeşil muz unuyla hazırlanan keklerin glutensiz ürün olarak başarıyla tüketilebileceğı belirtilmiştir.

Palacio ve arkadaşları (2018), çalışmalarında; çoklu doymamış, tekli doymamış yağ asitleri, fenolik bileşikler ve yüksek diyet lif içeriğine sahip kabak çekirdeğı tozunu glutensiz kek formülasyonunda %10 ve %20 oranında kullanmışlar. Bu çalışmada çözünür lif bileşikleriyle ve fonksiyonel kabul edilebilir profile sahip glutensiz kek elde edilmiştir.

Miranda ve ark., (2018) yapılan çalışmada; %20 amarant ve %80 esmer pirinç unu bazlı glutensiz atıştırılmalıklarda hint inciri kabuk tozunun %5, %7, %10 oranlarında pirinç unuyla ikame edilmiştir. Yapılan duyusal değerlendirmeye göre en iyi fiziksel ve duyusal sonuçlar %10 oranında meyve tozu içeren formülasyona sahip keklerde saptanmıştır.

Kırbaş ve arkadaşları (2018), pirinç bazlı glutensiz keklerde %5, %10 ve %15 oranlarında elma, portakal ve havuç olmak üzere farklı lif kaynakları kullanarak nihai ürün üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Eklenen meyve posası tozu hamurun özgül ağırlığını arttırırken, keklerin özgül hacmini azaltmıştır. %5'lik portakal posası tozu içeren kekler, kontrol numunesine benzer hacim indeksi ve sertlik değerine sahip olduğı belirlenmiştir. Duyusal özellikler; renk, doku, görünüm, lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından yapılan değerlendirmeye %5'lik portakal posası tozuna sahip kek örneklerinin en yüksek kabul edilebilirlik değerine sahip olduğı belirlenmiştir.

Rozylo ve ark., (2018) dondurarak kurutulmuş mürver ve aronya meyveleri glutensiz gofretlerde doğal renklendirici olarak kullanmışlardır. Kontrol gofretlerine göre %5 aronya ve mürver kullanılmış gofretler, demir, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum olmak üzere daha yüksek mineral madde içeriğine sahip olduğı gözlenmiştir. Meyvelerin kullanımıyla gofretlerin toplam fenolik bileşen miktarları artarken, mürver içeren gofretlerde toplam flavonoid miktarı daha fazla olduğı belirtilmiştir. %1 - %5 arası oranlarda kullanılan

meyveler gofretler için doğal renklendirici olarak kullanılabilir olduğu ifade edilmiştir.

Drabińska ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada; glutensiz pandispanyalarda, patates nişastası (%30,6, % 29,7, % 29,6) ve mısır nişastası (%7,8, %7,5, %6,9, %6,1) kombinasyonun ikame maddesi olarak brokoli yaprağı tozu (BYT): %2,5 (B1), %5 (B2), %7,5 (B3) oranlarda kullanılmışlardır. Amaç, brokoli yaprağı tozunun biyolojik olarak aktif bileşiklerin içeriğini belirleyip, glutensiz pandispanyaların üzerindeki etkisini değerlendirmektir. %2,5 oranında kullanılan brokoli yaprağı tozu duyu kalitelerinden ödün vermeden glutensiz pandispanyaların besleyici özelliği açısından olumlu yönde sonuçlanmıştır.

Sari ve ark., (2018) meyve suyu endüstrisinin yan ürünleri olan ahududu ve yaban mersinin değerlendirilmesiyle lif açısından zengin meyve posası glutensiz kurabiye formülasyonunda bileşen olarak kullanmışlardır. Lif konsantrelerinin eklenmesiyle viskoz ve elastik modülün arttığı, kontrol örneğine kıyasla daha sert hamur olduğu ve daha sert kurabiyeler geliştiği belirtilmiştir. Yaban mersini lif konsantreleri (SA: 3,07) ahududu lifi konsantreleri (SA: 2,10) içerenlere kıyasla daha yüksek su absorbe etme kapasitesiyle karakterize edilmiş ve sonuç olarak daha sert hamur yapısı, pişirme sırasında daha yüksek su kaybı, daha düşük kurabiye kalınlığı, daha yüksek yayılma oranı, daha yoğun içyapı ve daha yüksek kurabiye sertliği gözlenmiştir. Ancak, tüketicilerin kabulü açısından önemli olan uygun görünüm ve düzgün şekle sahip kurabiyeler elde edilmiştir.

Bourekoua ve ark., (2018) çalışmalarında, nar çekirdeği tozunu glutensiz ekmeğin fiziksel, duyu ve antioksidan özelliklerinde etkisini değerlendirmişler. Nar çekirdeği tozu (%2,5, %5, %7,5, %10) farklı seviyelerde glutensiz ekmekte formüle edilmiştir. Nar çekirdeği tozunun eklenmesiyle glutensiz ekmelerde özgül hacmi %6'dan % 14'e artarken, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde düşüş gözlenmiş, toplam fenolik içeriği ise belirgin biçimde artmıştır. Antioksidan aktivite açısından en yüksek, nar çekirdeği tozunun en yüksek oranda kullanımında

elde edilmiştir. Değerlendirmenin sonunda en iyi fiziksel ve antioksidan özellikler için en uygun nar çekirdeği tozu oranı %7 olarak elde edilmiştir.

Rozylo ve ark., (2019) tarafından yapılan bir çalışmada; glutensiz krakerlere, dondurularak kurutulmuş böğürtlen tozundan %1, %2, %3, %4 ve %5 oranlarda ekleyerek krakerlerin fiziksel ve besinsel değerleri üzerindeki etkisi incelemiştir. %5 oranında böğürtlen tozunun eklendiği numune de potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir ve manganez gibi mineraller ve flavonoid, fenolik, antosiyanin bileşenlerde artış gözlenmiştir. Kontrol örneğine kıyasla böğürtlen tozunun eklendiği ekmek örneklerinin L* ve b* değerinde azalma olurken, a* değerinde artış tespit edilmiştir.

Azari ve ark., (2019) çalışmalarında, polifenolik bileşenler ve diyet lifi açısından zengin olan elma meyvesinin posa tozunu (%18,15, %18,28) oranlarda buğday unu (%18,15) ve pirinç unu (%18,15, %18,28) ile ikame edilerek glutensiz pandispanya formülasyonunda kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeyle; elma posası tozu içeren kekler daha sert bir doku ve daha özgül hacme sahip olmasına rağmen çok iyi koku ve tadıyla genel olarak kabul edilmiştir. Glutensiz kekin, oluşturulan formülasyonlarla düşük kalorili kek olarak tanıtılmasıyla daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen glutenden yoksun olması, yüksek lif ve yüksek sayıda polifenol bileşenler içermesiyle çölyak hastaları dışında şeker hastaları dahil herkes tarafından tüketilebileceği forma getirildiği bildirilmiştir.

Radünz ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada yeşil muz unu kullanarak glutensiz kekin fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri araştırılmıştır. Glutensiz kekler için antioksidan aktivitesi DPPH radikali için %54,9 ve hidroksil radikali için %25 olarak tespit edilmiştir fakat yeşil muz ununda, antioksidan aktivite %65,58 olup böyle bir düşüşün olması, keklerin ısıtılması aşamasında antioksidan aktivitenin azalması, fenolikler ve antosiyaninler gibi temel bileşiklerin bozunmasıyla ilişkili olabileceği ifade edilmiştir. Yeşil muz unlu keklerde protein sindirilebilirliği %80,1 olup, yani protein içeriği vücutta yüksek oranda

kullanılmıştır. Bu da gluten intoleransı olan kişilerin beslenme kalitesini artırmak için önemli bir özelliktir.

Marchetti ve ark., (2021) çalışmalarında sırasıyla 2:2:6 oranında manyok nişastası, mısır nişastası ve pirinç unu formülasyonuna sırasıyla 20 ve 30 g/100 g, P20 ve P30 preslenmiş pekan cevizi ilave edilmiştir. Pekan cevizi ilave edilerek kontrol örneğine benzer hamur viskozitesi ile pekan cevizi içeriğindeki yağ asitlerin etkisiyle beraber antioksidan içeriği ve depolama ile raf ömrü özelliği değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Toplam diyet lifin kontrol hamurunda neredeyse sıfırken, P20 ve P30 un eklenmesi ile toplam diyet lif değeri 0,81 ve 1,18 g/100 g'a yükselmiştir. Pekan cevizinin eklenmesiyle glutensiz keklerin besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin gelişmesini sağlamasından dolayı rahatlıkla kullanılacağı ifade edilmiştir.

Çakmak ve arkadaşları (2021), yaptıkları çalışmada; mısır nişastası %50, pirinç unu %50 ve %0,5 - %1 - %2 oranlarında çimlenmiş keten tohumu ksantan gum ile ikame edilerek glutensiz kap keklerde kullanılmıştır. Çimlenmiş keten tohumun kullanılabilir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir.

Çelik ve ark., (2021) yapılan çalışmada; diyet lif ve biyoaktif bileşenler açısından zengin olan karpuz kabuğu tozu üretilen glutensiz keklerde pirinç ununa %7, %14, %21 ve %28 oranlarda ikame edilmesiyle daha sağlıklı, fonksiyonel ürün üretimi amaçlanmıştır. Karpuz kabuğu tozunun ikame edilmesiyle glutensiz keklerde protein, yağ, kül, çözünür, çözünmez lif, toplam diyet lif, mineral madde içeriklerinde ve antioksidan aktivite değerlerinde artış meydana geldiği belirtilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM**3.1. Materyal**

Glutensiz kek yapımında kullanılan pirinç unu, pudra şekeri, vanilin, yumurta, kabartma tozu, vanilin Adana piyasasından, dondurarak kurutma metodu ile üretilmiş ahududu, çilek, böğürtlén ve karadut meyvelerinin tozları (Freshbak Crispy Fruit İzmir), yüzey aktif madde (Kiveit Vana Sponge BV60, Hollanda), ksantan gum (Medua, Hindistan) Türkiye distiribütörlerinden temin edilmiştir. Üretimlerde, Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüsü şebekesinden temin edilen içme suyu kullanılmıştır.

3.2. Yöntem**3.2.1. Biyoaktif Bileşenlerce Zenginleştirilmiş Glutensiz Kek Üretimi**

Glutensiz kek üretimleri ile analizleri Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Teknolojisi ve Meyve Sebze uygulama laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Hamurun hazırlanmasında ‘Kitchen Aid’ marka (KSM 45 model) elektrikli karıştırıcı kullanılmış olup, kek hamuru 45 mm çap ve 33 mm yüksekliğinde silikon kek kalıplarına aktarılmış (Tantitoni-İstanbul) ve pişirmede Wiesheu (Ebo 64 model) marka taş tabanlı fırın kullanılmıştır.

Çalışmada, Çizelge 3. 1’de verilen bileşenler kullanılarak ve Şekil 3.1’deki kek yapım işlem basamakları uygulanarak glutensiz kek üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılan Bileşenlerin Miktarları (g) ve Bileşimdeki Oranları (%)

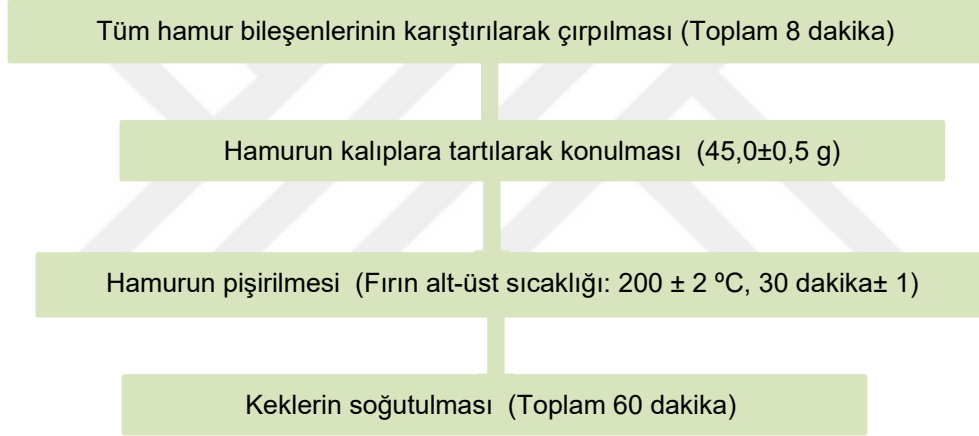
Bileşenin Adı	Miktar (g)	Bileşimdeki Oran (%)
Pirinç unu	160	33,45
Pudra şekeri	96	19,85
Yumurta	90	18,80
Su	96	19,85
Yüzey aktif madde	24	4,95
Kabartma Tozu	5,6	1,15
Vanilin	1,2	0,25
Tuz	0,6	0,15
Hidrokolloid	2,4	0,5
Meyve Tozları ⁽¹⁾	(9,56-19,13-28,69)	2, 4, 6
Toplam	485-504	100-104

⁽¹⁾ Hamur yapımında %2-%4-%6 oranlarda meyve tozu kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılan Meyve Tozları ve Miktarları

ÖRNEK KODU	BİLEŞİMDEKİ MEYVE TOZLARI VE ORANLARI (%)			
	AHUDUDU	BÖĞÜRTLEN	ÇİLEK	KARADUT
KONTROL	—	—	—	—
AK1	2	—	—	—
AK2	4	—	—	—
AK3	6	—	—	—
BK1	—	2	—	—
BK2	—	4	—	—
BK3	—	6	—	—
ÇK1	—	—	2	—
ÇK2	—	—	4	—
ÇK3	—	—	6	—
KK1	—	—	—	2
KK2	—	—	—	4
KK3	—	—	—	6

Şekil 3. 1' de verildiği üzere katı bileşenler (pirinç unu, pudra şekeri, kabartma tozu, vanilya, emülgatör ve hidrokolloid) yoğurucu kaba alınarak üzerine su, yağ ve yumurta eklenip homojen hale gelene kadar makinanın 1. devrinde 2 dakika ve devamında 5. devrinde 6 dakika toplamda 8 dakika çırpılarak karıştırılmıştır. Hazır hale gelen hamura aşağıdaki işlem basamakları uygulanarak kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Hamur analizleri karıştırma işleminin 3. ve 8. dakikalarında alınan örneklerde gerçekleştirilmiştir. Üretilen kekler, 1 saat boyunca oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır ve soğuma işleminin ardından kek örneklerinin analizleri yapılmıştır. Çalışmalar 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Glutensiz Kek Yapım Uygulanan İşlem Basamakları

3.2.2. Hamur Analizleri

3.2.2.1. Özgül Ağırlık Tayini

Kek hamurunun özgül ağırlığı, belirli bir hacimdeki hamurun ağırlığının, aynı hacimdeki saf suyun ağırlığına oranlanmasıyla bulunmaktadır. Kek hamurının özgül ağırlıkları AACC, Metot 55-50.01'in modifiye edilmesi ile hesaplanmıştır. Üretim aşamasında keki meydana getiren bileşenler homojen bir hal aldıktan sonra sıvı bileşenler de ilave edilip çırpma aşamasının 3. ve 8. dk'sında hacmi daha önce ölçülmüş olan kap (31 mL) hamur örnekleri ile doldurulup ağırlığı alınmıştır.

Hamur örneklerinin ağırlığı, aynı kap saf su ile doldurularak örneklerle aynı koşullarda ağırlığı belirlenmiş ve hamur örnek ağırlıklarıyla oranlanarak özgül ağırlık değerleri elde edilmiştir.

$$\text{Özgöl Ağırlık(g/cm}^3\text{)}=A_h/A_s$$

A_h: Hamur ağırlığı

A_s: Saf su ağırlığı

3.2.2.2. Köpük Oluşturma Kapasitesi ve Köpük Stabilitesi Tayini

Özgöl ağırlık değeri göz önünde bulundurularak, köpük oluşturma kapasitesi (KÖK) ve köpük stabilitesi (KS) değerleri verilen formüllere yazılarak hesaplanmıştır (Allais ve ark., 2006).

$$KÖK= (Y_o/Y_1-1)*100 \quad KS= (1- Y_1/Y_o)*100$$

Y_o: Hamur başlangıç yoğunluğu (3.dk)

Y₁: Hamur son yoğunluğu (8.dk)

3.2.2.3. pH Tayini

Meyve tozu ilaveli glutensiz hamur örneklerin pH tayini, cam elektrotlu WTW marka pH metre kullanılarak oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

3.2.3. Kek Analizleri

Biyoaktif bileşenler açısından zenginleştirilen glutensiz keklerin pişme kaybı, renk, nem ve hacim analizleri keklerin pişirimden 1 saat sonra yapılmış olup; yükseklik, tekstür, yapısal özellikler ve gözenek boyut dağılımı analizleri ise soğutulması işleminden 24 saat sonra 3 paralel şekilde analizler uygulanmıştır.

3.2.3.1. Nem Tayini

Kek örneklerinin nem tayini pişirimden 1 saat sonra gerçekleştirilmiştir. Sabit tartım ağırlığına ulaşmaya dek 105°C sıcaklıkta 24 saat etüvde kurutulmasıyla oluşan ağırlık farkı sonucu nem içeriği (%) olarak hesaplanmıştır (AACC, Metot 44-01.01).

3.2.3.2. Pişme Kaybı

Keklerin pişirme kaybı tayini, sabit hamur ağırlığı (45 g) ve pişmiş keklerin ağırlık farkı alınarak verilen formülden faydalanıp hesaplama yapılmıştır (Rodríguez-García ve ark., 2012).

$$\% \text{ Pişme kaybı} = (W_k - W_k / W_h) * 100$$

3.2.3.3. Spesifik Hacim

Piştirilmiş kek örneklerinin hacimleri kolza tohumu ile yer değiştirme metoduna göre hesaplanmıştır (AACC, Metot 10-05.01). Keklerin spesifik hacim değerlerin belirlenmesi ise; kek hacminin (cm³), kek ağırlığına (g) oranlanarak değerler elde edilmiştir (Lin ve ark, 2017b).

$$\text{Spesfik Hacim} = V_k / W_k$$

V_k: Pişirilen kek hacmi

W_k: Pişirilen kek ağırlığı

3.2.3.4. Yükseklik

Kekler örneklerin yükseklik değerlerinin hesaplanması; örneklerin merkezi noktası belirlenip maket bıçağı yardımı (Olfa, H-1 model) ile dikey olacak şekilde bölünerek, dijital kumpasla (AEK-Tech Electronic Caliper) mm cinsinden örneğin en üst noktasına göre ölçüm gerçekleştirilmiştir (Martínez-Cervera ve ark., 2012).

3.2.3.5. Yapısal Özellikler

Kek örneklerinin soğutma işlemi tamamlandıktan sonra, Ek 3'te verilen kek ölçüm şablonu kek kalıplarının boyutlarına göre değiştirilerek ölçüm yapılması için; örnekler dikey şekilde merkezlerinden bölünerek, milimetrik kağıd ile hazırlanmış olan şekillere bölünmüş yüzeyler denk gelecek şekilde yerleştirilerek, metotta ifade edilen, BB', CC', DD', AE değerleri milimetrik şekli belirlenerek hacim indeksi ve büzülme değerleri verilen formüle göre hesaplamalar yapılmıştır (AACC, Metot 10-91.01).

$$\text{Hacim İndeksi (mm)} = |BB'| + |CC'| + |DD'|$$
$$\text{Büzülme Değeri (mm)} = \text{Kek Kalıbının Çapı} - |AE|$$

3.2.3.6. Renk Tayini

Keklerin renk tayini hem kabuk hem de iç kısımlarından 5 farklı noktada atış yapılarak gerçekleştirilmek üzere Konica Minolta CM-5 marka el tipi renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Renk ölçüm cihazı üç boyutlu ölçüm esasını baz alarak analiz değerlendirmesi; Y eksenindeki L (lightness); 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşil (-a), kırmızı (+a), Z eksenindeki b; sarı (+b), mavi (-b) renk boyutunu veya yerini göstermektedir. Elde edilen değerler sonucunda; C (chroma, renk yoğunluğu), ve hue (h°, renk tonu) (arctan b/a) değerleri de hesaplanmıştır (Özkoc ve Seyhun, 2015).

3.2.3.7. Tekstür Analizi

Kek örneklerinin tekstürel özellikleri TA. XT-plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, İngiltere) cihazıyla belirlenmiştir. Bu amaçla, kek örnekleri soğutulduktan sonra örneklerin iç kısımlarından 2 cm x 2 cm x 2 cm boyutlarında küp şeklinde kesilen örneklerde, tekstür profil analizi gerçekleştirilerek; örneklerin sertlik, elastikiyet, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri elde edilmiştir.

3.2.3.8. Gözenek Boyut Dağılımı Analizi

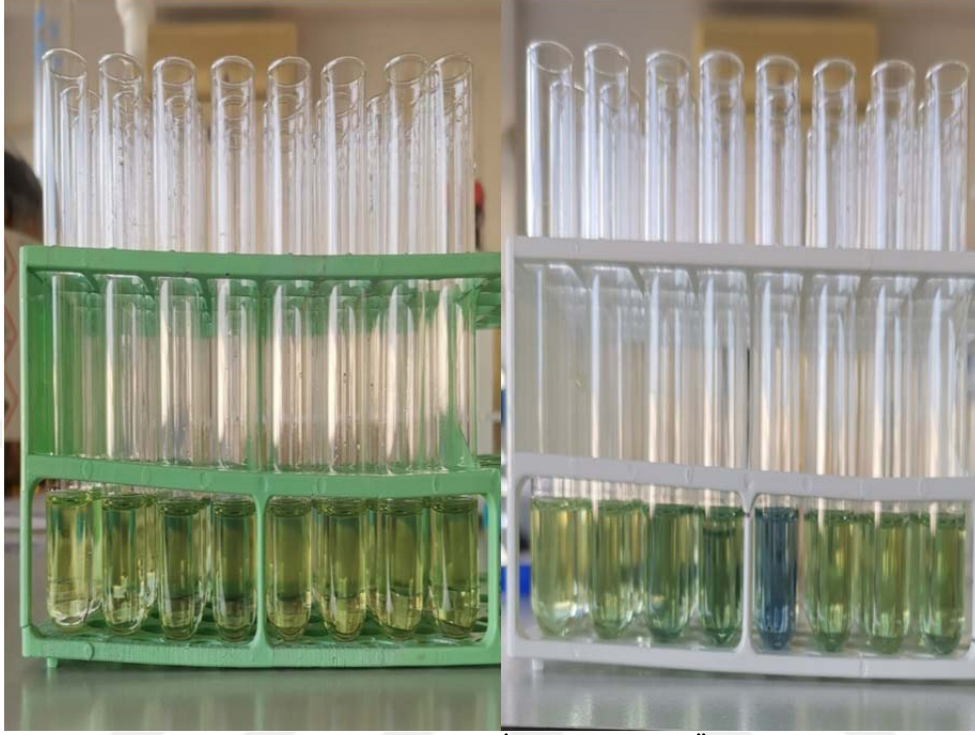
Sayısal görüntü işleme metodu uygulanarak örneklerin gözenek boyut dağılımı tayini gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada kek örnekleri, merkez noktaları belirlenip dikey 2 eşit parçaya ayrıldıktan sonra görüntü işlemeye hazır hale getirilmiştir. Gözenek yapısının daha belirgin hale getirilip sabit yükseklik ve ışıktaki ortamında görüntüsü alınarak bilgisayara aktarılmıştır. Bilgisayara aktarılan fotoğraf örnekleri Image J (Image Processing and Analysis in Java) paket programı uygulanarak analiz gerçekleştirilmiştir. Kek örneklerinin belirlenen merkezi yükseklik değerleri ilgili uzunluk değerinde tanımlanmış ve piksel-uzunluk birim dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Kek içi yapısının merkezinden olacak şekilde 30x25 mm boyutlarında analizin gerçekleştirileceği temsili alan belirlenmiştir. Görüntü işleminin gerçekleşmesi için hazır duruma getirilen örneklerinin, analize uygun hale getirilmesi için renk derinliği (8 bit) ve bu renk derinliğine uygun eşik değeri belirleme algoritması (Otsu threshold) uygulanarak ön ve arka planda yer alan objeler arasında kontrast farkı oluşturulmuş ve bu şekilde gözeneklerin belirgin hale gelmesi sağlanmıştır. Beyaz alan olarak ifade edilen gözeneklerin toplam alan içerisinde görüntüsü meydana gelmiş ve toplam gözenek sayısı, ortalama gözenek alanı, gözenek yoğunluğu, ve porozite değerleri elde edilmiştir (Rios ve ark., 2018).

3.2.3.9. Toplam Fenolik Madde (TF) Analizi

Toplam fenolik madde tayininde; fenolik bileşenlerin Folin-Ciocalteu çözeltisindeki fosfomolibdik-fosfotungstik maddeleri indirgeyerek mavi kompleksi meydana getirmesi ve mavi renkteki kompleksin kolorimetrik ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır. 100 µL örnek ekstraktı cam analiz tüplere otomatik pipetlerle 3 paralel şeklinde alınarak üzerine 100 µL FolinCiocalteu fenol çözeltisi ilave edilmiş ve daha sonrasında örnek ekstraktlara 3 mL saf su eklenmiştir. Son olarak 10 dk bekletilen örneklerle 100 µL Na₂CO₃ (%20) ilave edilerek çalkalama, karıştırma işlemi uygulanmış ve 1,5-2 saat kadar oda sıcaklığında karanlıkta

bekletilmiştir. Bekleme süresi sonrası, yaklaşık olarak 10 s kadar vortekslenen örnekler 1 cm kalınlıkta tek kullanımlık küvetlere aktarılıp, Perkin Emler Lambda 25 UV/VIS spektrofotometre’de (Massachusetts, USA, 2005) 765 nm dalga boyunda absorbans değerleri kör örneğe karşı okutulmuştur. Toplam fenolik madde miktarı, okutulma sonrası elde edilen absorbans değerlerinin galik asit standart eğrisinden elde edilen lineer regresyon denklemi ($y=ax + b$) kullanılarak, denklemde yerine yazılan değerlerin hesaplanması ile (mg GA/ L örnek) cinsinden sonuçlar ifade edilmiştir (Abdulkasım ve ark., 2007).

Analizler için ekstrakt hazırlamada; meyve tozu içerikli glutensiz kek örnekleri için ekstrakt hazırlama işlemi; öğütülen örneklerden 10 g tartılıp 50 ml’lik tüplere alınmıştır. Tüplere alınan örneklerin üstü 30 mL %80’lik metanol eklenmiş olup, homojen bir yapının oluşması için ultra turraxta (IKA T 25 digital ULTRA-TURRAX® Homojenizatör 1-2000 mL/ 3000-25000 rpm) 1 dk boyunca işleme tabi tutulmuştur. Daha sonrasında örnekler 50 mL’lik tüpler içerisinde %80 lik metanol ile tamamlanarak 10 dakika süresince santrifüj (60000 rpm, 4°C) işlemine bırakılmıştır. Santrifüj işlemi sonrası oda sıcaklığına bırakılan kek ekstraktları cam tüplere aktarılarak uygulanacak analize uygun sürede beklemeye alınmıştır.



Şekil 3.2. Toplam Fenolik Madde Analizi İçin Hazırlanan Örnekler

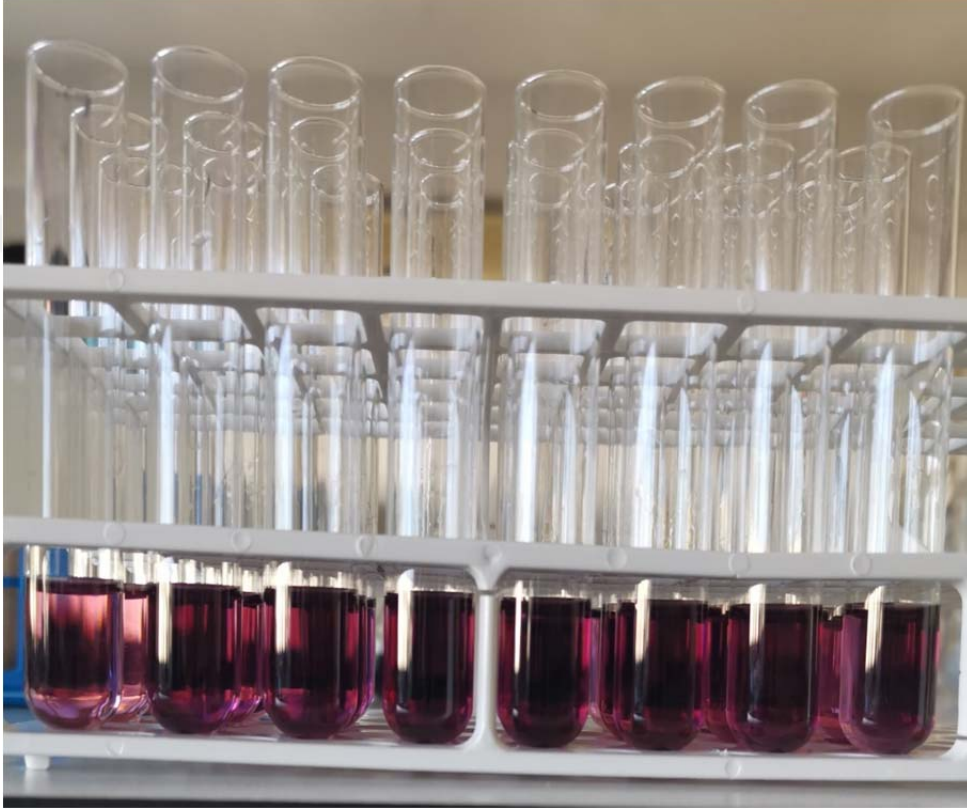
3.2.3.10. Antioksidan Aktivite Analizi

Antioksidan aktivite analizi için; 100 μ L ekstrakt cam tüplere alınıp, 3000 μ L 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH*; % 80 metanolda 0,005 g/L) ile karıştırılıp, kontrol örneği için 100 μ L saf su olacak biçimde hazırlanan örnekler iyice karıştırıldıktan sonra gelişecek reaksiyonun dengeye gelmesi amacıyla oda sıcaklığında ve karanlık ortamda bir saat bekletilmiştir. Bir saat sonunda vortekslenen örnekler tek kullanımlık küvetlere aktarılarak absorbansları %80 metanol çözeltisi olan şahide karşı dalga boyu 515 nm'ye ayarlı spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005) ölçülmüştür. Örneklerin antioksidan aktivite değerleri verilen eşitlik kullanılarak DPPH'nin inhibisyon %'si olarak elde edilmiştir (Klimczak ve ark., 2007).

$$AA (\%) = (AK - AÖ/AK) \times 100$$

AK: Kontrolün absorbans değeri

AÖ: Örneğin absorbans değeri



Şekil 3.3. Antioksidan aktivite analizi için hazırlanan örnekler

3.2.3.11. Toplam Monomerik Antosiyanin İçeriğinin Analizi

Bu analiz için, Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından geliştirilen pH diferansiyel yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem, monomerik antosiyaninlerin pH=1,0'da renkli oksonium formunun, pH=4,5'te ise, renksiz hemiketal formunun çoğunlukta olmasına dayanmaktadır. Ekstrakt örneklerden 1 mL cam tüplere otomatik pipetle alınarak üzerine 4 mL pH=1 den ilave edilmiştir. Aynı işlem pH=4,5 için de gerçekleştirilip, vortekste karıştırılan örnekler küvetlere alınıp

absorbans ölçümleri spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005) 700 nm dalga boyu ile 520 nm dalga boyunda okumlar yapılmıştır. Meyve tozu içeren glutensiz kek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin miktarı; aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{TMA(mg/L)} = \frac{(A) * (MW) * (SF) * 1000}{(\varepsilon) * (l)}$$

A: pH 1,0 ve 4,5 değerlerinde ölçülen absorbans farkı;

$$A = ((A_{520} - A_{700})_{\text{pH1}} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH4.5}})$$

MW: Baz olarak alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı (449.2)

SF: Seyreltme faktörü

ε : Molar absorpsiyon katsayısı (26900)

l : Absorbans ölçümü yapılan küvetin ışın yolu mesafesi (1 cm)



Şekil 3.4. Toplam Monomerik Antosiyanin Analizi İçin Hazırlanan Örnekler

3.2.3.12. Duyusal Analiz

Araştırmanın değerlendirilmesinin sonucunda deneme desenindeki seçilen örnekler duyusal değerlendirmeye alınmıştır. Seçilen örneklere 3 rakamlı rastgele farklı kodlar verilerek, 25-54 yaş aralığında değişen kadın ve erkeklerden oluşan 10 kişilik (4 erkek 6 kadın) panelist grubu tarafından Çukurova Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Duyusal Analiz Laboratuvarı'nda duyusal değerlendirme yapılmıştır. Meyve tozlarıyla zenginleştirilmiş glutensiz kek örneklerinin duyusal analizi; hacim, gözenek, renk, tekstür, tat ve genel beğeni olmak üzere kek örneklerin hem iç hem de dış niteliklerinin gözlemlenmesiyle 6 kalite parametresine bağlı kalınması koşuluyla 1 çok kötü ve 9 çok iyi olmak üzere 1'den 9'a kadar puan skalasında hedonik test uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulanan hedonik test Ek 2'de verilmiştir.

3.2.4. İstatistiksel Analiz

Analizlerin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar, SPSS 20 (SPSS Inc, ABD) paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirme yapılmıştır. Glutensiz keklere eklenen meyve tozlarının kek örneklerinin özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırmış ve aralarındaki farkın önemli olup olmadığı Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile $p < 0.05$ seviyesinde belirlenip yorumlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Kimyasal Bileşimi

Biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilen glutensiz keklerin hammaddesi olarak kullanılan pirinç unu bileşimi Çizelge 4. 1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Pirinç Unu Kimyasal Bileşimi

Kimyasal Özellik	Değer (%)
Nem	13,8
Protein	6,5
Yağ	0,3
Karbonhidrat	82,66
Kül	0,75

TS 2639 Pirinç Unu Standardı’na göre “ince öğütülmüş, kaba kısımları elenerek ayrılmış bir pirinç mamulü” olarak tanımlanan pirinç unun değerleri; nem %14, yağ %0,4 kül %0,7 ve protein %6 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2018a). Glutensiz kekte hammadde girdisi olarak kullanılan ve Çizelge 4. 1 de bileşim değerleri verilen pirinç unu incelendiğinde, TS 2639 Pirinç Unu Standardı’na uygun olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Hamur Niteliklerin Belirlenmesi

Kek hamur, kuru bileşenlerin suyun dahil edilmesiyle birbirleriyle karışan ve homojen bir yapının oluştuğu, homojen yapı gelişirken dahil edilen suyun etkisiyle; şekerin çözünmesinin kolaylaştığı, yapının geliştiği, kabartıcıların reaksiyona girdiği ortamın oluştuğu, kekin meydana geldiği yapıdır (Anon, 1966). Hamur çırpma aşamasında yapıya kazandırılan hava ve kabartıcıların reaksiyonu sonucu CO₂ meydana gelmekte (Kumar ve ark, 2017) ve pişirme aşamasında sıcaklığın artmasıyla su buharı oluşmaktadır. Farklı koşullarda oluşan gaz formun

etkisiyle homojen gözenek yapısı ve nitelikli dokusal yapıya sahip ürün elde edilmektedir (Movahhed ve ark., 2016).

4.2.1. Özgül Ağırlık

Kek hamur yoğunluğu; çırpma işlemi ile havanın yapıya hapsedilmesi ve gelişen yapının stabil olmasının bir ölçütüdür (Gorgonio ve ark., 2011). Karıştırma işlemi ile oluşan hava kabarcıkları miktarının artması hamur yoğunluğunu düşürür, bu durumun gelişmesi nihai ürünün hacmini ve gözenek yapısını etkilemektedir (Kim ve ark, 2012). İstenen nitelikte ürün gelişimi için kek hamur yoğunluğunun düşük olması gerektiği ifade edilmektedir (Ashwini ve ark, 2009). Aynı şekilde Pyler (1988), yoğunluk özelliği ile kekin hacim, tekstürel ve iç yapı özelliklerinin ilişkili olduğu, bundan dolayı hamur özgül ağırlığın optimum olması gerektiği belirtmektedir. Hamur özgül ağırlık değerinin yüksek olması hamur yapısındaki hava kabarcık miktarının düşük olduğu, kek içyapısının sert, düşük hacimli, gözeneklerin küçük ve yoğun olmasıyla sonuçlanır (Lee ve ark, 2011). Eggleston ve diğerleri (1992), hamur yoğunluğunun ölçülmesiyle, hamur yapısına dahil edilen hava miktarının son ürün hacmi ve dokusu üzerindeki etkisini belirlediği açıklanmıştır.

Kek hamurlarının ilk yoğunluk değeri, keki oluşturan bileşenlerin homojen olarak karıştırıldığı çırpma işleminin 3. dakikasının sonunda; son yoğunluk değeri ise çırpma işleminin son bulduğu 8. dakikanın sonu hamur tartımı için ayarlanan kapla tartım yapılarak değerler belirlenmiştir (AACC, Metot 55 50.01). Meyve tozlarının etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla; dört meyve tozunun % 2, % 4 ve % 6 oranlarda kullanıldığı formülasyonlara ait ilk ve son özgül ağırlık değerleri hesaplanıp, Çizelge 4. 2’de verilmiştir. Tüm formülasyonlara ait ilk özgül ağırlık değerlerinin genel olarak son özgül ağırlık değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 2). Bu durum, hamur bileşenlerinin karıştırıldığı çırpma aşamasında yapıya dahil olan hava kabarcıkların etkisi sonucuna dayandırılmaktadır.

İlk özgül ağırlık değeri incelendiğinde; meyve tozu ilave edilen hamur özgül ağırlığı ile kontrol örneği özgül ağırlık değerlerinin 0,962 g/ cm³ ile 1,063 g/cm³ arasında değiştiği görülmüştür. Hamur özgül ağırlık değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı olduğu, en yüksek özgül ağırlık değerinin 1,063 g/cm³ olup kontrol örneğinin kek hamuruna ait olduğu, en düşük değerin ise 0.962 g/cm³ ile % 6 oranda ahududu tozunun (AK3) kullanıldığı kek hamur örneği olduğu saptanmıştır. Özgül ağırlık değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (p <0,05).

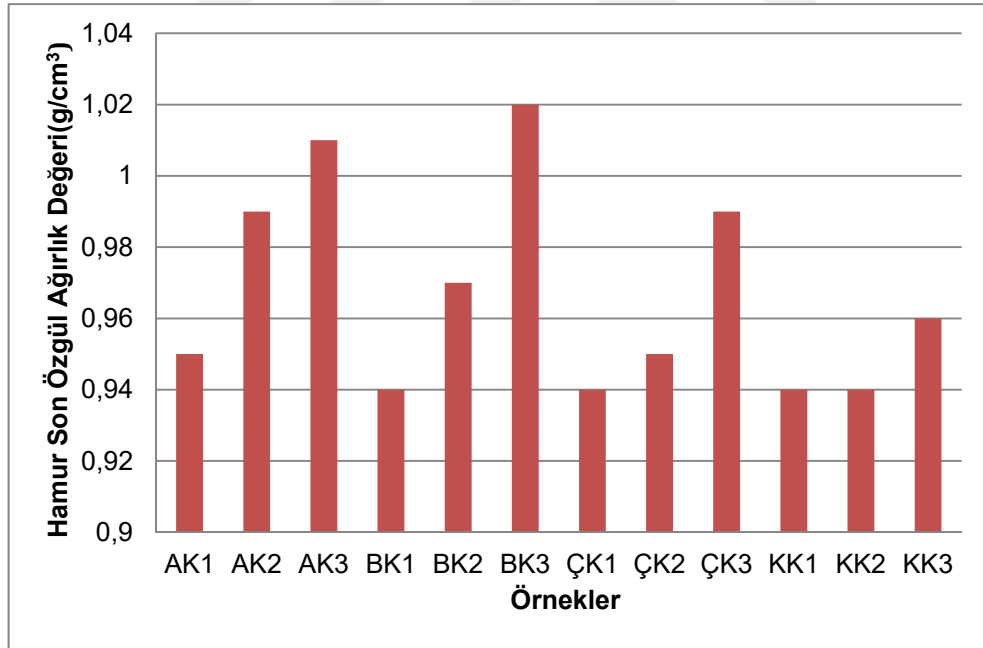
Kek formülasyonundaki meyve tozu oranlarının artmasıyla hamur ilk özgül ağırlık değerinde genel olarak düşüş tespit edilirken, hamur son özgül ağırlık değerinde artış gözlenmiştir (Çizelge 4. 2). İlk özgül ağırlık değerlerindeki azalma; meyve tozlarının yapısında bulunan besin bileşenlerin çözünmesi ve formülasyondaki diğer girdilerle etkileşimi sonucu hamur yapısına kazandırılan hava kabarcıklarının miktarına etkisi ile ilişkilendirilmiştir.

Çizelge 4.2. Meyve Tozu Kullanılan Glutensiz Keklere Ait Hamur Özgül Ağırlık Değerleri

Formül kodu	İlk özgül ağırlık (g/cm ³)	Son özgül ağırlık (g/cm ³)
Kontrol	1,06±0,01 ^a	0,94±0,01 ^{ef}
AK1	1,02±0,01 ^{bcd}	0,95±0,003 ^{ef}
AK2	1,01±0,005 ^{cde}	0,99±0,004 ^c
AK3	0,97±0,02 ^f	1,01±0,02 ^{ab}
BK1	1,03±0,007 ^{bc}	0,94±0,007 ^{ef}
BK2	1,03±0,01 ^{bcd}	0,97±0,01 ^{cd}
BK3	1,02±0,002 ^{bcd}	1,02±0,009 ^a
ÇK1	1,01±0,01 ^{bcd}	0,94±0,005 ^{ef}
ÇK2	0,99±0,01 ^e	0,95±0,01 ^{ef}
ÇK3	1,01±0,01 ^{bcd}	0,99±0,002 ^{bc}
KK1	1,04±0,004 ^b	0,94±0,01 ^{ef}
KK2	1,02±0,003 ^{bcd}	0,94±0,01 ^f
KK3	1,01±0,009 ^{de}	0,96±0,01 ^{de}

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Hamurun yapısında yer alan protein, lif ve şeker gibi maddeler hamur niteliklerini etkilemektedir. İlave edilen meyve tozları hamurdaki bu maddelerin oranlarını artırmaktadır. Bu bileşenlerin hamur yapısındaki oranların artmasıyla; kabartıcı maddelerin reaksiyonu sonucu meydana gelen CO₂ ve çırpma işlemiyle oluşan hava kabarcıkların geliştirdikleri hamur yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda havanın salınmasına neden olmalarıyla hamur özgül ağırlık değerinin artışında etkili oldukları belirtilmektedir (Majzoobi ve ark., 2016).Yapılan başka çalışmalarda da kek hamur yapısını oluşturan bileşenlerden lif içeriğinin artması sonucu; kek hamur yoğunluğunu artırmasıyla gerekli seviyede hava kabarcığı hapsedilemediğinden son ürünün daha sıkı bir yapıya sahip olmasına neden olduğu açıklanmıştır (Chung ve ark., 2010, Zahn ve ark.,2010, Bender ve ark., 2017).



Şekil 4.1. Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Hamur Son Özgül Ağırlığı Değerlerinin Kıyaslanması (g/cm³)

Son ürünün bazı kalite nitelikleri üzerinde etkili olan son özgül ağırlık değerleri incelendiğinde, örneklerin son özgül ağırlık değerlerinin 0,94 -1,02 g/cm³ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Son özgül ağırlık değerleri açısından kontrol, BK1, ÇK1, KK1, KK2 aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p >0,05). Artan meyve tozu ile genel olarak tüm meyve çeşitlerin hamur özgül ağırlık değerlerinde artış olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda eklenen meyve tozları oranlarının artması hava kabarcığı miktarında azalma meydana getirerek, son özgül ağırlık değerlerinin yüksek olmasını etkilediği belirtilmiştir.

Majzoobi ve arkadaşlarının (2016) çalışmasında; glutensiz pandispanyada 210 ve 500 µm farklı partikül boyutuna sahip havuç posası tozunun %10, % 20, %30 oranlarda ikame edilmiştir. % 30 oranda 210 µm partikül boyutundaki havuç ilavesiyle hamur yoğunluk değeri 0,899'dan 0,996 g/cm³'e, 500 µm partikül boyutundaki havucun eklenmesi sonucu yoğunluk değeri 0,899'dan 0,985 g/cm³'e kadar önemli ölçüde arttığı ifade edilmiştir (p < 0,05). Bu durum unun kimyasal bileşiminin hamur kalite niteliklerini etkilediği açıklanmıştır. Glutensiz unun havuç unu ile ikame edilmesi sonucu, havuç yapısında yer alan bileşenlerden kaynaklı hamur bileşimindeki lif, protein ve şeker gibi bileşenlerin oranı artarken lipid içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu bileşenler hamur yapısını olumsuz etkileyerek, kabartma tozunun oluşturduğu CO₂'nin ve çırpma işlemi ile yapıya dahil edilen hava kabarcıkların yapıda tutunma sürecini azalttığı ifade edilmiştir (Wilderjans ve ark., 2008; Gómez ve ark., 2015). Gómez ve ark., (2007) ile Turabi ve ark., (2008) hamur yoğunluk değerinin yapıdaki hava kabarcıklarıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Düşük yoğunluktaki hamurun çırpma ve pişirim aşamalarında hava kabarcıklarının korunamaması durumunda; nihai üründe arzu edilen hacim ile tekstür özelliği için gerekli hava kabarcığının sağlanamayacağı bildirilmiştir. Yapılan literatür araştırması sonucu, glutensiz pandispanyada farklı partikül boyutunda (210 ve 500 µm) havuç unu (Majzoobi ve ark, 2016), glutensiz keklerde

elma, portakal ve havuç tozu (Kırbaş ve ark., 2019) kullanılan çalışmaların değerleri çalışmamızı destekler nitelikte benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Majzoobi ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada; pirinç ve mısır unundan oluşan karışıma havuç posası 3 farklı konsantrasyonda (%10, %20 ve %30) kullanarak glutensiz kek nitelikleri üzerindeki etkisi incelemiştir. Buna göre, hamur özgül ağırlıkları değerlendirmesinde; en yüksek özgül ağırlık değerinin 1,2 g/cm³ ile kontrol numunesine ait belirlenmiştir. Bu durum, hamur viskozitesinin düşük olması sebebiyle hamur yapısına hava kabarcıklarını dahil edilememesiyle ilişkilendirilmiştir.

Kırbaş ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada glutensiz keklerde %5, %10 ve %15 oranlarında elma, portakal ve havuç meyvelerinin posasını, lif kaynağı olarak kullanarak nihai ürün üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Hamurun özgül ağırlığının meyve tozunun kaynağından ve miktarından önemli ölçüde etkilendiği belirtilmiştir (p <0,05). Kontrol hamurunun özgül ağırlığı 0,71 g/cm³ olup ve meyve tozu içeren diğer tüm hamur özgül ağırlığından düşük olduğu açıklanmıştır. Meyve tozu eklenmesiyle hamur yoğunluğu artmış, bu nedenle hamur yapısına daha düşük miktarda hava kabarcıklarının dahil edildiği bildirilmiştir. En yüksek özgül ağırlık değerinin %15 havuç tozu kullanılan örneğe ait olduğu (1,04 g/ cm³) ifade edilmiştir.

4.2.2. Köpük Oluşturma Kapasitesi ve Köpük Stabilitesi

Köpük, birçok gıda örneğinde; dondurma, ekmek, kek vb. ürünlerin gelişiminde etkili olup yapıda yer almaktadır. Köpük tanımlanmasında; köpük oluşturma kapasitesi ve köpük stabilitesi terimleri sıklıkla kullanılmaktadır. Köpük oluşumu; proteinlerin havayı hapsedip ve tutma özelliğinde olmasıyla, hızlı bir şekilde yapışkan ara yüzey filmi oluşturmaları olarak açıklanmaktadır (Graham ve Phillips, 1976; Halling, 1981; Kinsella, 1984). Köpük stabilitesi ise; yapıdaki proteinlerin hava kabarcıkları arasındaki ince filmin stabil kalmasını sağlayarak bir

araya gelmelerine engel teşkil etmesi sonucu hava kabarcıkların yapıda uzun süre kalmasının sağlamasıdır (Alben ve İbanoğlu, 2006).

Glutensiz kek formülasyonlarına %2, %4 ve %6 oranlarda dondurularak kurutulmuş ahududu, böğürtlen, çilek ve karadut meyve tozları eklenerek hamur köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi değerlerinde, kontrol örneği ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Çizelge 4. 3). Bu bağlamda, hamur analiz sonuçları değerlendirildiğinde; en yüksek köpük oluşturma kapasitesi değerinin %13,49 olarak kontrol hamur örneği, en düşük değerin ise %-4,74 ile AK3 kodlu örneğe ait olduğu görülmüştür. Kontrol grubu dışındaki hamur örneklerin meyve oranı arttıkça köpük oluşturma kapasite (KÖK) değerlerin azalmakta olduğu tespit edilmiştir. Kontrol formülasyonunda köpük oluşumunu olumsuz etkiler nitelikte herhangi bir girdinin yer almamasından kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Ancak meyve tozu ilave edilen hamur örneklerin köpük oluşum kapasitelerinin; meyve oranının artmasıyla azalma yönünde eğilim göstermesi meyve bileşiminde yer alan bileşenlerin köpük oluşumunu olumsuz yönde etkilemesi ile açıklanabilir.

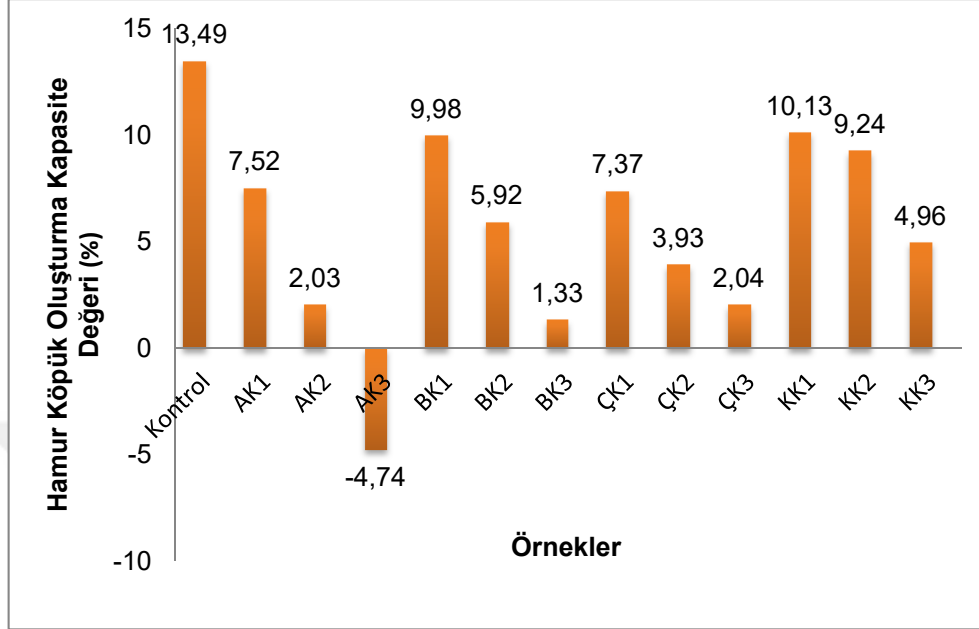
Çizelge 4.3. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Hamurlarının Köpük Oluşturma Kapasite ve Köpük Stabilite Değerleri

Formül Kodu	Köpük Oluşturma Kapasitesi (%)	Köpük Stabilitesi (%)
Kontrol	13,49±2,28 ^a	11,86±1,77 ^a
AK1	7,52±1,87 ^{cd}	6,98±1,61 ^{cd}
AK2	2,03±0,14 ^g	1,99±0,13 ^g
AK3	-4,74±0,77 ^h	-4,98±0,85 ^h
BK1	9,98±1,31 ^b	9,07±1,09 ^b
BK2	5,92±2,02 ^{de}	5,56±1,82 ^{de}
BK3	1,33±0,29 ^g	1,02±0,79 ^g
ÇK1	7,37±0,77 ^{cd}	6,86±0,67 ^{cd}
ÇK2	3,93±1,23 ^{ef}	3,77±1,15 ^{ef}
ÇK3	2,04±0,91 ^g	1,99±0,88 ^g
KK1	10,13±0,91 ^b	9,20±0,75 ^b
KK2	9,24±1,95 ^{bc}	8,44±1,62 ^{bc}
KK3	4,96±0,91 ^e	4,73±0,82 ^e

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

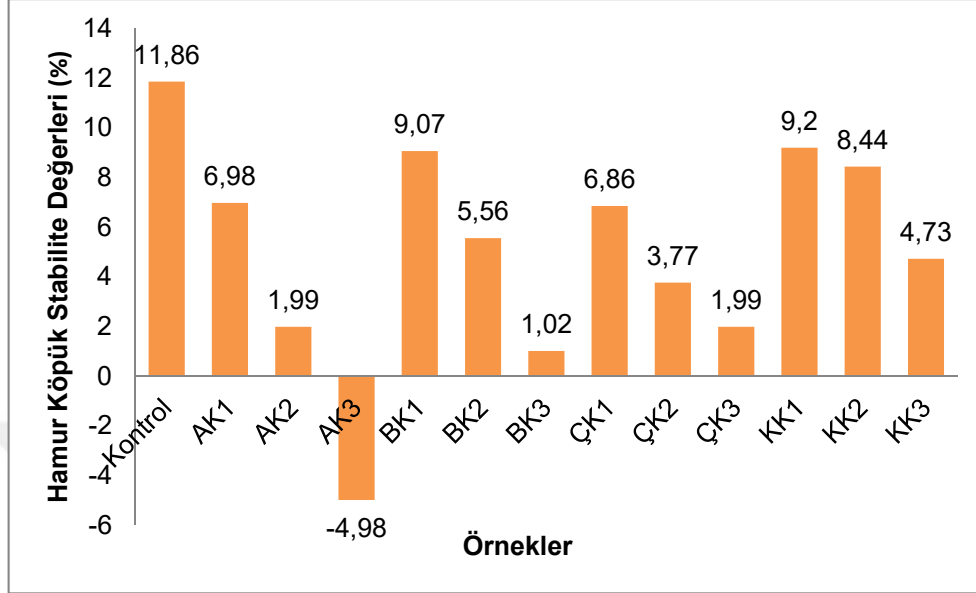
Fakat farklı oranda ve farklı meyve tozu ilave edilmiş formülasyonların köpük oluşturma nitelikleri kontrol örneğine kıyasla daha düşük olmakla beraber kendi aralarında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak meyve tozu oranındaki artışın hamur örneklerin köpük oluşturma kapasite değerlerinde (%9,98'dan %-4,74'e) olmak üzere azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Hamur köpük stabilite değerleri incelendiğinde; en yüksek değerin %11,86 olarak kontrol hamur örneğine ait olduğu gözlenmiştir. Farklı meyve tozu eklenmiş formülasyonlardan %2 oranda karadut (KK1) eklenmiş hamur örneğin %9,20 değer ile en yüksek olduğu ve en düşük değerin ise %-4,98 ile %6 ahududu (AK3) meyve tozu kullanılmış numuneye ait olduğu tespit edilmiştir. Hamur oluşum aşamasında hava kabarcıklarının meydana gelmesi ve gelişen hava kabarcığı yapısının bozulmadan korunması hamur köpük kapasitesi ile stabilitesinin birbirini tamamlayan/etkileyen değerler olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızdaki hamur köpük stabilite değerlerinin, köpük oluşturma kapasitesi değerleri ile ilişkili olarak azalma gösterdiği ve bu iki değer arasında pozitif yönde korelasyon ($r = 0,99$) gösterirken regresyon katsayısı ise $R^2: 0,99$ ($y = -0,0858 + 0,9230x$) olduğu belirlenmiştir. Fakat hamur son özgül ağırlık değeri ile köpük oluşturma arasında negatif yönde korelasyona ($r = -0,89$) sahip olduğu ve regresyon katsayısının $R^2: 0,80$ ($y = 144,82 - 145,11x$) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Meyve Tozu İlaveli Hamur Örneklerin Köpük Oluşturma Kapasite Değerlerinin Kıyaslanması (%)

Şekil 4. 2’de verilen hamur köpük oluşturma kapasite değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğu ve %2, %4 ve %6 oranlarda ahududu (AK1, AK2 ve AK3) içeren formülasyonların değerlerinin %7,52, %2,03, %-4,74 arasında değişkenlik göstermiştir. Böğürtlen meyve tozu içeren hamur KÖK değerleri %9,98, %5,92, %1,33 olduğu ve meyve tozu oranı arttıkça yaklaşık olarak aynı oranda azalma meydana gelmesinde etkili olmuştur. Karadut ve çilek meyve tozlarının hamurdaki oranlarının artması (%2-%6) sonucu KÖK değerleri; karadut içeren örnekler için %10,13’ten %4,94’e, çilek meyvesine ait hamur örneğinde ise %7,37’den %2,04’e düşüş meydana geldiği saptanmıştır.



Şekil 4.3. Meyve Tozu Kullanılmış Hamur Örneklerin Köpük Stabilite Değerlerinin Kıyaslanması (%)

Farklı meyve tozları içeren formüllere ait hamur köpük stabilite değerleri, meyve tozu çeşidine bağlı olarak kendi içinde değişkenlik göstermiştir. Ahududu içeren hamur köpük stabilite değerleri %6,98, %1,99, %-4,98 meyve %2, %4, %6 oranına bağlı olarak değişkenlik gösterip %-4,98 ile en düşük değere AK3 sahip olmaktadır. Ahududu meyvesinin KS değerleri, köpük oluşturma kapasite ve özgül ağırlık değerleri arasındaki korelasyona uyum sağlamıştır (Çizelge 4. 3 ve Çizelge 4. 2). Benzer şekilde böğürtlen, çilek ve karadut KS değerleri meyve tozu oranının artışıyla düşük değerler elde edilmiştir. Tüm glutensiz kek hamuru örneklerinde meyve oranının artması köpük stabilite ve köpük oluşturma kapasite değerlerini olumsuz yönde etkileyip ilgili hamur örneklerinin özgül ağırlık değerleri ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.

4.2.3. pH Değeri

Kek hamurlarının pH değerleri; formülasyonlarında bulunan ana bileşenler ve kabartıcı maddelerin etkileri sonucu belirlendiği açıklanmaktadır (Pyler, 1988). Kek formülasyonlarına eklenen şurup, meyve, meyve suyu, süt, süt yağı ve emülgatör benzeri maddelerin hamurun pH değerini etkilediği belirtilmektedir. Aynı zamanda pH değerinin; kekin kabuk ve iç rengi üzerinde etkisi olduğu, kekin, hacim ve tekstür gibi kalite niteliklerinin oluşmasında etkili olduğu vurgulanmaktadır. Kek hamur pH değerini düşük olması kek içyapısının sıkı ve kekin düşük hacimde olmasına neden olduğu ifade edilmektedir (Pyler, 1988).

Kek hamur pH değerinin düşük olması; kekte arzu edilmeyecek ekşimsi bir tadın meydana gelmesine neden olurken, pH değerinin yüksek olması sonucu ise kekte sodalı, sabunumsu bir tada sebep olmaktadır. Hamur pH değerinin olası değişimi halinde ise; kekin hacim ve renk özelliklerini etkilediği, pH değerinin artması durumunda nihai ürünün hacim değerinin düştüğü ve ürün içyapısının yapışkan bir hal aldığı bildirilmektedir. Hamurdaki artan bir pH değerinin aynı zamanda kekin kabuk kısmının renk değişim hızının artmasına da neden olduğu açıklanmaktadır (Seçen, 2016).

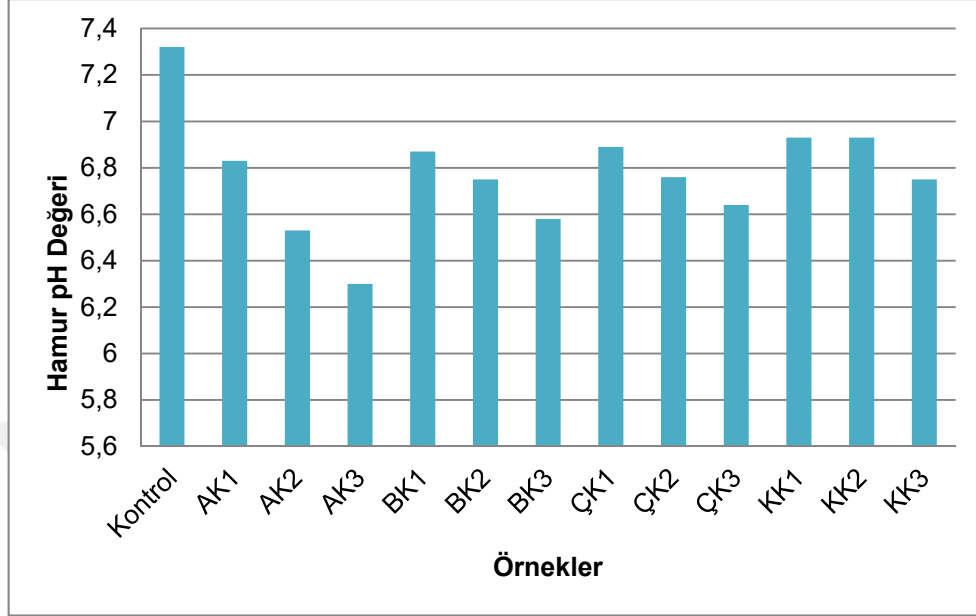
Çalışmamızda kullanılan meyve tozların hamur pH'sındaki etkisinin sonuçları Çizelge 4. 4'de verilmiştir. Hamur pH değerleri değerlendirildiğinde; pH değerleri 6,30 ile 7,32 arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. En yüksek pH değeri 7,32 olarak kontrol hamur örneğine ait olduğu tespit edilmiştir. Glutensiz kek formülasyonlarda meyve tozu oranları arttıkça pH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüş gözlenmiştir ($p < 0,05$). En düşük hamur pH değeri 6,30 olarak % 6 oranında ahududu (AK3) meyve tozu içeren örneğe ait olduğu saptanmıştır. Hamur örneklerin pH değerlerinde, meyve tozu ilavesiyle düşüş meydana gelmesi; dondurularak kurutulan meyve tozlarında bulunan organik asit, aminoasitler gibi pH değerini düşüren bileşenlerin etkisi olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 4.4. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Hamur Örneklerin pH Değerleri

Formül Kodu	pH değeri
Kontrol	7,32±0,46 ^a
AK1	6,83±0,07 ^{bcd}
AK2	6,53±0,17 ^{de}
AK3	6,30±0,21 ^e
BK1	6,87±0,11 ^{bc}
BK2	6,75±0,09 ^{bcd}
BK3	6,58±0,10 ^{cde}
ÇK1	6,89±0,04 ^{bc}
ÇK2	6,76±0,03 ^{bcd}
ÇK3	6,64±0,08 ^{bcd}
KK1	6,93±0,01 ^b
KK2	6,93±0,05 ^b
KK3	6,75±0,02 ^{bcd}

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Ahududu kullanılan hamur örneklerin meyve tozu oranı artıkça pH değerlerinde meydana gelen düşüş oranının diğer örneklerle kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Hamur pH Değerlerinin Kontrol Hamur pH Değerleri ile Kıyaslanması

Meyve tozu oranı arttıkça hamur pH değerleri arasındaki fark daha da belirginleşmiştir. pH değerlerindeki azalma; meyvenin yapısında bulunan asidik yapıya sahip bileşenlerden kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızın sonuç değerlendirmesinde; Ahududu meyve tozu yapısında asidik bileşenlerin yer alması, hamur pH değerini düşürürken aynı zamanda yapıdaki organik asitlerin kabartıcı madde ile yeterli nötralizasyonu gerçekleştiremediğinden, kek hacminin daha düşük ve içyapısının daha sıkı bir yapıda olmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Glutensiz kek hamur örneklerine ait pH değerleri literatürdeki havuç tozunun (Majzobi ve ark., 2016), dondurularak kurutulmuş böğürtlen tozunun (Rozylo ve ark., 2019) kullanıldığı çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Hamur örneklerin pH değerlerin meyve tozu oranının artmasıyla asidik yönünde eğilim göstermesi, meyve tozlarının yapısında bulunan organik asitler ve aminoasit benzeri bileşenlerle ilişkilendirilmiştir.

Rozylo ve ark., (2019); glutensiz krakerlere, dondurularak kurutulmuş böğürtlen tozunun belirli oranlarda ilave edilmesiyle; böğürtlen oranı arttıkça hamur pH değerinde önemli değişiklikler kaydedildiği ve kontrol hamur pH değerine kıyasla önemli ölçüde azalma meydana geldiği belirtilmiştir. En önemli farkın kontrol hamur pH değeri (6,57) ile böğürtlen tozunun %3 (pH=6,32), %4 (pH=6,22) ve %5 (pH=6,18) oranlarda eklendiği formülasyonlar arasında kaydedildiği bildirilmiştir.

4.3. Kek Nitelikleri

Kek; un, şeker, yağ, yumurta, kabartma tozu, su (ve/veya süt) ve tuz bileşenlerin homojen bir yapı oluşacak şekilde karıştırılması sonucu meydana gelen belli viskoziteki akışkan hamurun uygun sıcaklıkta pişirilmesiyle meydana gelen bir üründür. Pişirme aşamasında yüksek sıcaklık sonucu yapıdaki proteinlerin denatürasyona ve nişastanın jelatinazasyona uğramasına neden olmaktadır. Her iki olgunun aynı anda meydana gelmesi, hamur viskozitesinin artmasıyla sıvı formdaki hamurun katı formdaki nihai ürünün oluşmasını sağladığı açılanmaktadır (Donovan ve ark., 1975; Donovan ve Mapes, 1976; Shepherd ve Yoell, 1976; Mizukoshi ve ark., 1980; Guy ve Pithawala, 1981).

4.3.1. Nem

Unlu mamüllerin nem içeriklerinin; hamur oluşum aşamasında bileşenlerin suyu absorbe etmeleri ve pişirme aşamasında sıcaklığın değişmesi sonucu suyun buharlaşarak yapıdan ayrılması ile ilgilidir (Roca ve ark, 2006).

Unlu mamullerden olan kek, pişirim sonrasında zamanla daha kuru bir hal almaktadır. Temelde bu durumun meydana gelmesinde; nem kaybı ve amilopektinin redrogradasyonun etkili oldukları vurgulanmaktadır (Gèlinas ve ark., 1987; Hesso ve ark., 2015b). Pişirme sıcaklığıyla üründe nem değişikliği olmaktadır. Kek kabuğunun nem içeriği içyapının nem içeriğinden daha düşük

olup, raf süresince suyun içyapıdan kabuğa doğru göç ettiği ve kabuktan dışarıya şeklinde yapıyı terk ettiği belirtilmektedir (Guy, 1983; Luyts ve ark., 2013).

Çizelge 4. 5'te 4 farklı meyve tozunun %2, %4 ve %6 oranlarda kullanımın, kontrol örneğine göre keklerin nem içeriklerinde meydana getirdiği değişimin incelenmesi amacıyla, nem değerleri verilmiştir. Keklere ait nem değerlerinin %34,25 ile %35,47 arasında değiştiği gözlenmiştir.

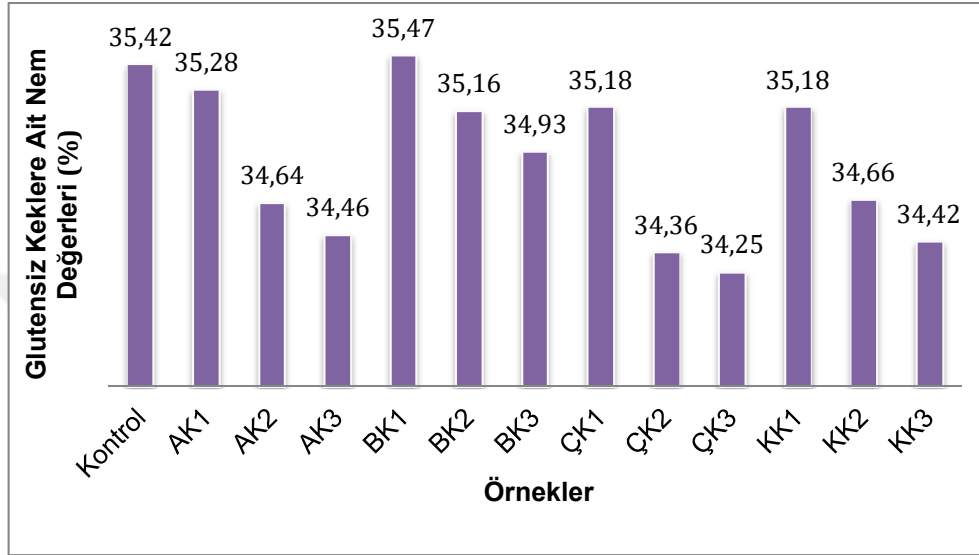
Çizelge 4.5. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Örneklerine Ait Nem Değerleri

Formül Kodu	Nem Değeri (%)
Kontrol	35,42±0,007 ^c
AK1	35,28±0,04 ^d
AK2	34,64±0,008 ^g
AK3	34,46±0,01 ^h
BK1	35,47±0,002 ^b
BK2	35,16±0,02 ^e
BK3	34,93±0,001 ^f
ÇK1	35,18±0,001 ^a
ÇK2	34,36±0,001 ^j
ÇK3	34,25±0,02 ^k
KK1	35,18±0,01 ^e
KK2	34,66±0,002 ^g
KK3	34,42±0,002 ⁱ

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

En yüksek nem değerinin %35,47 ile BK1 kodlu formülasyona ait olduğu, en düşük değer ise %6 çilek tozu ilaveli ÇK3 kodlu kek örneklerine ait (%34,25) olduğu saptanmıştır. Kontrole ait nem değeri %35,42 olduğu tespit edilmiştir. %2' lik meyve tozu eklenmiş glutensiz kek örneklerinin nem değerleri kontrol

numunesiyle yaklaşık olarak aynı olduğu oran arttıkça nem değerlerinde genel olarak azalma eğilimi gözlenmiştir.



Şekil 4.5. Kontrol ve Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Kek Örneklerine Ait Nem Değerlerinin Kıyaslanması (%)

Meyve tozu ilave edilen farklı formülasyonların kendi içinde farklılıklar göstermiş olup oranı %2'den %6'a arttıkça genel olarak nem değerinde de düşüş gözlenmiştir. Ahududu tozunun eklendiği keklerin nem değerleri %35,28-%34,46 arasında değişmiştir. Böğürtlen tozunun eklendiği keklerin ise %35,47-%34,93 arasında değişkenlik göstermiştir. Aynı oranlarda çilek tozu kullanıldığında ise kek nem değerlerinde % 35,18'den %34,25'e düşüş olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir meyve olan karadut oranı arttıkça nem değerleri %35, 18, %34,66 ve %34,42'a doğru azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Meyve tozu oranı arttıkça nem değerleri arasında ki farklılıklar istatistiki olarak ($p > 0.05$) anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4. 5). Nem değerlerindeki farklılıkların oluşması meyvelerin içeriğindeki bileşenlerle bağlantılı olduğu düşünülmüştür.

Yapılan literatür araştırması nem değerlerine göre; hint inciri (Miranda ve ark., 2018); portakal meyve tozu (Kırbaş ve ark., 2018); yeşil muz unu (Türker, 2018); incir çekirdeği unu (Takma ve ark., 2021) çalışmalarda kullanılan meyve unu veya tozu nem değerleri çalışmamızla uyumluluk göstermiştir.

Kabak çekirdeği lifi kullanılarak geliştirilen glutensiz kek çalışmasında; kabak çekirdeği lifi %10 ve %20 oranlarda ilave edildiği ve oranın artmasıyla nihai üründe nem içeriğini artırdığı belirtilmiştir. Kontrol numunesinin en yüksek gözenek alan oranını gösterdiğini bu durumun da nem geçişini hızlandırıldığını ve pişirme aşamasında nem kaybını artmasına neden olduğu açıklanmıştır. Meydana gelen nem değerlerindeki farklılığın lif içeriğiyle bağlantılı olduğu vurgulanmıştır (Palacio ve ark., 2018).

Türker (2017), yaptığı çalışmada yeşil muz iç ve kabuk unun glutensiz kekte ikame edilip fonksiyonel ürün üretimi gerçekleştirilmiştir. Yeşil muz unun %20, %40, %60 ve %80 oranlarda ikame edildiği glutensiz kek örneklerin nem değerleri ile kontrol numunesine ait glutensiz kek nem değeri arasındaki değişim istatistiki olarak önemsiz olduğu ($p > 0.05$) belirtilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Kırbaş ve ark., (2018), glutensiz kek hamur örnekleri ile nihai ürün üzerinde portakal, elma ve havuç meyve tozlarının etkileri araştırmıştır. Glutensiz kek numunelerin nem değerlerine dair; kontrol grubunun nem değeri % 21,21 ile en yüksek nem değerini oluşturmuştur. Elma meyve tozunun ait kek formülasyonlarının nem değerleri ise; meyve tozu %5, %10 ve %15 oranları kullanıldığında, %16,71, %16,63 ve %17,60 arasında artış meydana gelmiştir. Aynı oranlarda kullanılan portakal meyve tozu içerikli kek nem değerleri ise % 18,36, %17,80 ve %16,88 meyve tozu oranının artmasıyla değerlerde azalma olmuştur. Havuç meyvesi içeren kek örneklerin nem değerleri % 15,54, %16,78 ve %16,51 kendi içinde değişkenlik gösteren değerler elde edilmiştir.

Miranda ve ark., (2018) çalışmalarında; hint inciri kabuğu tozu pirinç unu ile ikame edilerek glutensiz atıştırmalık üretimleri yapılmıştır. Kontrol nem değerleri %30 - %25 arasında değişirken, %10 oranında meyve tozu ikame edilen

kek örneklerin nem değerinin %10 - %5 arasında olduğu bunun nedenin kontrol formülasyonda pirincin yapısındaki nişasta da kaynaklandığı belirtilmiştir.

Çakmak ve arkadaşları (2021), yaptıkları çalışmada; çimlendirilmiş keten tohumunun kullanıldığı glutensiz keklerin nem değerlerin %17,98 ile %20,45 arasında değiştiğini ksantan gum ile çimlendirilmiş keten tohumunun nem değerleriyle spesifik bir ilişkilerinin olmadığı belirtilmiştir. Fakat ksantan gum ve keten tohumu kullanılan örneklerin kontrol örneğine kıyasla nem değerlerini arttırdığı açıklanmıştır.

Marchetti ve ark (2021), çalışmalarında; 2:2:6 oranında manyok nişastası, mısır nişastası ve pirinç unu formülasyonuna sırasıyla 20 ve 30 g/100 g (P20 ve P30) preslenmiş pekan cevizi kullanılarak glutensiz kekte etkisi araştırılmışlardır. Kontrol örneğin kek içi nem değeri %31,5 olduğu, sırasıyla P20 ve P30 ait keklerin nem değerleri ise % 32,6 ve %35,1 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

4.3.2. Pişme Kaybı

Ağırlık kaybı, pişirme sırasında suyun buharlaşmasına dayanmakta olup, gelişen hacim artışı ile kek yüzeyin artması sonucu yapıdan suyun buharlaşması ile gelişen bir durum şeklinde açıklanmaktadır (Dhen ve ark., 2016).

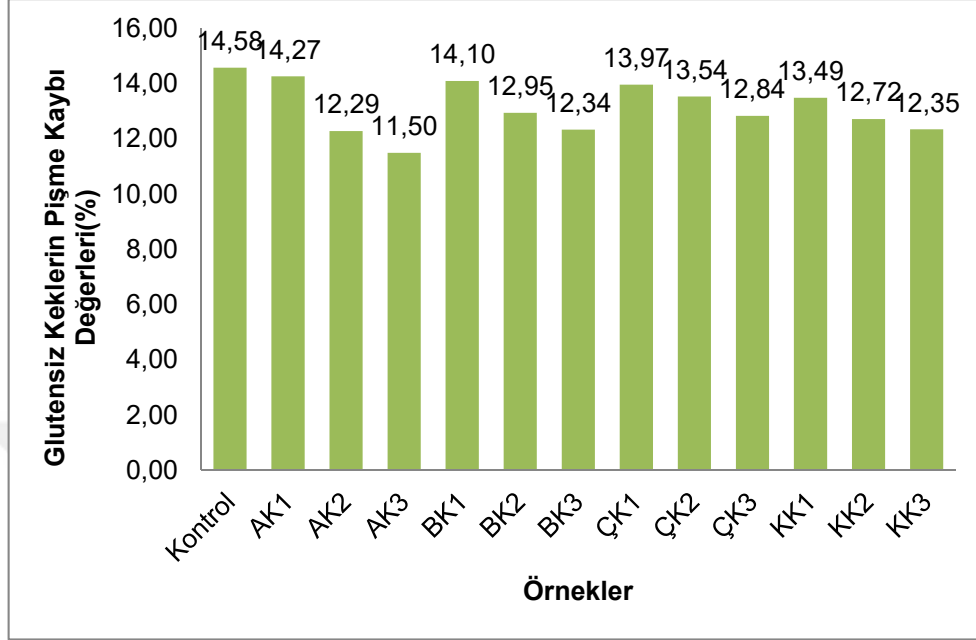
Çizelge 4. 6 'da kontrol grubu ile birlikte farklı oranlarda dondurularak kurutulmuş ahududu, böğürtlen, çilek ve karadut meyve tozları eklenmesinin etkisinin incelenmesi amacıyla, glutensiz keklere ait pişme kaybı değerleri verilmiştir. Meyve tozu kullanılan glutensiz kek formülasyonların kontrol grubuna ait pişme kaybı değeri % 14,58 olmak üzere en yüksek pişme kaybı değerine sahip glutensiz kek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı Oranlarda Meyve Tozu İlaveli Ve Kontrol Glutensiz Kek Örneklerine Ait Pişme Kaybı Değerleri

Formül Kodu	Pişme Kaybı Değerleri (%)
Kontrol	14,58±0,12 ^a
AK1	14,27±0,04 ^b
AK2	12,29±0,006 ⁱ
AK3	11,50±0,003 ^j
BK1	14,10±0,001 ^c
BK2	12,95±0,002 ^f
BK3	12,34±0,003 ^j
ÇK1	13,97±0,01 ^d
ÇK2	13,54±0,001 ^e
ÇK3	12,84±0,004 ^g
KK1	13,49±0,008 ^e
KK2	12,72±0,003 ^h
KK3	12,35±0,004 ⁱ

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Meyve tozu eklenen numuneler arasında ise en yüksek değer %14,27 ile AK1 kodunun kek örneklerine ait olup kontrol örneklerin onu takip ettiği tespit edilmiştir. Pişme kaybı değerlerinden en düşük değer %11,50 ile AK3 formülasyona ait keklerde gözlenmiştir. Genel olarak tüm formülasyonlarda meyve tozu arttıkça pişme kaybı azalmıştır. Formülasyonlarda kullanılan meyve tozu oranının artması ile pişme kaybı değerinde düşüş olması; suyu absorbe eden bileşenlerin (selüloz, hemiselüloz, lignin ve diğer diyet lifi bileşenleri) yapıda yer alması ve diğer girdilerin suyu bağlamalarından kaynaklı gelişen bir durum olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.6. Farklı Oranlarda Meyve Tozu Kullanılmış Keklerin Pişme Kaybı Değerinin Kıyaslanması (%)

Aynı zamanda keklerin spesifik hacim değerlerinin de aynı yönde değişim göstermesi pişme kaybı değerleriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Glutensiz gıdalarda kullanılan meyve veya sebze tozlarının nihai ürünün pişme kaybı ile ilgili benzer sonuçlar elde eden çalışmalar; yeşil muz kabuğu (YMKU) ve yeşil muz içi unu (YMİU) (Türker, 2017); yeşil muz unu (Radünz ve ark., 2020); karpuz kabuğu unu (Çelik, 2021) bulunmaktadır.

Türker (2017), yeşil muz içi unu (%20, %40, %60 ve %80) ve yeşil muz kabuğu ununun (%5, %10, %15 ve %20) farklı oranlarda glutensiz kek üretiminde kullanımın etkilerini incelemiştir. Yeşil muz kabuk unu (YMKU) kullanımının glutensiz keklerin pişme kaybı üzerinde etkisinin önemli olduğu açıklanmıştır. Buna göre, pişme kaybı değerlerinin %14,08-15,34 arasında değiştiği vurgulanmıştır. En düşük pişme kaybı değeri %20 YMKU ikame edilen örneklere ait olduğu (%14,08), en yüksek pişme kaybı değeri ise kontrol grubu keklerde %15,34 olarak gözlendiği ifade edilmiştir. Agama-Acevedo ve ark., (2009) ve

Tribess ve ark., (2009), pişme kaybı değerinde meydana gelen azalmanın yeşil muz içi ununun yapısındaki liflerin suyu absorbe etme kapasitesinden (3,94-6,31 g su /g kuru örnek) kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir. Saeidi ve arkadaşlarının (2018), yaptıkları çalışmada; pirinç unu esaslı glutensiz kek üretiminde nar tanesi tozu (0–50%) ve transglutaminaz (0–1,2%) kullanmıştır. Nar tanesi tozunun ve enzimin oranındaki artışın glutensiz keklerin pişme kaybı değerleri üzerinde anlamlı olmayan pozitif etki gösterdikleri belirtilmiştir.

Çakmak ve ark., (2021), yaptıkları çalışmada %0,5, %1, %2 olmak üzere farklı oranlarda çimlenmiş keten tohumu ve ksantan gamı kombine bir biçimde glutensiz kek üretiminde kullanmıştır. En yüksek pişme kaybının %0,5 oranında ksantan gam kullanılan örneğe ait olduğu belirlenmiştir.

Karpuz kabuğu tozu oranı %7, %14, %21 ve %28 olmak üzere 4 farklı konsantrasyonda glutensiz kek üretiminde kullanıldığında sırasıyla pişme kayı değerleri %11,03, %10,21, %9,74 ve % 7,88 olarak tespit edilip, istatistiksel olarak önemli derecede ($p < 0,05$) azaldığı belirtilmiştir (Çelik, 2021).

4.3.3. Spesifik Hacim

Keklerde spesifik hacim; kekin iç rengi, iç yapısı, doku, nem ve gözenek yapısı gibi özellikleri değerlendirmede belirleyici etki göstermektedir (Capriles ve ark., 2016). Keklerde yüksek spesifik hacim; daha yumuşak tekstürel yapı, daha gözenekli kek içi yapısı ve arzu edilen duyuşsal niteliklere sahip nihai ürün ile ilişkilendirilmektedir (Turabi ve ark., 2008). Hacim değeri yüksek unlu gıdalar ekonomik açıdan olumlu etki oluştururken aynı zamanda tüketiciyi de cezbetmektedir. Son hacim niteliği; hamur yapının pişirme aşamasında genişlemesine ve yapıdaki gaz formun tutulma yeteneğine bağlı olmaktadır (Palacio ve ark., 2018).

Çizelge 4. 7’de farklı oranlarda kullanılmış meyve tozu içerikli glutensiz keklere ait spesifik hacim değerleri verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere spesifik hacim değerleri 1,00 cm³/g ile 1,90 cm³/g arasında değişkenlik

göstermiştir. Bu farklılıkların meyve tozu kullanımına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol numunesine ait spesifik hacim değeri $1,23 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak tespit edilmiştir. En yüksek spesifik hacim değeri %2 karadut (KK1) meyve tozu kullanılan keklere ait olup $1,90 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak belirlenmiştir.

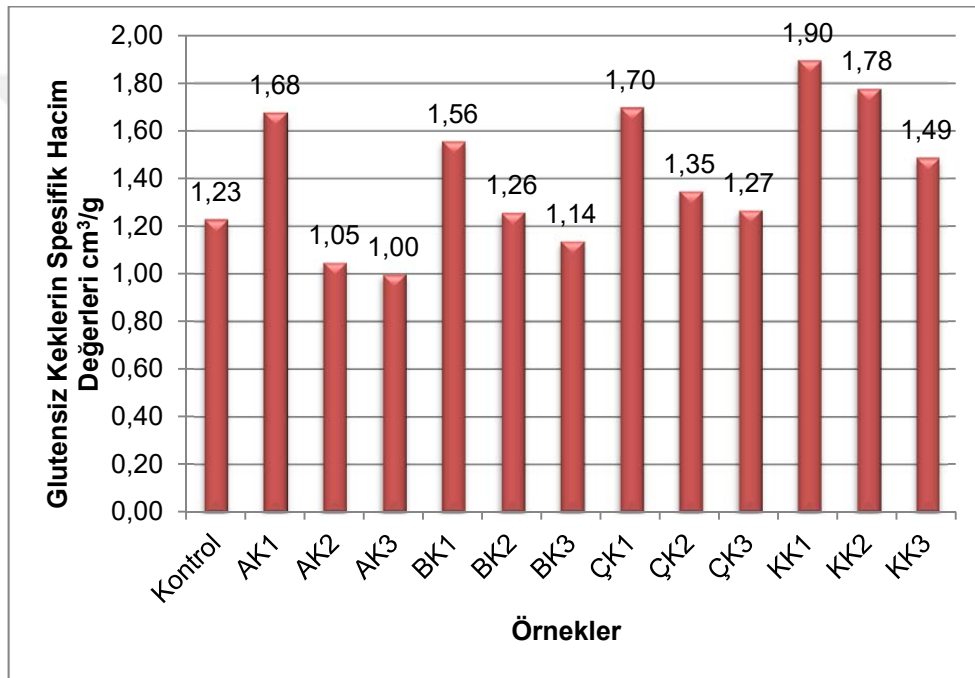
Çizelge 4.7. Farklı Oranlarda Meyve Tozu Kullanılmış Glutensiz Keklerin Spesifik Hacim Değerleri

Formül kodu	Spesifik Hacim değeri (cm^3/g)
Kontrol	$1,23 \pm 0,003^h$
AK1	$1,68 \pm 0,001^c$
AK2	$1,05 \pm 0,002^j$
AK3	$1,00 \pm 0,001^k$
BK1	$1,56 \pm 0,001^d$
BK2	$1,26 \pm 0,003^g$
BK3	$1,14 \pm 0,0005^i$
ÇK1	$1,70 \pm 0,05^c$
ÇK2	$1,35 \pm 0,002^f$
ÇK3	$1,27 \pm 0,0002^g$
KK1	$1,90 \pm 0,003^a$
KK2	$1,78 \pm 0,003^b$
KK3	$1,49 \pm 0,002^e$

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

En düşük spesifik hacim değeri ise % 6 oranda ahududu (AK3) içerikli kek örneklerine ait olup $1,00 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak saptanmıştır. Meyve oranının %2'den %6'a yükselmesi sonucu glutensiz kek numunelerin spesifik hacim değerlerinde azalma görülmüştür. Bu durumun hamur son özgül ağırlık değeriyle bağlantılı olduğu düşünülmüştür (Çizelge 4. 1). Özgül ağırlık değerinin, hamur yapısındaki gaz formun miktarının nihai üründe hacim, tekstür ve hassasiyet ile doğrudan ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Eggleston ve ark., 1992). Hamur özgül ağırlık değerinin,

düşük olması yapıda bulunan hava kabarcıklarını yeterli düzeyde korunamamasıyla son ürünün düşük hacimde olmasına, aynı şekilde yüksek değerlerde hamur özgül ağırlık değerinin, pişirme aşamasında gaz yapının gerekli seviyede genişmesini engelleyerek her iki durumda da düşük hacimde ürün elde edilir. İstenen hacim ve dokuda ürün niteliği için özgül ağırlık değeri önemsenmesi gerektiği belirtilmektedir (Gomez ve ark., 2007).



Şekil 4.7. Meyve Tozu Kullanılmış Kek Örneklerin Spesifik Hacim Değerin Kıyaslanması (cm³/g)

Şekilde 4.7’de verilen farklı formüllere ait keklerin spesifik değerlerinin incelenmesiyle; ahududu %2, %4 ve %6 oranlarda kullanılan meyve tozuna ait değerler 1,68 cm³/g, 1,05 cm³/g ve 1,00 cm³/g olduğu gözlenmiştir. Kontrol örneği ile kıyaslandığında meyve oranı arttıkça spesifik hacim değerleri arasında farkın azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 4. 7). Ahududu meyvesinin içeriğindeki asidik yapıda bileşenlerin varlığı nedeniyle spesifik hacim değerinin arasında ki farkın

fazla olmasında etkili olduğu düşünülmüştür. Böğürtlen meyvesine ait değerlerin $1,56 \text{ cm}^3/\text{g}$ - $1,14 \text{ cm}^3/\text{g}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çilek meyvesinin kullanıldığı kek örneklerin meyve oranının %2'den %6'ya artmasıyla spesifik hacim değerlerinin $1,70 \text{ cm}^3/\text{g}$ 'dan $1,27 \text{ cm}^3/\text{g}$ ' a düştüğü gözlenmiştir. Çilek meyvesinin kullanıldığı formülasyonlara ait tüm glutensiz keklerin spesifik hacim değerlerin kontrol numunesinin değerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4. 7). Karadut meyve tozunun ilave edilen kek örneklerin spesifik hacim değerlerin diğer meyve tozlarına kıyasla daha yüksek değerler $1,90 \text{ cm}^3/\text{g}$, $1,78 \text{ cm}^3/\text{g}$ ve $1,49 \text{ cm}^3/\text{g}$ olduğu ve aralarında anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Farkın oluşmasında meyvelerin içeriğinde bulunan bileşenlerin etkisi olduğu düşünülmüştür. Nihai kek spesifik hacim değerleri sadece yapıdaki gaz miktarına bağlı olmadığı, pişirim aşamasında gazın yapıda tutulmasıyla da ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Gómez ve ark., 2007). Diğer bir çalışmada; lif içeriğinin ağ yapısındaki suyu hapsedip bununda hamurdaki serbest nemin azalmasına ve pişirme aşamasında gaz yapının genleşmesinin engellemesiyle kek hacminin düşük olmasına neden olmaktadır (Hager ve ark., 2011; Sudha ve ark., 2007). Çalışmamızda meyve tozlarının içeriklerindeki bileşenlerin hamur yoğunluğunu artırması sonucu, nihai ürünün spesifik hacim değerinde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir.

Literatür araştırması sonucu elde edilen benzer çalışmalar; yeşil muz unu (Sarawong ve ark, 2014); siyah havuç tozu (Singh ve ark., 2015); havuç meyve tozu (Kırbaş ve ark., 2017); nar çekirdeği tozu (Saeidi ve ark., 2018) ; elma tozu (Azari ve ark., 2020); karpuz kabuğu (Çelik ve ark., 2021) kullanılan meyve tozlarıyla nihai ürünün spesifik hacim değerinde azalma gerçekleşmiş olup sonuçların çalışmamızla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Karpuz kabuğunun tozu pirinç unu ile ikame edildiği glutensiz kek üretiminde; karpuz kabuğu tozu (KKT) ikame edilen keklerin spesifik hacim değerlerinin kontrol örneklerine kıyasla daha düşük olduğu ve ikame oranı %7 den %28'e arttıkça spesifik kek hacim değerleri $2,28 \text{ cm}^3/\text{g}$ 'den $1,80 \text{ cm}^3/\text{g}$ 'e azaldığı

ve azalışın istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirtilmiştir (Wilderjans ve ark., 2013). Yeşil muz unun (%5-35) oranlarda glutensiz ekmek formülasyonunda kullanılarak etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; %25 oranına kadar eklenen muz unu spesifik hacim değerinde kontrol numunesine önemli ölçüde artış sağlarken, %30-35'lik oranlarda meyve tozu artışı glutensiz ekmek spesifik hacim değerlerinde azalma olmasıyla sonuçlandırılmıştır (Sarawong ve ark., 2013).

Jambolan meyve tozunun kullanıldığı yumurtasız glutensiz kek çalışmasında; keklerin spesifik hacim değerleri meyve oranı arttıkça azaldığı açıklanmıştır. En düşük spesifik hacim meyve oranının %30 eklendiği örneğe ait olup $1,74 \text{ cm}^3/\text{g}$ olduğu, en yüksek spesifik hacim değerinin ise $1,86 \text{ cm}^3/\text{g}$ olup jambolan meyvesinin kullanılmadığı ksantan gum içeren glutensiz keklerin olduğu belirtilmiştir (Pal Singh ve ark., 2014). Seguchi ve ark., (2014) çalışmalarında; muz unun farklı zamanlarda (yeşil muz =0 gün, sarı muz=5 gün ve olgunlaşmış siyah muz=44 gün) depolanmasıyla glutensiz ekmeklerin spesifik hacim değerleri üzerinde etkisi incelendiğinde; yeşil muz unun kullanıldığı çalışmanın spesifik hacim değeri $1,54 \text{ cm}^3/\text{g}$, sarı muz unu $1,60 \text{ cm}^3/\text{g}$ ve siyah muz unun $2,72 \text{ cm}^3/\text{g}$ olduğu açıklanmıştır.

Singh ve ark., (2015) havuç tozunun ksantan gum ile beraber glutensiz kek üretimine dahil edildiği çalışmada; en yüksek spesifik hacim değerinin $1,87 \text{ g/mL}$ olarak kontrol örneğine ait olduğu, en düşük spesifik hacim değeri ise %9 havuç tozu ikame edildiği glutensiz kek numunelerin sahip olduğu açıklanmıştır. Spesifik hacimde meyve tozu ikame edilmesiyle azalma meydana gelmesi havuçtaki lif bileşenlerden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Walker ve ark., 2014). Nar tanesi tozunun transglutaminaz enzimiyle birlikte kullanımının spesifik hacim değerlerini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir ($p < 0,01$). Lif bileşeni açısından zengin nar tanesi tozunun ve glutamin ile lizin proteinleri arasında çapraz bağ oluşturan transglutaminaz enziminin gaz taneciklerin genleşmesini olumsuz etkileyerek spesifik hacmin azalmasına neden olabileceği düşünülmüştür (Saeidi ve ark., 2018).

Kabak çekirdeği tozun (KÇT) glutensiz kek üzerinde etkisinin incelendiği araştırmada glutensiz keklerin spesifik hacim değerleri üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi görülmemiştir ($p < 0,05$) (Palacio ve ark., 2018).

Kırbaş ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada; en düşük spesifik hacim değerinin kontrol örneğine ait olduğu açıklamıştır. %5 portakal meyve tozu kullanılan örneklerin spesifik hacim değerlerinde değişimin görülmediği belirtilmiştir ($p > 0,05$). Artan lif kaynağı meyve tozu %5 portakal meyve tozu hariç, oranının genel olarak spesifik hacim değerinde azalmaya neden olduğu ve en düşük spesifik hacim değerinin $1,56 \text{ cm}^3/\text{g}$ ile %15 oranında kullanılan havuç tozuna ait olduğu belirlenmiştir. %15 havuç tozu kullanılmış ürünlerin en yüksek özgül ağırlık ve viskozite değerlerine sahip olmasıyla bağlantılı olarak spesifik hacim değeri ile viskozite ve özgül ağırlık aralarında negatif bir korrelasyon olduğu belirtilmiştir.

Ksantan gum ve çimlendirilmiş keten tohumu içeren örneklerin kontrol örneğine göre daha yüksek spesifik hacim değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Çakmak ve ark., 2021). Takma ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada glutensiz keklere ilave edilen incir çekirdeği tozunun spesifik hacim değerinde önemli bir farklılık göstermediğini belirtilmiştir ($p > 0,05$).

4.3.4. Yükseklik

Kek yükseklik ve hacim değerinin; karıştırma sırasında hamura katılan ve kabartıcı maddelerin oluşturduğu hava kabarcığı miktarı, pişirme aşamasında meydana gelen su buharı, ısıtma hızı, protein denatürasyonu ve nişasta jelatinizasyonu ile yapıda oluşan değişimlerle pozitif korelasyona sahip olduğu belirtilmektedir (Yang ve Foegeding, 2010). Çizelge 4. 8'de çalışmamıza ait glutensiz keklerin yükseklik değerleri verilmiştir. Buna göre, %2 meyve tozu kullanılan glutensiz keklere ait yükseklik değerlerinin kontrol numunesine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda, en yüksek yükseklik değerinin $40,45 \text{ mm}$ ile çilek (ÇK1) tozunun eklendiği keklerin sahip olduğu ve bunu

sırasıyla 40,39 mm ile karadut (KK1), 40,30 mm ahududu (AK1) ve böğürtlen (BK1) kodlu nihai ürünlerin 40,30 mm yükseklik değeri takip ettiği tespit edilmiştir.

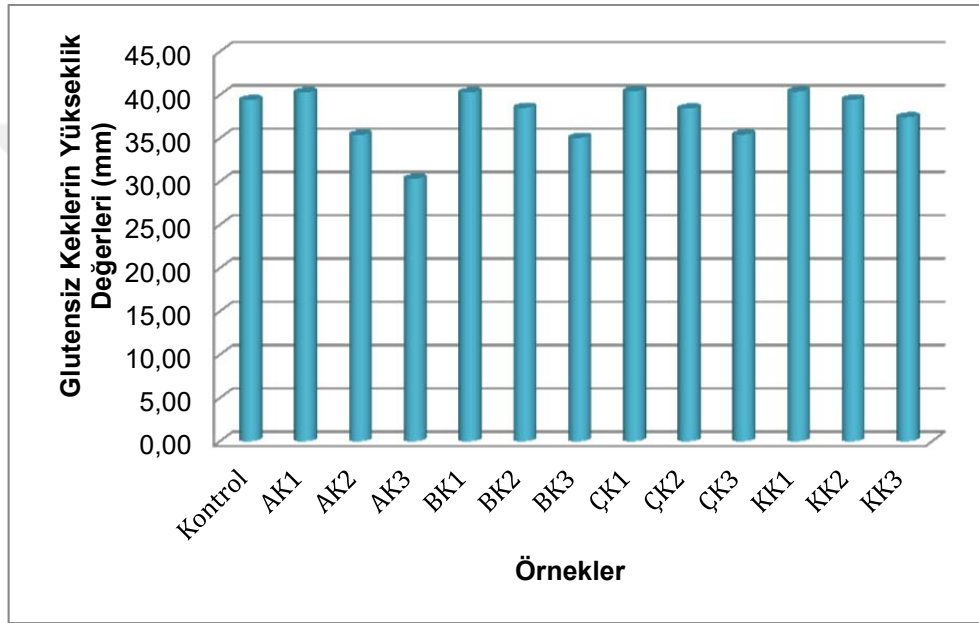
En düşük yükseklik değerine 35,05 mm olmak üzere %6 oranında böğürtlen kullanılan ait keklerin sahip olduğu ve bu değer kontrol grubu keklerin yükseklik değerinden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Formülasyonlardaki meyve tozu oranı %2'den %6'a arttıkça keklerin yükseklik değerlerinin azaldığı ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p < 0,05$) saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Kontrol İle Farklı Meyve Tozu Konsantrasyonuna Ait Glutensiz Keklerin Yükseklik Değerleri

Ürün Kodu	Yükseklik Değeri(mm)
Kontrol	39,42±0,05 ^e
AK1	40,30±0,002 ^c
AK2	35,39±0,04 ^l
AK3	30,33±0,02 ^l
BK1	40,30±0,001 ^c
BK2	38,51±0,001 [†]
BK3	35,05±0,03 ^k
ÇK1	40,45±0,001 ^a
ÇK2	38,44±0,003 ^g
ÇK3	35,43±0,0002 ^l
KK1	40,39±0,002 ^b
KK2	39,47±0,001 ^d
KK3	37,43±0,002 ^h

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Meyve tozu oranının artmasıyla yükseklik değerinin azalmasında, hamur son özgül ağırlığının artmasının etkili olduğu düşünülmüştür. Glutensiz keklerin spesifik hacim değerleri ve hamur son özgül hacim değerleri ile yükseklik değerleri arasında pozitif korelasyon olmasından kaynaklı, keklerin yükseklik değerlerindeki azalış hamur son özgül ağırlık değerleriyle ilişkilendirilebilir.



Şekil 4.8. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Keklerin Yükseklik Değerlerinin Kıyaslanması (mm)

Meyve tozlarının %2 oranına AK1, BK1, ÇK1 ve KK1 ait yükseklik değerleri 40,30 mm, 40,30 mm, 40,45 mm ve 40,39 mm olarak belirlenmiştir. Meyvelerin içeriğinde ki bileşenlerin olumlu etkisi olduğu düşünülmüştür. Karadut meyve tozunun kullanıldığı formülasyonların kek yükseklik değerleri 40,39 mm, 39,47 mm ve 37,43 mm aralarında farkın düşük olduğu ve aynı orana sahip diğer meyve tozlarının kullanıldığı formülasyonlardaki keklerin yükseklik değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. % 4 oranında AK2, BK2, ÇK2 ve KK2 kodlu

meyve tozlarının ilave edildiği formülasyonların yükseklik değerleri 39,47 mm ile 35,39 mm arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Meyve tozu oranının en yüksek olduğu %6 oranının yükseklik değerlerinin 30,05 mm ile en düşük BK3 kodlu formülasyonun keklere ait olduğu en yüksek yükseklik değerinin 37,43 mm ile KK3 kodlu üretimin keklerin sahip olduğu saptanmıştır. % 6 oranına sahip keklerin yükseklik değerleri % 2 ve % 4 oranlarda meyve tozu eklenmiş keklerin yükseklik değerlerine kıyasla daha düşük olması, konsantrasyondaki diğer girdilerin oransal olarak azalmasıyla gerekli etkinin gösterilememesi ile açıklanabilir.

Yapılan literatür araştırmasıyla; Jambolan meyvesinin (Singh ve ark., 2014), siyah havuç unun (Singh ve ark., 2015), yeşil muz unun (Türker, 2017), pikan cevizi tozunun (Marchetti ve ark., 2021), glutensiz keklerde kullanılması sonucu elde edilen yükseklik değerleri çalışmamızda elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Glutensiz ekmekte muz ununun kullanıldığı bir çalışmada; muz unu kullanılan keklerin yükseklik değerlerinin 44,0 mm olduğu, 5 gün depolanan sarı muz unun kullanıldığı nihai kek örneklerinin yükseklik değerinin 35,0 mm ve 44 gün depolandıktan sonra ise kullanılan muz unun son ürün kek yükseklik değeri 67,1 mm olduğu belirtilmiştir (Seguchi ve ark., 2014).

Singh ve ark., (2014) yaptıkları bir çalışmada; yükseklik değerinin sadece pirinç unu kullanılan kontrol grubu örneklerde en yüksek olduğu (35,6 mm), meyve tozunun oranının artmasıyla yükseklik değerinin kademeli olarak azaldığı (31,4 mm) ve ksantan gam ilavesinin kek yükseklik değerlerini etkilemediği açıklanmıştır.

Siyah havuç tozunun glutensiz kekte ham madde olarak kullanılan pirinç ununu ile ikame ettiği bir çalışmada; siyah havuç unu oranı %3'ten %9 'a arttıkça nihai ürünün yükseklik değerinin kademeli olarak azaldığı belirtilmiştir (Singh ve ark., 2015).

Türker, (2017) çalışmasında yeşil muz ununu glutensiz keklerde ikame maddesi olarak kullanmıştır. YMİU oranı arttıkça yükseklik değerinde artış olduğu, %20 YMİU ikamesiyle yükseklik değerinin (6,29 cm) olduğu ve kontrol grubu örneklerin yükseklik değerinden (5,55 cm) daha yüksek olmak üzere istatistiksel olarak farklı olduğu belirtilmiştir ($p < 0,0001$). Yeşil muz kabuğu unu (YMKU) kullanılan; glutensiz keklerde en yüksek yükseklik değerinin % 5 YMKU kullanılan keklerde elde edildiği tespit edilmiştir.

Pirinç unu, manyok ile mısır nişastasının (2:2:6) oranında kullandığı ve pekan cevizinin (%20-30) ikame edildiği glutensiz keklerin kontrol örneğin yükseklik değeri 4,81 cm %20 oranda ceviz tozu kullanılan örneğin yükseklik değeri 5,02 cm ve %30 orana sahip üretimin nihai örneğin yükseklik değeri 4,71 cm olarak belirtilmiştir (Marchetti ve ark., 2021).

4.3.5. Hacim İndeksi

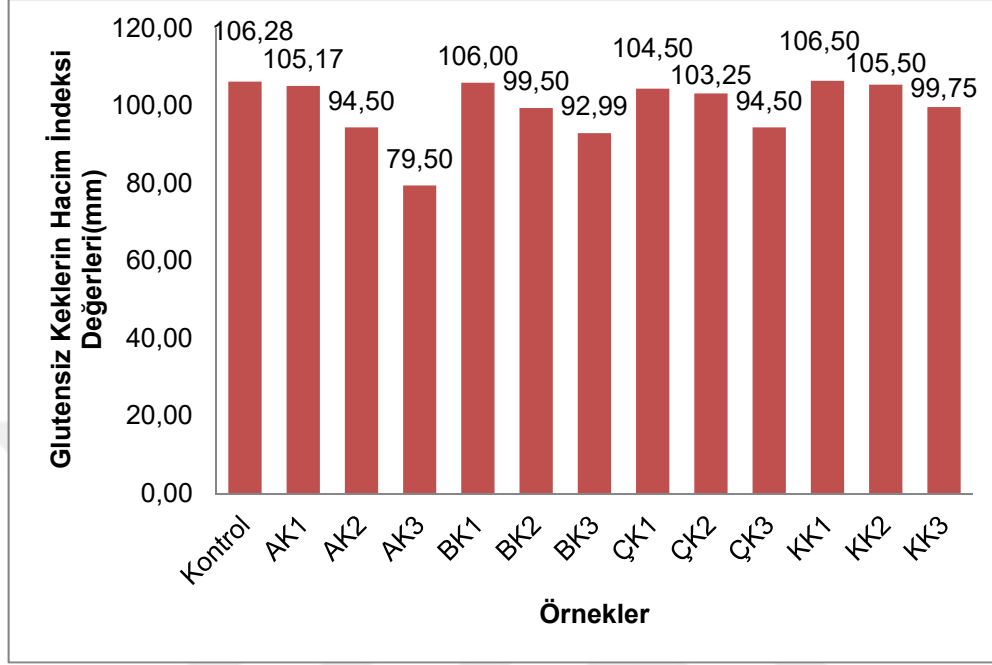
Hacim indeksi özelliğinin, hamur yapısında bulunan hava kabarcıkları ve gaz yapının nitelikleri ile pozitif bir etkileşim halinde olduğu ifade edilmektedir. Hacim indeksi değerinin düşük olmasının kekta istenmeyen içyapının gelişmesine, yüksek olmasının ise arzu edilen kek niteliklerin oluşmasını sağladığı açıklanmaktadır (Rahmati ve Tehrani, 2014).

Çizelge 4. 9'da çalışmamızın nihai ürünlerine ait hacim indeksi değerleri verilmiştir. Hacim indeksi değerlerin 79,50 mm ile 106,50 arasında değiştiği ve en yüksek hacim indeksi değerinin % 2 oranına sahip KK1 kodlu kek örneklerine ait olduğu; en düşük hacim indeksi değerinin ise % 6 oranında AK3 kodlu kek örneklerine ait olduğu görülmüştür. Kontrol örneği hacim indeksi değeri ise 106,28 mm olup KK1 kodlu örneklerin değeri ile birbirine yakın oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Keklerin Hacim İndeksi Değerleri

Formül Kodu	Hacim İndeksi Değerleri(mm)
Kontrol	106,28±0,0
AK1	105,17±0,0
AK2	94,50±0,0
AK3	79,50±0,0
BK1	106,00±0,0
BK2	99,50±0,0
BK3	92,99±0,0
ÇK1	104,50±0,0
ÇK2	103,25±0,0
ÇK3	94,50±0,0
KK1	106,50±0,0
KK2	105,50±0,0
KK3	99,75±0,0

Formülasyonlardaki meyve tozu miktarı artışıyla hacim indeksi değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Benzer şekilde spesifik hacim ve yükseklik değerlerinde de azalma meydana gelmesi hacim indeksi ile aralarında pozitif yönde bir ilişki olduğu ifade edilmiştir. Buna göre, hacim indeksi değeri ve yükseklik değeri arasında pozitif yönde yüksek düzeyde korelasyon (r : 0,98) bulunduğu ve regresyon katsayısının R^2 : 0,96 ($y=2,7465+2,571x$) olduğu belirlenmiştir. Hacim indeksi değeri ile spesifik hacim değeri arasında orta seviyede pozitif yönde korelasyon (r : 0,76) olduğu, regresyon katsayısının ise R^2 : 0,57($y=-1,4116+0,0282x$) değerde olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.9. Farklı Oranlarda Meyve Tozu Eklenmiş Kek Örneklerine Ait Hacim İndeksi Değerlerinin Kıyaslanması (mm)

Farklı oranlarda ve farklı meyve tozu kullanılan numunelerin hacim indeksi değerleri Şekil 4. 9’ da verilmiştir. Ahududu kullanılan numunelerin hacim indeksi değerlerinin çilek ve karadut meyve tozu kullanılan glutensiz keklere kıyasla olarak daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. En düşük hacim indeksi değerinin AK3 kodlu örneğe ait olduğu gözlenmiştir. Hamur son özgül ağırlık değerinin yüksek olması yapıya daha az hava kabarcığı alınması, hem de asidik özelliğinin yüksek olmasından kaynaklı yeterli CO₂ oluşmamasının sonucu düşük hacim indeksi değeri elde edilmesine neden olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4. 4).

Tüm meyve tozu oranları için en yüksek hacim indeksi değerleri karadut meyve tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait olup, bu değerlerin 99,75 mm ile 106,50 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek spesifik hacim değerleri ve aynı şekilde en yüksek yükseklik değerlerine de karadut meyve tozu ilaveli

keklerin sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4. 7 ve Çizelge 4. 8). Meyve tozu seviyesinin artmasıyla kek örneklerin hacim indeksi değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir ($p < 0,05$).

4.3.6. Büzülme Değeri

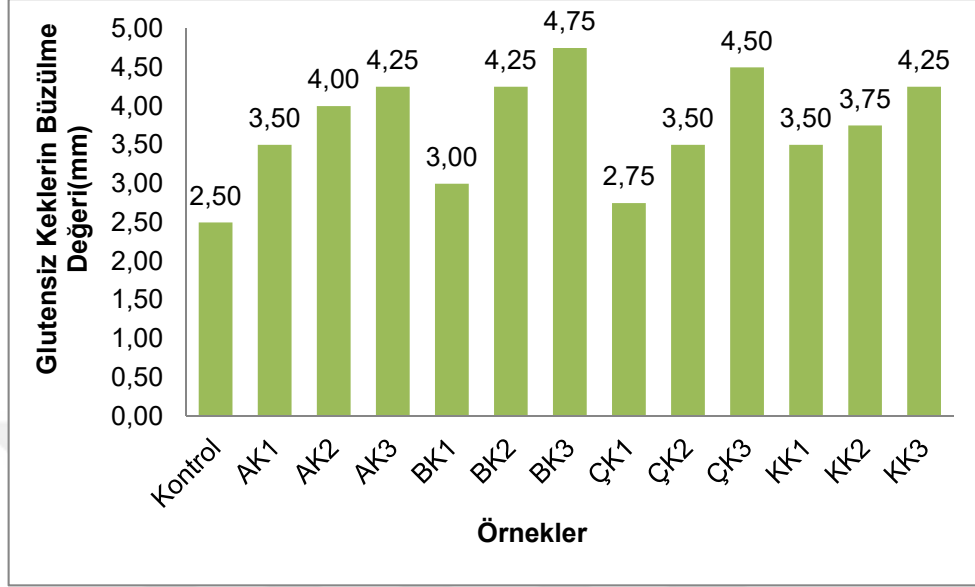
Piştirme aşamasında kek hamur örneklerinin konulduğu kalıplar ile piştirme işlemi sonrası kek örneklerinin aralarında ortaya çıkan yatay değişim büzülme değeri olarak ifade edilmektedir. Kek örneklerinin büzülme değeri, merkez yüksekliğinin çapına oranlanması ile tanımlanmakta olup ve elde edilen değerin 1'e eşit ya da yüksek olması kek örneklerinde çökme durumunun olmadığı, 1'den daha düşük olması halinde çökme olduğu belirtilmektedir (Arozarena ve ark., 2001).

Çizelge 4. 10'da farklı meyvelere ait tozların eklendiği kek örneklerin ve kontrol grubu numunesinin büzülme değeri verilmiştir. Kontrol numunesinin büzülme değerinin 2,50 mm olduğu ve meyve tozu ilavesi gerçekleştirilmiş kek örneklerin büzülme değerinin ise 2,50 mm ile 4,75 mm arasında değiştiği gözlenmiştir. En yüksek büzülme değerinin 4,75 mm ile BK3 kodlu örneklere ait olduğu, en düşük büzülme değeri ise 2,50 mm olarak kontrol grubu keklere ait olduğu belirlenmiştir. Meyve tozu oranının % 2'den % 6'a artışının tüm meyve çeşitlerinin ilave edildiği kek örneklerinin büzülme değerlerinde artışa neden olduğu kaydedilmiştir. Kek örneklerin büzülme değerinde meydana gelen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.10. Kontrol Örneği İle Meyve Tozu Kullanılmış Glutensiz Keklerin Büzülme Değerleri

Formül Kodu	Büzülme Değeri(mm)
Kontrol	2,50±0,0
AK1	3,50±0,0
AK2	4,00±0,0
AK3	4,25±0,0
BK1	3,00±0,0
BK2	4,25±0,0
BK3	4,75±0,0
ÇK1	2,75±0,0
ÇK2	3,50±0,0
ÇK3	4,50±0,0
KK1	3,50±0,0
KK2	3,75±0,0
KK3	4,25±0,0

Şekil 4.10 ‘de verilmiş olan meyve tozu eklenmiş kek örneklerinin büzülme değerleri karşılaştırıldığında; % 6 oranında meyve tozuna sahip formülasyonların büzülme değerlerinin 4,25 mm ile 4,75 mm arasında değiştiği görülmüştür. % 2 oranında meyve tozu ilave edilmiş formülasyonların kek örneklerinin en yüksek büzülme değeri 3,50 mm ile AK1 ve KK1 kodlu kek örneklerine ait olduğu gözlenmiştir. En düşük büzülme değerin 2,75 mm ile ÇK1 kodlu formüle ait olduğu tespit edilmiştir. Böğürtlen meyve tozu kullanılmış kek formüllerinin büzülme değerleri ortalamaları 4,00 mm olup diğer meyve çeşitlerine göre daha yüksek olduğu tayin edilmiştir. En düşük büzülme değerlerinin ortalaması ise çilek meyvesinin (3,58 mm) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı Meyve Tozu İlave Edilmiş Kek Örneklerinin Büzülme Değerlerinin Kıyaslanması (mm)

Genel tüm meyve çeşitlerinin büzülme değeri meyve tozu miktarı arttıkça büzülme değeri de artmış olup, bu durum hamur özgül ağırlık değerinin yüksek olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Hamur özgül ağırlık değeri ile kek örnekleri büzülme değeri arasında pozitif bir korelasyon ($r = 0,79$) olup regresyon katsayısı $R^2: 0,63$ ($y = -14,07 + 18,56x$) olarak belirlenmiştir.

4.3.7. Renk

Renk, ürünü meydana getiren girdiler ile son ürün nitelikleri, ürünün kalitesi ilgili bilgi veren ve tüketicilerin önemseydiği kalite özelliklerinden biridir (Velioğlu, 1987). Unlu mamüllerin renk niteliğini etkileyecek birçok faktör mevcuttur. Bunlar, kullanılan girdiler, pişirme koşulları (sıcaklık ve zaman kombinasyonu, fırında kullanılan buhar) ve pişirme aşamasında meydana gelen kimyasal reaksiyonlar olarak sıralanmaktadır (Matos ve ark., 2014). Sıcaklığın artmasıyla ve üretimi gerçekleştirilen ürünün bileşenlerin etkileşim sonucu maillard ve karamelizasyon reaksiyonları renk pigmentlerini etkileyerek ürün renginin

oluşumunu sağlamaktadır (Gularte ve ark., 2012). Glutensiz gıdalar, nişasta bazlı ham madde içerikleri sebebiyle, yapısında gluten proteini bulunan ham madde ile üretilenlere göre daha açık renge sahiptir. Ancak özellikle unlu gıdalardan biri olan kekte biraz daha koyu kabuk ve sarımsı iç renk arzu edilmektedir (Çakmak, 2021).

Çizelge 4. 11’de glutensiz kek örneklerinin kabuk renk parametreleri verilmiştir. Glutensiz keklerin kabul L^* değerleri incelendiğinde en yüksek L^* değerinin (81,48) kontrol örneğine ait olduğu belirlenmiştir. En düşük kabuk L^* değerinin ise 54,47 ile KK3 kodlu % 6 karadut meyve tozu içeren keklere ait olduğu gözlenmiştir. Kontrol numunesinin pirinç unu bazlı olup içerisinde rengi etkileyecek başka bileşen içermemesi keklerin kabuk renginin kremi olmasıyla sonuçlanmıştır. Karadut meyve tozu pirinç ununa kıyasla daha koyu olması, meyve tozunun eklenmesiyle şeker, protein oranının artması ve pişirme sıcaklığıyla ham maddenin ve diğer bileşenlerin etkileşimiyle oluşan maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarının nihai üründe renk değişimini meydana getirmesinden kaynaklanmıştır (Matos ve ark., 2014). Meyve tozlarının eklenme seviyesinin artması açıklık değerinde azalma ile sonuçlanması da aynı sebeple ilişkilendirilmiştir.

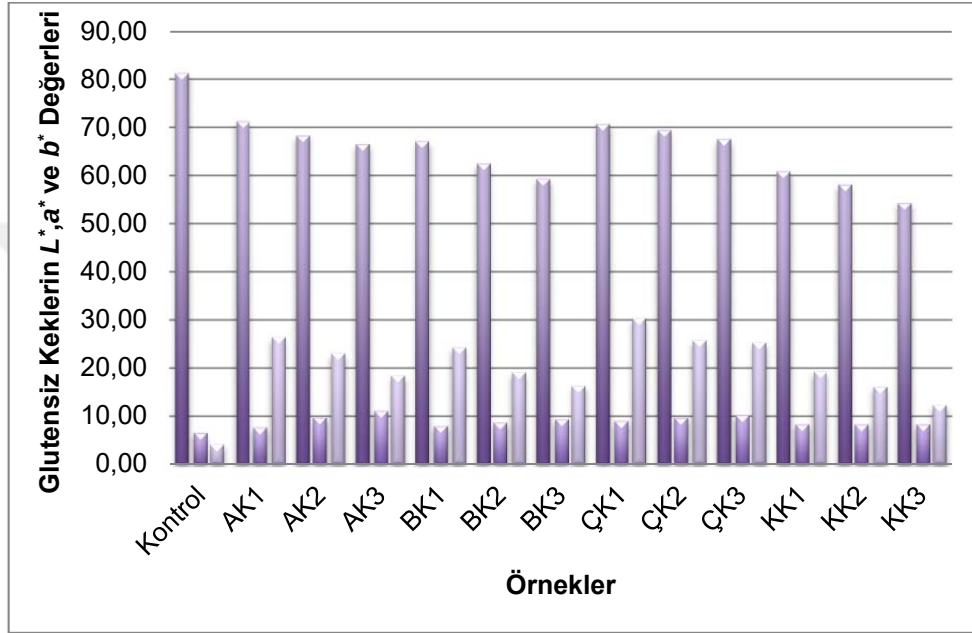
Çizelge 4.11. Meyve Tozu Eklenmiş Ve Kontrol Glutensiz Keklerin Kabuk Renk (L^* , a^* ve b^*) Değerleri

Formül Kodu	L^* değeri	a^* değeri	b^* değeri
Kontrol	81,48±0,005 ^a	6,69±0,004 ^l	40,33±0,006 ^a
AK1	71,45±0,004 ^b	7,86±0,002 ^k	26,56±0,002 ^c
AK2	68,48±0,003 ^e	9,86±0,004 ^c	23,28±0,001 ^g
AK3	66,68±0,002 ^h	11,25±0,003 ^a	18,56±0,003 ^j
BK1	67,31±0,003 ^g	8,08±0,001 ^j	24,46±0,001 ⁱ
BK2	62,67±0,002 ⁱ	8,86±0,003 ^g	19,27±0,002 ⁱ
BK3	59,49±0,003 ^k	9,48±0,001 ^e	16,47±0,002 ^k
ÇK1	70,88±0,004 ^c	9,18±0,003 ^f	30,52±0,002 ^b
ÇK2	69,63±0,002 ^d	9,78±0,002 ^d	25,98±0,001 ^d
ÇK3	67,76±0,002 ^f	10,37±0,002 ^b	25,43±0,002 ^e
KK1	61,06±0,03 ^j	8,46±0,003 ^h	19,51±0,002 ^h
KK2	58,29±0,004 ⁱ	8,46±0,003 ^{hi}	16,24±0,002 ^j
KK3	54,47±0,006 ^m	8,45±0,003 ⁱ	12,50±0,002 ^m

(¹)Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Kontrol örneği kabuk a^* değeri 6,69 olup, glutensiz kekler arasında en düşük değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek a^* değeri ise 11,25 ile AK3 kodlu üretim örneklerine ait olup, genel olarak meyve tozu seviyesi arttıkça a^* değerinde de artış gözlenmiştir. Renk parametrelerinden b^* değerinin ise kontrol kek numunesinde 40,33 ile en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Meyve oranlarının artması sonucu genel olarak b^* değerlerinde azalma meydana geldiği ve en düşük değer 12,50 ile KK3 kodlu kek örneklerine ait olduğu saptanmıştır. Xu ve Diosady (2000) yaptıkları çalışmada; meyve tozu miktarı arttıkça benzer değişimler gözlemlendiği ve bu durumun gelişmesinde biyoaktif bileşiklerin etkili olduğu rapor edilmiştir. Farklı meyve tozlarına ait kabuk renk parametrelerinin (L^* , a^* ve b^*) kontrol grubuna kıyasla değişim göstermeleri yapılarında yer alan

biyoaktif bileşenlerin yanı sıra yapıya dahil edilen şeker ve proteinin pişirim işleminde etkileşimiyle maillard ile karamelizasyon reaksiyonlarından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.11. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozu Eklenmiş Kek Kabuk Renk Değerlerin Kıyaslanması

Keklerin kabuk L^* değerlerin ortalama olarak en düşük 57,94 ile karadut meyve tozunun kullanıldığı keklere ait olduğu saptanmıştır. Daha koyu renkte kek kabuk rengi gelişiminin meyvenin tozunun kendi doğal renginden kaynaklandığı gözlenmiştir. En yüksek L^* değerine sahip kek grubunun ise 69,42 ile çilek meyve tozu içerenler olduğu saptanmıştır. Kek örneklerinde de renk nitelikleri açısından gözle görülebilecek farklar olduğu tespit edilmiştir (EK1). Bu değişimin gözlenmesinde meyve tozların kendilerine has renkleri ve bileşimlerindeki bileşenlerin etkili olduğu düşünülmüştür.

Kek örneklerinin kabuk a^* değerleri incelendiğinde; karadut meyve tozu ilave edilen örneklerin a^* değerleri 8,46-8,45 olduğu aralarında çok az fark olduğu

saptanmıştır. Ahududu kullanılan üretimin kek örneklerin kabuk a^* değerlerinin 7,86 ile 11,25 arasında değiştiği meyve miktarının artmasıyla değerin değiştiği ve bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Ahududu meyve tozunun kullanıldığı örneklerin dışındaki numunelerin genel kendi içlerinde değerlerin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Örneklerin b^* değerlerinden ahududu miktarı % 2'den % 6 'a arttıkça kek örneklerin 26,56'dan 18,56 'e düşüş gözlenmiştir. Böğürtlen kullanılan örneklerin b^* değerleri 24,46 ile 16,47 arasında değiştiği görülmüştür. % 2 oranında çilek eklenmiş örneklerin b^* değeri 30,52 olup, % 4 ve % 6 seviye de kullanılan örneklerin b^* değeri 25,98 ile 25,43 neredeyse aynı değerde oldukları saptanmıştır. Karadut meyve tozu ilave edilmiş kek numunelerin b^* değerinin ortalaması 16,08 olup diğer meyve tozlarının değerleri ile kıyaslandığında en düşük değerlere sahip olduğu belirtilmiştir.

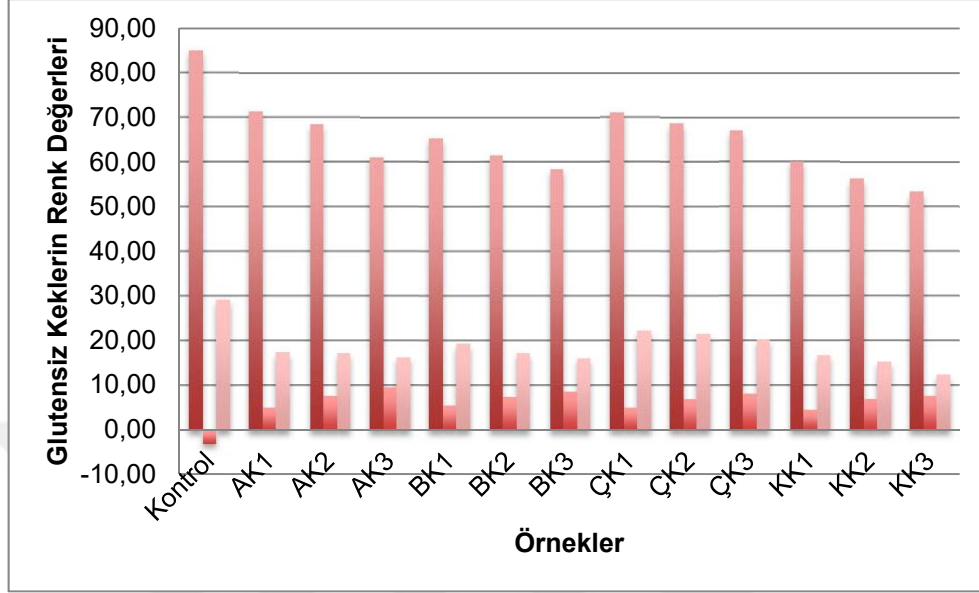
Çizelge 4.12 de tüm formülasyonların kek örneklerine ait kek örneklerin iç renk değerleri verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; en yüksek L^* değeri 85,15 ile kontrol keklerine ait olduğu gözlenmiştir. Kontrol numunesi ham maddenin yapısından kaynaklı açık renkte olduğu belirtilmiştir. En düşük kek iç L^* renk değeri ise 53,36 ile KK3 kodlu örneğe ait olduğu saptanmıştır. Meyve tozunda bulunan renk maddelerin ve reaksiyonların sonu gelişen bir durum olarak düşünülmüştür. Glutensiz kek örneklerden iç renk a^* değerinin kontrol grubu numunesinin -3,05 olarak en düşük değere sahip olduğu en yüksek a^* değerinin 9,67 ile AK3 kodlu formülasyonun keklere ait olduğu açıklanmıştır. Keklerin b^* değerlerinin 12,39 ile 29,26 arasında değiştiği ve meyve tozu miktarının artmasıyla renk parametrelerinden kek kırıntı L^* ile b^* değerlerinde düşüş a^* değerinde ise artış gözlenmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı Meyve Tozlarının Eklendiği Glutensiz Keklerin İç Renk Değerleri

Formül Kodu	L^* değeri	a^* değeri	b^* değeri
Kontrol	85,15±0,0003 ^a	-3,05±0,02 ^m	29,26±0,004 ^a
AK1	71,45±0,002 ^b	5,14±0,003 ^l	17,45±0,001 ^f
AK2	68,55±0,001 ^e	7,67±0,002 ^e	17,21±0,002 ^h
AK3	61,11±0,002 ^l	9,67±0,003 ^a	16,37±0,001 ^l
BK1	65,42±0,05 ^g	5,50±0,001 ^l	19,42±0,003 ^e
BK2	61,56±0,003 ^h	7,38±0,002 ^f	17,35±0,003 ^g
BK3	58,35±0,004 ^k	8,66±0,003 ^b	16,18±0,002 ^k
ÇK1	71,27±0,004 ^c	5,05±0,002 ^k	22,38±0,0007 ^b
ÇK2	68,66±0,005 ^d	6,98±0,007 ^h	21,65±0,005 ^c
ÇK3	67,20±0,002 ^f	8,21±0,001 ^c	20,31±0,002 ^d
KK1	60,20±0,002 ^j	4,50±0,002 ^j	16,82±0,006 ⁱ
KK2	56,22±0,003 ^j	7,01±0,004 ^g	15,35±0,002 ^l
KK3	53,36±0,005 ^m	7,76±0,003 ^d	12,39±0,004 ^m

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Kek içinin sıcaklığının kabuk kısmından daha düşük olması, maillard ve karamelizasyon sıcaklığın etkisiyle gerçekleşip nihai ürün renginde etkili olan reaksiyonların etkisi daha düşük olup, sıcaklık derecesinin düşük olması halinde karamelizasyon reaksiyonu gerçekleşmemektedir (Gómez ve ark., 2007). Bundan ötürü kek örneklerin kabuk L^* değeri kırıntıya kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4. 11). Yapılan bir çalışmada elma posasının kek iç kısmındaki renk değişimlerinin meydana gelen enzimatik esmerleşmenin gelişmesinde etkili olan meyve tozundaki polifenol bileşiklerden kaynaklandığı açıklanmıştır (Lu ve ark, 2010).



Şekil 4.12. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozlarının Eklendiği Keklerin İç Renk Değerlerin Kıyaslanması

Glutensiz kek formülasyonlarına ilave edilen meyve tozlarının nihai ürünün iç renk parametreleri üzerinde etkili olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Kek numunelerinden ahududu meyve tozu içeren örneklerin iç L^* 71,45 ile en yüksek değerine sahip olurken en düşük L^* değeri 53,36 ile karadut meyve tozunun % 6 seviyede kullanılan kek örneklerine ait olduğu gözlenmiştir. Ahududu L^* değeri 71,45'ten 61,11'e düştüğü, böğürtlen meyve tozunun kullanıldığı üretimlerin nihai örneklerin iç L^* 65,42 ile 58,35 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çilek meyve tozunun ilave edildiği %2 lik orana sahip örneğin L^* değeri 71,27 ile ahududu %2'lik oranda kullanıldığı örnek değerine çok yakın olduğu, %4 ve %6 oranların da birbirine yakın değerlerde olduğu belirtilmiştir. Bu meyve tozlarının birbirine yakın renklerde olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Karadut meyve tozunun kullanıldığı kek örneklerin iç L^* değeri kabuk değerleri gibi düşük olduğu aynı şekilde meyve tozunun kendi rengiyle ilişkilendirilmiştir. Keklerin iç a^* değerleri en düşük % 2 karadut (KK1)

kek örneklerine ait olduğu, en yüksek ise % 6 ahududu (AK3) örneklerin sahip olduğu tespit edilmiştir. Meyve tozlarının miktarı arttıkça a^* değerinin de arttığı gözlenmiştir. Meyve tozlarının bileşimindeki polifenolik bileşenlerle bağlantılı olduğu açıklanmıştır. Glutensiz kek iç b^* değerleri her meyvenin kendi içinde farklılık gösterdiği, meyve tozu miktarı arttıkça b^* değerinin azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.12).

Yapılan literatür araştırması sonucu; Singh ve ark., (2014); jambolan meyve tozunu kullandıkları çalışmalarında ürün kabuk ve iç L^* ve b^* değerlerinin, Singh ve ark., (2015); siyah havuç tozu ikame edilen çalışmada kabuk ve iç L^* , b^* ve bazı a^* değerleri, Majzoobi ve ark., (2016); havuç tozu kullandığı glutensiz pandispanyada L^* , b^* ve a^* değerlerin, Majzoobi ve ark., (2017); havuç tozu ikame edildiği çalışmada iç L^* ve a^* değerlerin, Türker (2017); muz içi unu ikamesinin L^* , b^* ve a^* değerleri, muz kabuğu unun ikamesinde ise L^* ve b^* değerleri, Miranda ve ark., (2018); hint inciri ikame edildiği çalışmada L^* ve a^* değerleri, Rozylo ve ark., (2019); mürver meyve tozunun kullanıldığı çalışmada iç L^* ve b^* değerleri, Rozylo ve ark., (2019); böğürtlen tozunun kullanıldığı çalışmanın L^* , b^* ve a^* değerleri, Azari ve ark., (2020); elma tozunun ikame edildiği ürün kabuk L^* , b^* ve a^* değerleri, iç ise L^* ve a^* değerleri, Lancetti ve ark., (2020); yer elması eklendiği nihai ürünün L^* ve a^* değerleri, Takma ve ark., (2021); incir çekirdeğinin ilave edildiği çalışmanın iç L^* ve a^* değerleri, Çelik (2021); karpuz kabuğu ikame edildiği ürün kabuk ve iç L^* b^* değerleri, Machetti ve ark., (2021); L^* , b^* ve a^* değerlerin benzer sonuçlar verdiği ve çalışmamızı destekler nitelikte oldukları saptanmıştır.

Singh ve ark., (2014) jambolan meyve posası (JMP) kullanımının glutensiz yumurta içermeyen keklerin kalite özellikleri üzerindeki etkisi araştırdıkları çalışmada; JMP miktarı arttıkça a^* değerinin azaldığı belirtilmiştir. Kek formülasyonunda JMP seviyesinin artmasıyla nihai ürünün hem kabuk hem de iç L^* değerinde düşüş olduğu ve bu düşüşün keklerde koyuluk meydana getirdiği belirtilmiştir.

JMP formülasyonlardaki miktarının artması keklerin kabuk ve iç rengin a^* değerinin azaldığı ve negatif değerler elde edilmiştir. En düşük b^* değerinin 30 g JMP ilave edilen keklerde gözlemlendiği bildirilmiştir. Siyah havuç tozunun pirinç unuyla yapılan glutensiz keklerde ikame edici olarak kullanıldığı başka bir çalışmada, keklerin bazı özellikleri incelenmiştir. Havuç tozu ikame seviyesinin artmasına bağlı olarak keklerin renklerinin koyulaştığı (kabuk ve iç renk L^* değerinin azaldığı), ve bu durumun rengin koyu olmasında havuçta bulunan antosiyanin pigmentlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Xu ve Diosady, 2000). Diğer bir çalışmada; kabuk ve iç a^* değerinin % 6 havuç tozu ile azaldığı oranın % 9 seviyesine artmasıyla a^* değerinin arttığı gözlenmiştir. Havuç tozu oranının artmasıyla artması b^* değerinde azalma meydana geldiği, havuç tozunun hem kabuk hem de iç b^* değeri üzerinde önemli bir etki gösterdiği gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Singh ve ark., 2015).

Farklı partikül (210 ve 500 μm) boyutlarına sahip havuç posa tozu, %10, %20 ve %30 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda glutensiz pandispanya formülasyonuna eklenerek kalite nitelikleri değerlendirilmiştir. Havuç posa tozunun eklenmesi ile protein ve şeker içeriğinin artması, ile gelişen maillard ve karamelizasyon reaksiyonları sonucu kek kabuk yapısında kahverengi renk oluşumu gerçekleşmektedir (Singh ve ark., 2015a,b). Havuç posa tozunun kek kabuk rengini iyileştirdiğini ancak kek iç renginde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili olmadığı belirtilmiştir (Majzoobi ve ark., 2016). Havuç posası tozu kullanımının glutensiz kekteki etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada; formülasyona dahil edilen havuç posa tozunun etkisiyle kek iç rengi L^* değerinin düştüğü, a^* ve b^* değerlerinin yükseldiği gözlenmiştir (Majzoobi ve ark., 2017).

4.3.8. Tekstür

Tekstür, gıdaların yapısal, mekanik ile yüzey özelliklerinin, görme, işitme, dokunma ve kinestetik yöntemle belirlendiği bir kalite özelliğidir (Szczeniak, 2002). Tekstür kavramı ürünün şeklini ve kalite düzeyini belirlemektedir. Tekstür

özelliklerin reolojik ve duyuşsal olarak birbirleriyle ilişkili oldukları açıklanmaktadır (Foegeding ve ark., 2003). Besinlerin tekstürel özelliklerin algılanmasında oral duyarlılık ve duyu reseptörlerin önemli olduğu, besin maddelerinin çiğnenmesi fiziksel nitelikleri açısından önem oluşturmaktadır (Bourne, 2002).

Szczesniak (1963) tarafından; tekstürel karakterlerin sınıflandırılması ve değerlendirme cetvelinin geliştirmesiyle, besinlerin tekstürel özelliklerin incelenme aşamasında duyuşsal anlamda katkı sağlamıştır. Oluşturulan değerlendirme cetvelinde yer alan her bir noktanın bir tekstür özelliği temsil ettiği ve bunların sertlik, yapışkanlık elastikyet vb. olduğu belirtilmektedir.

4.3.8.1. Sertlik

Tekstür analizinde sertlik değeri ilk sıkıştırmanın bitişi ile probun geri çekilmeye başladığı nokta olarak tanımlanmaktadır (Nishinari ve ark., 2013). Sertlik; gıda maddesinin maruz kaldığı etkiye karşı gösterdiği güçlü olup bir başka deyişle katı besin maddesinin öğütücü dişler arasında ve yarı katı formdaki besinlerin damak ile dil arasında uygulanan kuvvete karşı koyma gücü olarak açıklanmaktadır (Szczesniak, 2002). Çizelge 4.13' te kullanılan meyve tozların, kontrol grubuna kıyasla kek sertlik özelliğine etkisinin değerleri verilmiştir. Kek sertlik değerlerinin 1314,02 g ile 3142,91 g arasında değiştiği gözlenmiştir. Kontrol numunesinin sertlik değerinin 1457,02 olduğu, en yüksek sertlik değerinin ise 3142,91 g ile AK3 kodlu örnekler için olduğu belirlenmiştir. En düşük sertlik değeri ise % 2'lik çilek tozu eklenmiş örneklerde tespit edilmiştir. % 2 meyve tozu içeren örneklerinin sertlik değerinin genel olarak kontrol örneğinden düşük olduğu saptanmıştır.

Meyve tozu oranı artmasıyla keklerin sertlik değerinin de düzenli şekilde arttığı gözlenmiştir. Sudha ve ark., (2007), meyvelerde bulunan diyet lifin sertliği arttırdığını bildirmektedir. Kek sertlik değeri ile spesifik hacim değeri arasında negatif yönde bir eğilim olduğu açıklanmaktadır (Gomez ve ark., 2010). Meyve

tozu oranının % 2'den % 6'a artması sertlik değerinde de artışa, aralarında negatif korelasyon olan spesifik hacim değerlerinin de azalışa neden olduğu ve bunun istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli düzeyde anlamlı olduğu açıklanmıştır (Çizelge 4.7). En yüksek sertlik değeri sahip AK3 kodlu keklerin en düşük spesifik hacim değerine de sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7). Kek örneklerinin spesifik hacim ve sertlik değerleri arasında negatif bir korelasyon ($r = - 0,78$) bulunduğu ve regresyon katsayısının $R^2: 0,62$ ($y = 3803,96 - 1463,07x$) olduğu tespit edilmiştir.

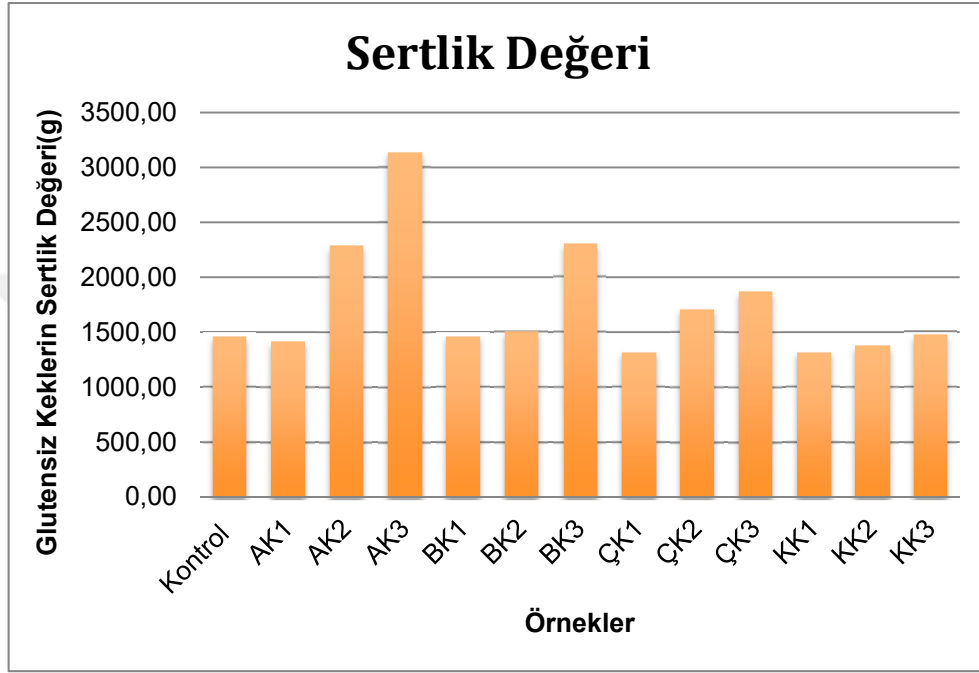
Çizelge 4.13. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Örneklerin Sertlik Değeri

Formül Kodu	Sertlik Değeri(g)
Kontrol	1457,02±1,66 ^f
AK1	1417,38±13,03 ^g
AK2	2294,51±6,45 ^b
AK3	3142,91±37,46 ^a
BK1	1461,61±12,31 ^f
BK2	1503,17±5,46 ^e
BK3	2301,56±3,56 ^b
ÇK1	1314,03±1,68 ⁱ
ÇK2	1713,30±1,73 ^d
ÇK3	1875,41±5,27 ^c
KK1	1316,32±1,23 ⁱ
KK2	1377,50±11,67 ^h
KK3	1473,40±8,04 ^f

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Kırbaş ve ark. (2017); lif kaynağı olarak kullanılan meyve tozu konsantrasyonundaki artışın kek sertlik değerini önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir. Kontrol örneği ile % 5 havuç tozu ve % 5 portakal meyve tozu ilave edilen keklerin arasında sertlik değerleri açısından fark olmadığı tespit edilmiştir

($p>0,05$). Sertlik değeri en yüksek olan kekin, en düşük spesifik hacim değerine sahip olan % 15 oranında havuç meyve tozu içeren örnek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozunun Eklendiği Kek Sertlik Değerinin Kıyaslanması

Yapılan literatür araştırmasıyla; yeşil muzunun (Sarawong ve ark., 2014); yeşil muz iç ve kabukunun (Türker, 2017); guava meyve tozunun (Arslan ve ark., 2017); yeşil muzunun (Kaur ve ark., 2017); portakal meyve tozunun (Talens ve ark., 2017); karpuz kabuğu tozunun (Çelik, 2021); glutensiz ürünlerde kullanılması sonucu elde edilen sertlik değeri çalışmamızda elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Jambolan meyve pulpunun eklendiği formülasyonların nihai ürünlerin sertlik değeri; 10 g jambolan meyve pulpu eklenen örneklerin sertlik değerinin kontrol numunesine göre yükseldiği, meyve miktarı arttıkça sertlik değerinin kademeli olarak azaldığı gözlenmiştir (Singh ve ark., 2015). Yapılan başka bir

çalışmada; farklı partikül boyutundaki havuç tozu kullanılan kek örneklerinin, kontrol örneğine kıyasla daha sert olduğu belirlenmiştir. Bu durum, kontrol numunesinin yoğunluğunun yüksek olmasından dolayı daha sıkı bir dokuya sahip olmasıyla sonuçlanmış ve farklı partikül boyutundaki meyve tozuna ait örneklerin sertlik değerlerinin birbirlerine yakın olduğu belirtilmiştir (Majzoobi ve ark., 2016).

Yeşil muz içi ve kabukunun glutensiz kekin kalite niteliklerinin geliştirilmesi amacıyla kullanıldığı bir çalışmada; % 60 oranına kadar YMİU'nun formülasyona dahil edilmesi keklerin sertlik değerini etkilenmezken, %60 ve %80 seviyelerinde YMİU ikamelerinde sertlik değeri arttığı belirtilmiştir. Muz kabukunu oranı arttıkça keklerin sertlik değerlerinin (257,76 - 1027,20 g) artış gösterdiği açıklanmıştır (Türker, 2017). Majzoobi ve ark., (2017) çalışmalarında; farklı oranlarda havuç tozunun hidrokolloid karışımıyla glutensiz kek kalitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Havuç tozunun tek başına veya hidrokolloidlerle birlikte kullanımının nihai ürünün sertlik değerini düşürdüğü açıklanmıştır.

Glutensiz ekmek karışımına guava meyve tozunun eklendiği bir çalışmada; glutensiz ekmeğinin sertlik değerlerinin $2,38 \pm 0,05$ ile $2,73 \pm 0,10$ N arasında değiştiği belirtilmiştir. Guava meyve tozundaki diyet lifin serbest suyu bağlaması ve su kaybını azaltmada etkili olması sebebiyle glutensiz ekmek sertlik değeri azalma eğiliminde olduğu bildirilmiştir. Öte yanda meyve tozu oranındaki artışın spesifik hacim değerini düşürdüğünü bununla bağlantılı olarak sertlik değerinin yükselme yönünde eğilim gösterdiği açıklanmıştır (Arslan ve ark., 2017).

Karpuz kabuğu tozunun (KKT) glutensiz kekte ikame edilmesiyle nihai ürünün sertlik değeri, ikame oranı arttıkça sertlik değerinde istatistiksel olarak önemli derecede artış belirlenmiştir ($p < 0.05$). KKT ikame edildiği örneklerin kontrol numunesine kıyasla yüksek olması meyvedeki lif içeriğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Meyve yan ürünlerinde bulunan diyet lifin su ve yağ bağlama kapasitesi tahıl yapısında yer alan liflere kıyasla daha fazla olduğu belirtilmektedir (Elleuch ve ark., 2011). KKT'nun lif içeriğinin yüksek olması yağ ve su bağlama

yeteneğinin daha kıvamlı kek karışımı ve daha sert doku yapısında kek oluşmasına neden olduğu düşünülmüştür (Çelik ve ark., 2021). Pekan cevizinin glutensiz keklerde ikame edici olarak kullanıldığı başka bir çalışmada; keklerin sertlik değerinin pekan cevizi miktarı arttıkça kontrol örneklerine kıyasla azaldığı belirtilmiştir (Marchetti ve ark., 2021).

4.3.8.2. Yapışkanlık

Birincil mekanik tekstürel özellik olan yapışkanlık, duyuusal yönden kekin dişler, damak ve dil arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli olan güç olarak belirtilmektedir. Yapışkanlık değeri, TPA’de sıkıştırma sırasında görülen ilk negatif alanın hesaplanması işlemi ile elde edilmektedir (Wee ve ark., 2018). Gıda ürünlerinin üretim aşamasından itibaren, paketlenme, taşıma ve depolama süresi boyunca herhangi bir zarara uğramadan tüketiciye ulaşması için yapışkanlık değerinin yüksek olmasının önemsinmesi gereken bir durum olduğu bildirilmektedir (Geera ve ark., 2011). Aynı zamanda yapışkanlık, gıdanın iç direncinin bir ifadesi olup yapıdaki üç boyutlu protein ağının kalite niteliği ile bağlantılı olduğu bildirilmektedir (Paraskevopoulou ve ark., 2015). Bu bağlamda gluten proteinlerinin oluşturduğu ağ yapısının nitelikli olması, gluten miktarının ve kalitesinin yüksek olması halinde nihai ürünün yapışkanlık özelliğinin daha iyi olmasına neden olacağı belirtilmektedir (Jarpa-Parra ve ark., 2017).

Meyve tozlarının glutensiz keklerdeki yapışkanlık değerlerinde kontrol örneğine göre meydana getirdiği değişim Çizelge 4.14’te verilmiştir. Glutensiz keklerin yapışkanlık değeri incelendiğinde; 0,28 - 0,47 arasında değişmekte olduğu gözlenmiştir. En yüksek yapışkanlık değerinin kontrol grubu örneklerle, en düşük değerin ise %6 karadut meyve tozu içeren kek örneğine ait olduğu tespit edilmiştir. Bütün meyve tozu çeşitleri için, formülasyondaki oranın artması yapışkanlık değerini düşürmüştür.

Çizelge 4.14. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Yapışkanlık Değeri

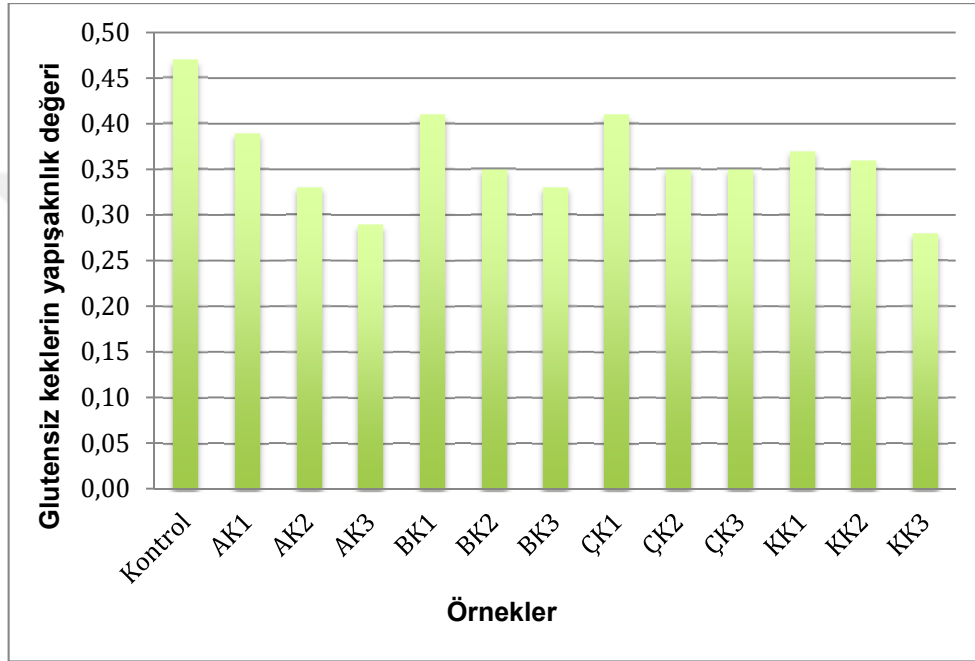
Formül Kodu	Yapışkanlık Değeri
Kontrol	0,47±0,003 ^a
AK1	0,39±0,006 ^c
AK2	0,33±0,005 ^f
AK3	0,29±0,007 ^g
BK1	0,41±0,002 ^b
BK2	0,35±0,008 ^e
BK3	0,33±0,02 ^f
ÇK1	0,41± 0,005 ^b
ÇK2	0,35±0,01 ^e
ÇK3	0,35±0,01 ^e
KK1	0,37±0,006 ^d
KK2	0,36±0,004 ^{de}
KK3	0,28±0,007 ^g

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Java eriği olarak da bilen jambolan meyvesinin yumurtasız glutensiz kek nitelikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Meyve posasının eklendiği örneklerin yapışkanlık değerlerinin genel olarak arttığı açıklanmıştır (Singh ve ark., 2014). Siyah havuç unun yumurtasız glutensiz keklerde diyet lif kaynağı olarak kullanıldığı çalışmada benzer yapışkanlık değerleri elde edilmiştir. % 6 konsantrasyonda siyah havuç unu kullanılan pirinç unu esaslı glutensiz keklerin yapışkanlık değerinin kontrol grubu keklere kıyasla daha düşük, %9 konsantrasyonda siyah havuç unu kullanılanlarda ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Singh ve ark., 2015).

Bir başka çalışma ise; farklı partikül boyutundaki 210 µm (HT210) and 500 µm (HT500) havuç meyve tozunun pirinç ve mısır nişasta (1:1, w/w) ile farklı oranlarda (% 10, % 20 ve % 30) ikame edildiği glutensiz pandispanya

kekinin kalite nitelikleri değerlendirilmiştir. HT210 ait yapışkanlık değerinin artan havuç tozu konsantrasyonu ile sırasıyla 0,81 - 0,80 ve 0,76 olduğu, HT500 kodlu farklı oranlardaki örneklerin 0,81- 0,78 ve 0,76 olduğu gözlenmiştir (Majzoobi ve ark., 2016).



Şekil 4.14. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozlarının Eklendiği Kek Örneklerinin Yapışkanlık Değerlerinin Kıyaslanması

Kırbaş ve ark., (2019) portakal, havuç ve elma tozlarını glutensiz keklerde kullandıkları çalışmalarında, havuç tozu hariç diğer meyve tozlarının artışına koşut olarak örneklerin yapışkanlık değerlerinin önemli ölçüde azaldığını, meydana gelen azalmanın meyve tozunun lif içeriğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir ($p<0,05$).

Glutensiz kek üretiminde ham maddenin incir çekirdeği unu ile ikame edildiği çalışmada; incir çekirdeği unu konsantrasyondaki artışın nihai ürünün yapışkanlık değerlerinin arttığı bildirilmiştir (Takma ve ark., 2021).

4.3.8.3. Elastikyet

Elastikyet, gıda maddesine uygulanan birinci ve ikinci sıkıştırma arasındaki toparlanma derecesinin ölçülmesiyle elde edilen bir değerdir. Bu tekstürel parametre, elastik ürün ile bağlantılı olup arzu edilen bir kek özelliği olduğu belirtilmektedir (Shevkani ve Singh, 2014).

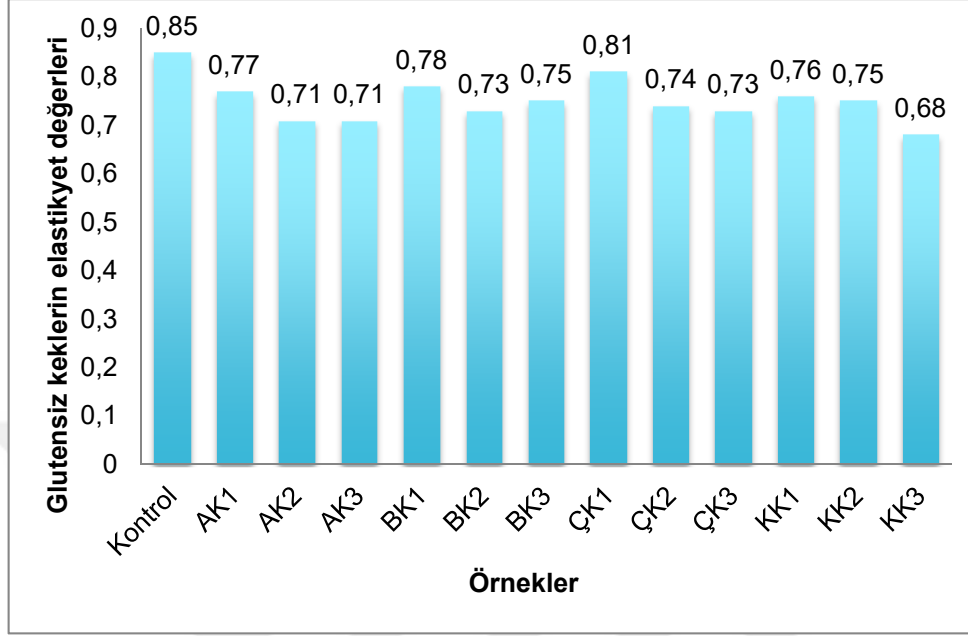
Analiz sonuçları değerlendirildiğinde; glutensiz kek örneklerini elastikyet değeri 0,68 ile 0,85 arasında değişmektedir. En yüksek elastikyet değerinin kontrol numunesine ait olduğu gözlenmiştir. En düşük değer ise %6 karadut içeren KK3 kodlu formülasyonda tespit edilmiştir. Farklı meyve tozları konsantrasyonundaki artışın elastikyet değeri üzerindeki etkisinin benzer olmadığı tayin edilmiştir. Buna göre, çilek ve karadut meyve tozlarının miktarının %2'den %6'ya artması sonucunda elastikyet değerinde düzenli bir azalma olduğu saptanmıştır. Öte yandan, ahududu ve böğürtlen meyve tozlarının formülasyondaki seviyelerinin %2'den % 6'ya arttırılmasının nihai ürünün elastikyet değerinin azalmasına neden olduğu fakat bu azalmanın düzenli olmadığı görülmüştür. İki meyve çeşidinin oranının %2'den %4'e yükselmesi elastikyet değerini azaltmış ama %6 lık meyve oranına sahip üretimlerin son ürün elastikyet değerleri %4 meyve tozu seviyesindeki numunelerin elastikyet değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Glutensiz kek örneklerinde meyve tozu seviyesi arttıkça elastikyet değerinin genel olarak azaldığı ve sertlik değerinin ise arttığı göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda da benzer bir yaklaşım olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı Formülasyonlara Ait Gultensiz Kek Örneklerin Elastikyet Değerleri

Formül Kodu	Elastikyet Değeri
Kontrol	0,85±0,02 ^a
AK1	0,77±0,004 ^{cd}
AK2	0,71±0,003 ^l
AK3	0,71±0,001 ^{hi}
BK1	0,78±0,004 ^c
BK2	0,73±0,007 ^{igh}
BK3	0,75±0,005 ^{etg}
ÇK1	0,81±0,01 ^b
ÇK2	0,74±0,009 ^{tg}
ÇK3	0,73±0,006 ^{ghi}
KK1	0,76±0,01 ^{de}
KK2	0,75±0,006 ^{et}
KK3	0,68±0,01 ^l

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Fonksiyonel glutensiz ekmek formülasyonunda nar çekirdeği tozu kullanımının elastikyet değerini önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir. En yüksek elastikyet değerleri nar çekirdeği tozunun %2,5, %5 ve %7,5 oranlarda kullanımına ait örneklerde gözlenmiştir. Elde edilen değerlerin %11,5 – %17 aralığında seyrettiği ve kontrol numunesinden daha yüksek olduğu kaydedilmiştir (Bourekoua ve ark., 2018).



Şekil 4.15. Farklı Oranlarda Farklı Meyve Tozlarının Kullanıldığı Glutensiz Keklerin Elastikyet Değerlerin Kıyaslanması

Glutensiz kek üretiminde ksantan ile pektin karışımından oluşan hidrokolloid ve farklı seviyelerde havuç meyve tozu kullanımının ürün kalitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada; farklı seviyelerde havuç tozunun bireysel ve hidrokolloidler ile kombinasyon halinde kullanımı sonucu niahi ürün elastikyet değerlerinin azaldığı belirtilmiştir (Majzoobi ve ark., 2017).

Polifenol bileşenler ve diyet lif açısından zengin olan elma tozunun, ksantan gam ve nişastayla beraber glutensiz kek üretiminde kullanıldığı çalışmada; buğday unu örneğinin en yüksek, elma tozu örneğinin ise en düşük elastikyet değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Azari ve ark., 2020). Birçok vitamin ve polifenolik bileşen açısından zengin olan karpuz tozunun glutensiz kek üretiminde kullanımı sonucunda; elastikyet değerinde istatistiksel olarak düşüş ($p < 0,05$) meydana geldiği bildirilmiştir. Topkaya, (2017) sertlik değerinin artmasıyla ilişkili olarak elastikyet değerinin azaldığını ifade etmiştir (Çelik, 2021).

4.3.8.4. Çiğnenebilirlik

Çiğnenebilirlik; katı besini yutabilecek boyutlara ayırabilmek için gerekli olan enerji olarak tanımlanmakta olup bir başka şekilde ürünün yutulma kıvamına gelebilmesi amacıyla yeterli çiğneme sayısı olarak da açıklanmaktadır (Gerçekaslan ve ark., 2007; Karaoğlu, 2010). Yapılan analizler sonucu meyve tozlarının miktarlarının artması nihai ürün çiğnenebilirlik değerinde istatistiksel olarak önemli bir artış olduğu belirtilmiştir ($p < 0,05$). En yüksek çiğneme değeri 748,25 ile %6 oranda ahududu meyve tozu eklenmiş numuneler sahipken, en düşük 327,07 ile %6 oranında karadut içeren formülasyonana ait KK3 kodlu örnekler göstermiştir. Ahududu ilave edilmiş üretimlerin çiğneme değeri 415,63 ile 748,25 arasında değişmiştir. Dokusal parametrelerden sertlik ile çiğnenebilirlik değerleri arasında pozitif korelasyon olmasından kaynaklı en yüksek sertlik ve çiğneme değeri AK3 kodlu örneğe ait olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.13) Bir başka meyve olan böğürtlen ise % 2, % 4 ve % 6 lık formülasyonların değerleri 363,67, 414,49 ile 554,08 olduğu gözlenmiştir.

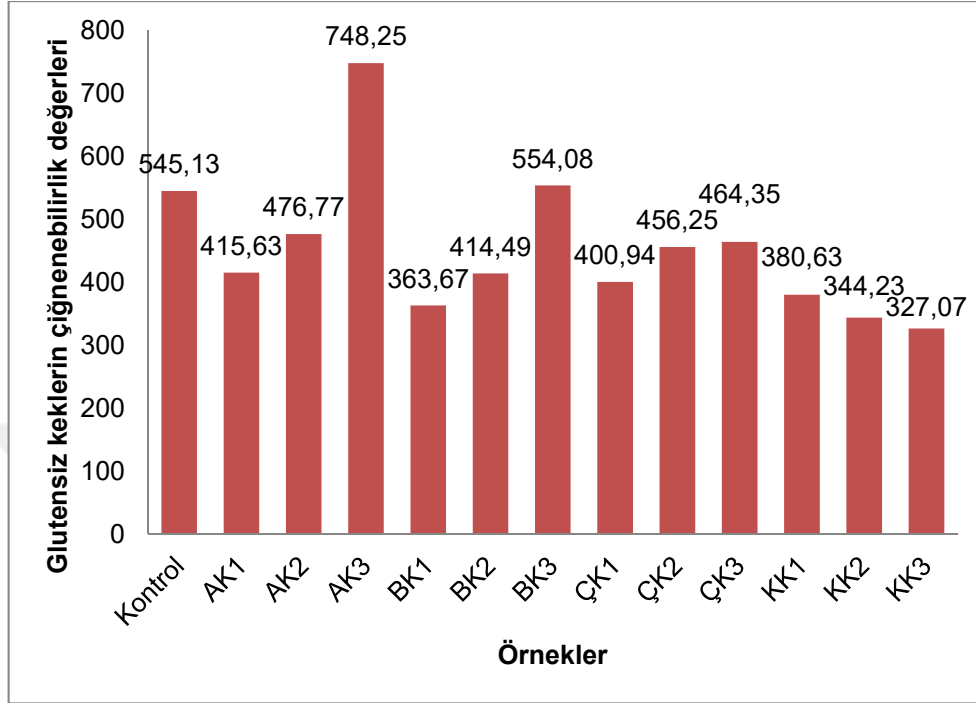
Çilek meyve tozunun formülasyondaki seviyesi %2'den %6'ya arttıkça çiğnenebilirlik değeri de 400,94'ten 464,35'e yükselmiştir. Karadut meyvesi dışında diğer meyve çeşitlerinin meyve tozu miktarı arttıkça çiğneme değeri de artmıştır. Bunu kek örneklerinin sertlik değeri de desteklediği gözlenmiştir. %6 seviyesinde ahududu ve böğürtlen meyve tozlarının eklendiği örneklerin kontrol numunesine kıyasla çiğneme değerinde artış olduğu, sertlik değerinin de aynı eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm meyve çeşitlerinin %2 ve %4 oranlarının örneklerinin çiğneme değeri kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kek örneklerinin çiğnenebilirlik ve sertlik değeri arasında pozitif yönde korelasyon ($r = 0,86$) bulunduğu, regresyon katsayısının $R^2: 0,74$ ($y = 138,10 + 0,180x$) ve istatistiksel olarak önemli düzeyde anlamlı olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.16. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Çiğnenebilirlik Değerleri

Formül Kodu	Çiğnenebilirlik Değeri
Kontrol	545,13±0,85 ^c
AK1	415,63±0,38 ^g
AK2	476,77±0,81 ^d
AK3	748,25±1,41 ^a
BK1	363,67±2,54 ^l
BK2	414,49±0,42 ^g
BK3	554,08±0,94 ^b
ÇK1	400,94±0,30 ^h
ÇK2	456,25±2,77 ⁱ
ÇK3	464,35±0,81 ^e
KK1	380,63±0,44 ^l
KK2	344,23±0,70 ^k
KK3	327,07±1,43 ^l

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Glutensiz pandispanyanın kalite niteliklerinin geliştirilmesi amaçlanan çalışmada farklı partikül boyutundaki (210 ve 500 µm) havuç posa tozu ikame edilmiştir. 210 µm boyutunun oranı arttıkça örneklerin çiğnenebilirlik değeri kontrole göre azalma göstermiştir (Majzoobi ve ark., 2016).



Şekil 4.16. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Çiğnenebilirlik Değerlerin Kıyaslanması

Yeşil muz içi unu (YMİU) (%20, %40, %60 ve %80) ve yeşil muz kabuk unu (YMKU) (%5, %10, %15 ve %20) ikame edilen glutensiz keklerin bazı kalite özellikleri kontrol numunesi ile karşılaştırılmıştır. %60 YMİU ikame oranına kadar ki seviyeye örneklerin çiğnenebilirlik değerinin etkilenmediği fakat %60 ve %80 oranlarda değer arttığı bildirilmiştir. Yeşil muz kabuk un ikame miktarı arttıkça keklerin çiğnenebilirlik değerlerin (164,52-567,19 g) arasında değiştiği gözlenmiştir (Türker, 2017).

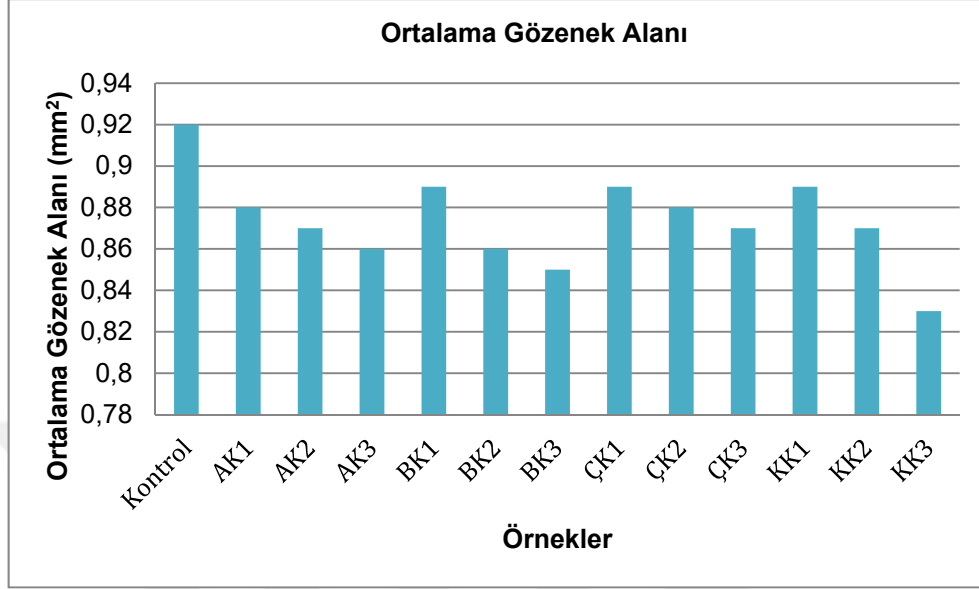
Nar çekirdeği tozunun glutensiz ekmekte ikame edilmesiyle fiziksel, duyuşal ve antioksidan özellikleri açısından değerlendirildiği üretimde; nar çekirdeği tozunun formülasyondaki seviyesinin artışıyla çiğnenebilirlik değerinin kontrol numunesine kıyasla % 10 kadar azaldığı bildirilmiştir (Bourekoua ve ark., 2018).

İncir çekirdeği unun glutensiz kap keklerde kullanılmasının son ürünlerdeki fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerin değerlendirildiği bir çalışmada; çiğneme değeri doğrusal eğilimde artış göstermediği fakat %30 oranda incir çekirdeği tozu kullanılan örneğin kontrol örneğine göre daha iyi özellik gösterdiği belirtilmiştir (Takma ve ark., 2021). İnsan sağlığını olumlu etkileyen bazı besin bileşeni içeren karpuz kabuğu, belirli işlemlerle kurutularak glutensiz kekteki etkisinin araştırılmıştır. Karpuz kabuğu tozu (KKT) formülasyondaki seviyesinin artmasıyla çiğneme değerinde istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edilmiştir. Çiğnenebilirteki artışın sertlik değeri ile ilişkili olduğu açıklanmıştır (Çelik, 2021).

4.3.9. Gözenek Boyut Dağılımı

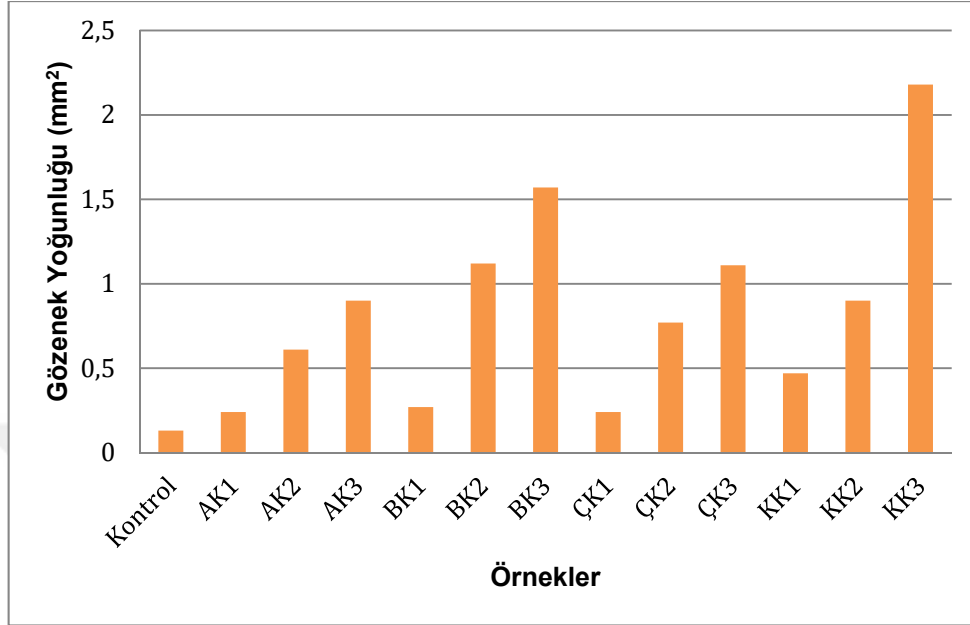
Görüntü analizi, içyapısını yani gözenek sayısını, gözenek alanını, toplam alan gözenek oranını ve gözenek şekli gibi faktörlerin ölçülmesiyle unlu mamüllerin kalite niteliklerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Manaf ve ark., 2016). Katı besin maddelerin matriksdeki gözeneklilik ve gözenek boyut dağılımı besinin mekanik, yapısal ve duyuşsal kalite niteliklerini etkilemektedir (Stanley, 1987; Bhatnagar ve Hanna, 1997; Kassama ve ark., 2003). Keklerin gözenek yapısını; hamur çırpma süresi, çırpma hızı, yumurta miktarı, kimyasal kabartıcıların miktarı ile nitelikleri, pişirim aşamasında suyun gaz formundaki miktarı, katkı madde olarak işlev gören bileşenlerin tür ve miktarı gibi formülasyonda kullanılan tüm girdilerle bağlantılı olarak şekil aldığı belirtilmektedir (Rahmati ve Tehrani, 2014).

Ayrıca kek gözenek yapısını etkileyen etmenler arasında karbondioksit üretimi, sıcaklık değişimiyle protein denatürasyonu ve nişasta jelatinizasyonu yer almaktadır (Schirmer ve ark., 2012). Çalışmamıza ait glutensiz kek örneklerin ortalama gözenek alan değerleri Şekil 4. 17’de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde; meyve tozu oranındaki artışın tüm meyve çeşitleri için keklerin ortalama gözenek alan değerlerinde sınırlı dahi olsa azalmaya yol açtığı belirlenmiştir.



Şekil 4.17. Meyve Tozu Eklenmiş Kek Örneklerin Ortalama Gözenek Alanı Değerlerin Kıyaslanması

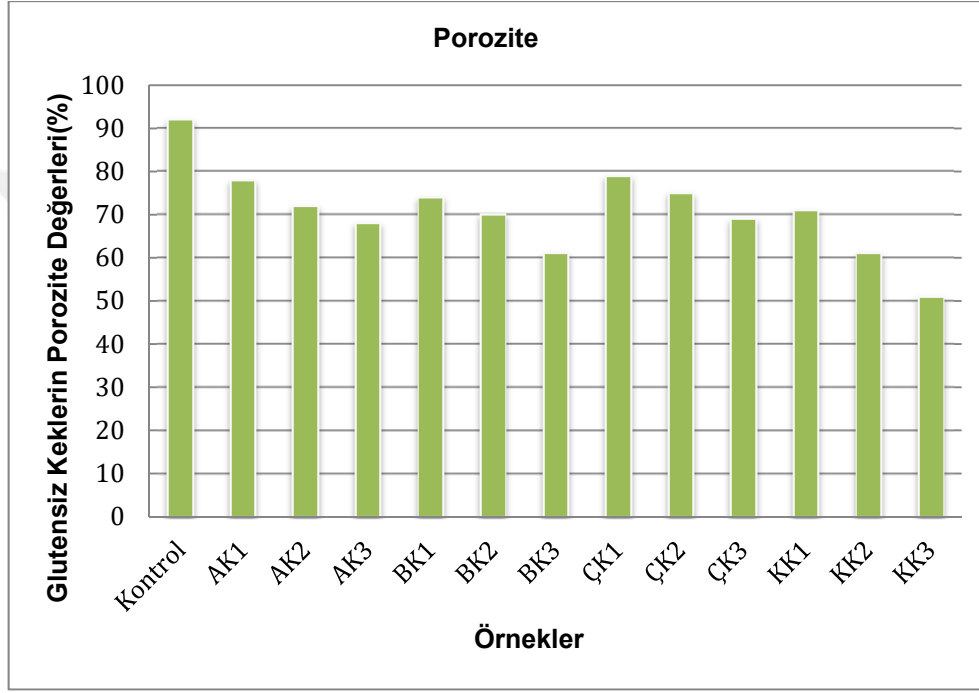
Keklerin gözenek yoğunluğunun meyve tozları miktarının artırılmasıyla arttığı saptanmıştır. En yüksek gözenek yoğunluğunun KK3 kodlu (%6 karadut tozu) örneğe ait olduğu saptanmıştır. %2 oranında meyve tozu kullanılan kek örneklerinin gözenek yoğunluğu değerlerinin yüksek konsantrasyonlarda meyve tozu kullanılan örneklere kıyasla düşük ve istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).



Şekil 4.18. Meyve Tozu Kullanılmış Kek Örneklerin Gözenek Yoğunlu Değerlerin Kıyaslanması

Düşük viskoziteye sahip hamur yapısında yer alan hava kabarcıklarının boyutunun, yüksek viskozite yapısında yer alanlara kıyasla azaldığı saptanmıştır. Bu prensip doğrultusunda; hamurdaki küçük yapıda ve sayıca daha fazla olan gaz kabarcıklarının, pişirme aşamasında genişleyebilen küçük hava hücrelerinin meydana gelmesini sağladığı için nihai ürün kalitesi için olumlu bir faktör olup, yükseklik ve hacim gibi kalite niteliklerinin gelişmesini desteklediği ifade edilmiştir (Hanselmann ve Windhap, 1999). Hamur viskozitesinin artması, yapıya alınan hava kabarcıklarının genişlemesini engellediği için son ürünün hacim, yükseklik gibi kalite niteliklerinde azalma meydana gelmesine neden olmaktadır (Rahmati ve Tehrani, 2015). Bu doğrultuda, gözenek sonuçları değerlendirildiğinde, formülasyondaki meyve tozu konsantrasyonunun artması kek örneklerinin porozite özelliklerinde azalan değerler elde edilmesiyle sonuçlanmıştır. Şekil 4. 1’de kek hamur örneklerin son özgül ağırlık değerlerinin meyve tozu konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak artış gösterdiği tespit

edilmiştir. Son özgül ağırlık değerlerin artması sonucu Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.13 görüldüğü üzere spesifik hacim ve yükseklik değerlerinde azalma; sertlik değerlerinde ise artış olması sebebiyle, yapının daha sıkı bir forma dönüştüğü porozite ve bu nedenle değerlerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 4.19. Meyve Tozu İlave Edilmiş Kek Örneklerin Porozite Değerlerin Kıyaslanması

Yapılan literatür araştırması sonucu; yacon (Lancetti ve ark., 2020); karpuz kabuğu tozunun (Çelik, 2021) fırıncılık ürünlerinde kullanıldığı çalışmalarda gözenek değerlerine ilişkin çalışmamızla benzer sonuçlar elde edildiği saptanmıştır.

Guava meyve pulp tozunun (% 2,5, % 5,0, % 7,5 ve % 10) farklı oranlarda glutensiz ekmekte kullanımı sonucu, glutensiz ekmeğin mikro yapısı incelendiğinde; %2,5 guava pulp tozunun kullanımı glutensiz ekmek matris yapısını etkilemediği açıklanmıştır. %5 düzeyde kullanımın ise; sürekli matris, eşit parçacık

dağılımı, daha pürüzsüz yüzey ve daha homojen yapı elde edildiği gözlenmiştir. %7,5 seviyesinde glutensiz ekmek görüntülerinin; daha düşük homojen matris yapısı, eşit olmayan partikül dağılımı, tekstürel nitelikleri sınırlı da olsa olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. En yüksek düzeyde (%10) meyve pulpun dahil edildiği formülasyonun glutensiz ekmeklerin mikroyapısının, düzensiz matris yapısı ile tamamen bozulduğu gözlenmiştir. Daha yüksek diyet lifin, glutensiz ekmeğin yapısını olumsuz etkilediği açıklanmıştır (Arslan ve ark., 2017).

Nar çekirdeği tozu kullanılarak kek formülasyonunun zenginleştirildiği bir çalışmada; yapılan analizlerle meyve çekirdeği tozu ikame edilmiş kek örneklerin gözenekliliğinin kontrol numunesine kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Nar çekirdeği tozunun kötü tekstürel nitelikler ve daha az gözenek yapısına yol açması, nişasta ve protein arasında sürekli bir ağ gelişmesinden kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Saeidi ve ark., 2018). Kırbaş ve ark., (2019) çalışmalarında portakal, elma ve havuç posa tozunun (% 5, % 10 ve %15) pirinç unu ile ikame ederek glutensiz kek üretimini gerçekleştirmiştir. Meyve posa tozlarının mikro yapısının pirinç unundan önemli ölçüde farklı olduğu açıklanmıştır. Düzensiz yapıya sahip maddelerin daha fazla su absorbe etme kapasitesi gösterdiği ve formülasyonlarda suyu daha kolay yapısına aldığı belirtilmektedir (Aguado, 2010). Meyve tozu kullanımının viskozite atışına neden olduğu tespit edilmiştir. Bundan ötürü, nihai ürün gözenekliliğinin düşük olması hamur viskozitesinin artışıyla ilişkilendirilmiştir.

Lancetti ve ark., (2020) farklı şekillerde ve işlemlerde kurutulup elde ettiği yacon unun glutensiz kek formülasyonuna dahil edilmesiyle, gözeneklerin ortalama boyut alanının meyve ilavesiyle azaldığı gözlenmiştir. Ancak gözenek sayısının ise arttığı tespit edilmiştir. Meyve unun ilavesiyle daha küçük gözenek sayısındaki artışa bağlı olarak gözeneklilikteki artışın keklerin sertlik değeriyle uyumlu olduğu bildirilmiştir. Bir başka çalışmada; karpuz kabuğu tozunun (KKT) glutensiz kekte ikame edici madde olarak kullanılmıştır. Glutensiz keklerde KKT ikame oranının artmasıyla; gözenek boyutunda azalma kaydedilmiştir. Nihai ürünlerin daha kalın

kabuk yapısı, karpuz kabuğu tozunun pirinç unundan daha fazla protein ve diyet lifi içermesi ile ilişkilendirilmiştir. Diyet lifinin suyu absorbe etme özelliği, KKT'nun yapısında çok fazla diyet lif yer alması keklerin sıkı tekstür özellikte olmasına yani küçük gözenek yapısına sahip olmasıyla sonuçlanmıştır (Çelik, 2021).

4.3.10. Toplam Fenolik Madde Değeri

Fenolik bileşikler yapılarında yer alan aromatik halkada bir veya daha fazla hidroksil grubu taşıyan basitten yüksek düzeye polimerize olan ve bitkisel besinlerde biyoaktif bileşenler olarak kabul edilen bileşikler olarak açıklanmaktadır (Singh ve ark., 2014). Ayrıca fenolik maddeler bitkilerde yüksek miktarda bulunan sekonder metabolitler olarak da tanımlanmaktadır (Nas ve Nizamlıoğlu, 2010).

Sekonder metabolitler, bitkiler için hayati önem arz eden bileşikler olmamakla beraber bitki herhangi bir stres faktörü (UV ışınları, herbisit, vb.) ile karşılaştığında savunma mekanizması olarak görev almaktadır. Sekonder metabolitlerin bir diğer işlevi ise bitkiyi büyüme aşamasında dışardan gelmesi muhtemel zararlardan korumasıyla bitkinin gelişimine katkısı olan metabolik aktiviteleri etkileyerek bitkiyi zararlı dış etkenlerden koruma görevi üstlenmektir (Gueven ve Knorr, 2011; Gürsul ve Güven, 2014). Fenolik bileşikler bitkinin aynı zamanda renginde ve tat gibi özelliklerin oluşumunda da etkili olmaktadır (Shahidi ve Naczki, 1995).

Polifenolik bileşenler insan sağlığı açısından önemli etkilere sahiptir. Özellikle serbest radikallerin neden olduğu hastalıklara karşı koruyucu olarak görev almaktadırlar (Nas ve Nizamlıoğlu, 2010). Bu bağlamda osteoporoz, nörodejeneratif bozukluklar ve diyabet gibi çeşitli sağlık sorunlarının önlenmesinde önemli rol üstlendikleri bildirilmektedir (Scalberg ve ark., 2005; Avan, 2014).

Dondurularak kurutulmuş meyve tozu eklenmiş glutensiz kek ve kontrol grubuna ait örneklerin toplam fenolik (TF) madde değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Glutensiz keklerin TF değerlerini incelendiğinde; 236,5 mg/kg ile

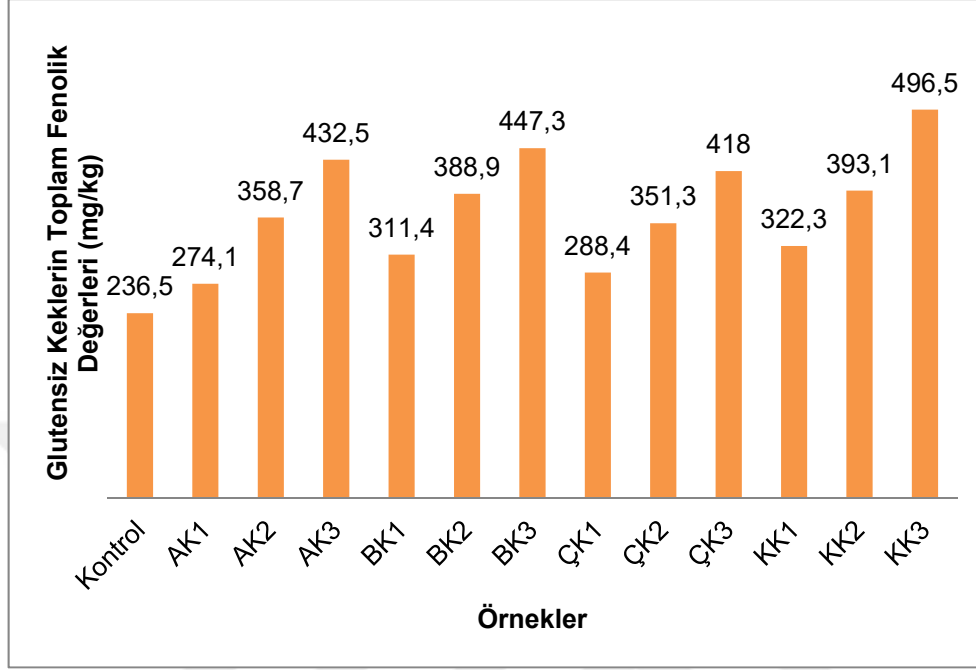
496,5 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. En düşük TF değerinin kontrol numunesine, en yüksek TF değerinin ise KK3 kodlu numuneye ait olduğu saptanmıştır. En düşük meyve oranı (% 2) içeren kek TF değerleri arasında en düşük TF değerinin 274,1 mg/kg ile AK1 kodlu kek örneğine ait olup, kontrol kek TF değerine kıyasla yine de yüksek olduğu belirtilmiştir. Glutensiz keklerde meyve tozu kullanımı TF madde miktarında istatistiksel açıdan anlamlı etkisi olduğu bildirilmiştir ($p < 0,05$).

Tüm meyve tozlarının formülasyondaki miktarının artışı sonucu toplam fenolik değerinin de arttığı gözlenmiştir. Her meyve çeşidi için artış oranı kendi içinde farklılık göstermiştir. Bu durumun gelişmesinde, meyve yapısında yer alan fenolik madde çeşidi ve miktarındaki farklılıkların etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.17. Meyve Tozları İçeren Glutensiz Kek Örneklerine Ait Toplam Fenolik Değeri

Formül Kodu	Toplam Fenolik Değeri (mg/kg)
Kontrol	236,5±30,15 ^l
AK1	274,1±31,79 ^l
AK2	358,7±31,89 ^{de}
AK3	432,5±64,79 ^b
BK1	311,4±28,20 ^{gh}
BK2	388,9±17,16 ^{cd}
BK3	447,3±30,72 ^b
ÇK1	288,4±22,37 ^{hi}
ÇK2	351,3±23,21 ^{et}
ÇK3	418,0±29,16 ^{bc}
KK1	322,3±31,09 ^{tg}
KK2	393,1±24,58 ^b
KK3	496,5±47,44 ^a

Pirinç unu bazlı yumurtasız keklerin jambolan meyve pulpu (%10, %20 ve %30) ile ksantan gamin formülasyona eklenmesinin ürün kalite nitelikleri üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışmada; jambolan meyvesindeki toplam fenolik bileşen değerinin $2811,2 \pm 20,1 \mu\text{g GAE g}^{-1}$, pirinç unun toplam fenolik içeriğinin ise $459,8 \pm 7,8 \mu\text{g GAE g}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir. Ksantan gamin gözardı edilebilecek düzeyde fenolik bileşen içerdiği belirtilmiştir. Dolayısıyla keklerin toplam fenolik içeriği üzerinde önemli etkiye sahip bildirilmiştir. Jambolan meyve pulpunun glutensiz keklerin toplam fenolik bileşen içeriğine önemli etkisi olduğu ($p < 0,05$) yapılan analizler sonucu saptanmıştır (Singh ve ark., 2015). Arslan ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada glutensiz ekmeğin içeriğinin, guava pulp tozu ile diyet lif ve antioksidan kapasitesi açısından zenginleştirilmesini amaçlamıştır. Guava pulp tozunun kullanım miktarının artması ile toplam fenolik kapasitesinin de arttığı gözlenmiştir. Toplam fenolik içeriğinin, % 10 seviyesinde guava pulp tozu kullanımında $14,46 \pm 0,35 \text{ mg GAE/100 g'dan } 103,77 \pm 0,41 \text{ mg GAE/100 g'a}$ yükseldiği saptanmıştır.



Şekil 4.20. Farklı Meyve Tozu Eklenmiş Glutensiz Kek Örnekleri Toplam Fenolik Madde Değerlerin Kıyaslanması

Meyve tozu eklenmiş keklerin TF değerleri kıyaslandığında; aududu eklenen keklerin TF değerinin 274,1 mg/ kg ile 432,5 mg/kg arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Böğürtlen meyve tozu seviyesinin %2'den %6'a yükselmesiyle TF değerinin 311,4 mg/kg'dan 447,3 mg/kg'a artış gösterdiği kaydedilmiştir. Bir diğer meyve örneği olan çileğin farklı konsantrasyonlarda (%2, %4 ve %6) kullanımı sonucunda TF değerlerinin sırasıyla 288,4-351,3 ve 418 mg/kg olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir meyve çeşidi olan karadut meyve tozu % 2 ile %4 oranlara sahip keklerin TF değerinin sırasıyla 322,3 ile 393,1 mg/kg olup birbirine yakın değerler gösterdikleri % 6'lık keklerin 496,5 mg/kg değere sahip olduğu saptanmıştır. Karadut meyve tozu ilave edilen keklerin TF değer ortalamsı 403,9 mg/kg ile en yüksek hem ortalamaya hem de TF değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Meyve yapısında farklı miktarda fenolik bileşenlerin yer almasıyla keklerin TF değerlerinde değişimler meydana gelmiştir.

Literatür araştırması sonucu; jambolan meyve pulpu (Singh ve ark., 2015), guava pulp tozu (Arslan ve ark., 2017), brokoli yaprağı tozu (Drabińska ve ark., 2018), nar çekirdeği unu (Bourekoua ve ark., 2018), dondurarak kurutulmuş böğürtlen tozu (Różyło ve ark., 2019), frenk üzüm posa tozu (Gagneten ve ark., 2021), karpuz kabuğu tozu (Çelik, 2021) kullanılan bazı çalışmaların sonuçları çalışmamızla benzer olduğu tespit edilmiştir.

Patates ve mısır nişasta bazlı üretimlerde brokoli yaprağı tozunun belli oranlarda (%2,5, %5, %7,5) ikame edilmesiyle glutensiz pandispanyaların besinsel nitelikleri açısından zenginleştirildiği çalışmada; kontrole göre toplam fenolik bileşen miktarı açısından arttığı tespit edilmiştir. En yüksek TFK %7,5 konsantrasyona sahip örneğe ait olduğu saptanmıştır. Toplam fenolik kapasitesi değerlerinin, brokoli yaprağı tozu içeriği ile pozitif korelasyon gösterdiği ($r=0,92$) fakat istatistiksel olarak anlamlı olmadığı açıklanmıştır (Drabińska ve ark., 2018).

Bourekoua ve ark., (2018) çalışmalarında, nar çekirdeği unu farklı seviyelerde (% 2,5, % 5,0, %7,5 ve %10) glutensiz ekmekte ikame maddesi olarak kullanılıp ürün kalite niteliklerine etkisi araştırmıştır. %2,5 meyve çekirdeği tozu içeren örneğin toplam fenolik bileşen içeriğinin diğer örneklere göre %46'lık artış gösterdiği belirtilmiştir. Glutensiz ekmeklerin nar çekirdeği tozu ile zenginleştirilmesi sonucunda fenolik bileşenler açısından önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Yapılan bir başka çalışmada; glutensiz gevrek ekmek formülasyonuna dahil edilen dondurularak kurutulmuş böğürtlen tozunun, nihai ürünün kalite ve mineral bileşimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Böğürtlen tozunun eklenmesi glutensiz gevrek ekmek fenolik madde içeriğinde artış meydana gelmiştir (Różyło ve ark., 2019).

Gagneten ve ark., (2021) çalışmalarında frenk üzümü posasında biyoaktif bileşikler ve lif yönünden zengin meyve tozu elde edip glutensiz kurabiye formülasyonlarına dahil etmiştir. Frenk üzüm tozu ilave edilmiş (B) ve kontrol (C) olmak üzere iki örnek hazırlanmıştır. Analizler sonucunda; B grubu örneklerin 2,5 0,03 mg GAE'lik ile toplam fenolik maddeye sahip olduğu ve C grubu örneklere

kıyasla % 62 lik artış olduğu gözlenmiştir. Çelik, (2021) yaptığı çalışmasında, glutensiz keklerde ikame maddesi olarak karpuz kabuğu tozu kullanmıştır. KKT seviyesi arttıkça glutensiz keklerin toplam fenolik içeriğinin de önemli düzeyde ($p<0,05$) artış gösterdiği açıklanmıştır.

4.3.11. Antioksidan Aktivite Değeri

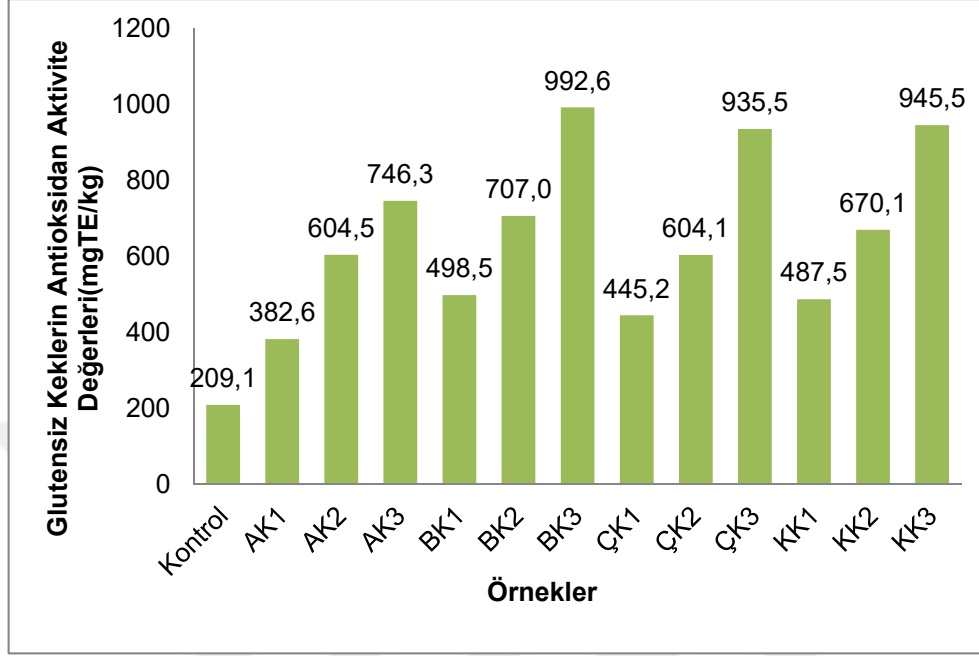
Antioksidan özellikteki bileşenlerin, dejeneratif hastalık riskleri ile bu rahatsızlıkların sonucu gelişen oksidatif hasarı azaltmada etkili olmaları sebebiyle, beslenme kalitesini iyileştirmek adına gıdaların en önemli özelliklerden biri olarak düşünülmektedirler. Antioksidan aktivite genel olarak DPPH ile belirlenmektedir. DPPH, etanol içinde 517 nm'de maksimum absorbands gösteren stabil bir serbest radikaldir. DPPH proton veren bir madde ile bir araya geldiğinde, rengi mordan sarıya dönüşerek radikal temizlenirken absorbands değeri azalmaktadır (Shimada ve ark., 1992).

Kullanılan meyve tozlarının kontrol örneğine kıyasla, keklerin antioksidan içerisine etkisi incelenmek amacıyla Çizelge 4.18'de verilmiştir. En düşük antioksidan aktivite değeri 209,1 mgTE/kg olmak üzere kontrol kek örneğinde tespit edilmiştir. Kek formülasyonlarındaki meyve tozu konsantrasyonunun en az % 2 orana sahip kek örnekleri arasında en düşük antioksidan aktivite değerinin AK1 kodlu keke ait olduğu ve kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değeri 992,5 mgTE/kg BK3 kek örneklerinin sahip olduğu gözlenmiştir. % 6 meyve oranı içeren keklerin antioksidan aktivite değerleri 746,3 mgTE/kg ile 992,5 mgTE/kg arasında değiştiği ve meyve oranı artmasıyla antioksidan aktivite değerlerin önemli derece değiştiği açıklanmıştır.

Çizelge 4.18. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerin Antioksidan Aktivite Değerleri

Formül Kodu	Antioksidan Aktivite Değerleri	
	%	mgTE/kg
Kontrol	7,2±3,06 ^f	209,1±51,01 ^f
AK1	17,6±5,66 ^e	382,6±94,48 ^e
AK2	30,9±2,02 ^c	604,5±33,81 ^c
AK3	39,4±8,08 ^b	746,3±134,67 ^b
BK1	24,6±5,20 ^d	498,5±83,77 ^d
BK2	37,1±3,03 ^{bc}	707,0±50,51 ^{bc}
BK3	54,2±8,90 ^a	992,6±148,45 ^a
ÇK1	21,4±3,73 ^{de}	445,2±62,32 ^{de}
ÇK2	30,9±2,12 ^c	604,1±35,47 ^c
ÇK3	50,8±11,26 ^a	935,5±187,74 ^a
KK1	23,9±5,38 ^d	487,5±89,69 ^d
KK2	34,9±2,17 ^{bc}	670,1±36,18 ^{bc}
KK3	51,4±10,24 ^a	945,5±170,70 ^a

Singh ve ark., (2015) yaptıkları bir çalışmada, pirinç unun %100 kullanıldığı yumurtasız glutensiz kek formülasyonalarına jambolan meyve pulpunun dahil edilmesinin, nihai ürünlerin bazı özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Pirinç unu ile meyve pulp için DPPH inhibisyonunun sırasıyla $0,95 \pm 0,04$ ve $5,52 \pm 0,10$ TE olduğu belirtilmiştir. Glutensiz keklerde meyve pulp seviyesinin artması DPPH inhibisyonunu önemli derece arttırdığı gözlenmiştir. En yüksek DPPH inhibisyonu ($1,0 \pm 0,07$ TE), %30 jambolan pulpu ilave edilmiş formülasyona sahip keklerde gözlenmiştir.



Şekil 4.21. Meyve Tozu Eklenmiş Glutensiz Kek Örneklerin Antioksidan Aktivite Değerlerin Kıyaslanması

Değişen oranlarda farklı meyve tozu eklenen kek numunelerinden ahududu konsantrasyonu % 2'den % 6'a arttırıldığında antioksidan aktivite değerinin 382,6 mgTE/kg'den 746,3 mgTE/kg'a artış gösterdiği belirtilmiştir. Böğürtlen meyve tozu konsantrasyonunun artan oranlarda değişkenlik göstermesiyle, antioksidan aktivite değerinin de aynı yönde eğilim göstererek 498,5 mgTE/kg ile 992,6 mgTE/kg değerler arasında değişkenlik gösterdiği gözlenmiştir. Dört meyveden biri olan çilek meyve tozunun artan konsantrasyonlarda kullanıldığı (%2, %4 ve %6) keklerin antioksidan aktivite değerleri ise sırasıyla 445,2 mgTE/kg, 604,1 mgTE/kg ve 935,5 mgTE/kg olarak elde edilmiştir. Meyve tozu kullanım oranının artmasıyla antioksidan aktivite değerinin de 487,5 mgTE/kg'den 945,5 mgTE/kg'a yükseldiği karadutun en yüksek değere sahip 2.ci meyve olarak saptanmıştır. Meyve tozu kullanımıyla glutensiz kek örneklerin antioksidan aktiviteleri önemli

düzeyde artış göstermiş ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Literatür araştırması sonucu; jambolan meyve pulpu (Singh ve ark., 2015), guava pulp tozu (Arslan ve ark., 2017), yeşil muz içi ve kabuk unu (Türker, 2017), nar çekirdeği unu (Bourekoua ve ark., 2018), brokoli yaprağı tozu (Drabińska ve ark., 2018), incir çekirdeği tozu (Takma ve ark., 2021), frenk üzümü posa tozu (Gagneten ve ark., 2021), karpuz kabuğu (Çelik, 2021), pekan cevizi (Marchetti ve ark., 2021) kullanılarak fırıncılık ürünleri üretiminin gerçekleştirildiği çalışmalarda araştırmamıza benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Glutensiz ekmekte guava pulp tozunun (%2,5, %5,0, %7,5 ve %10) farklı seviyelerde kullanımıyla ürün diyet lif ve antioksidan değeri değerlendirilmiştir. Glutensiz ekmeğin DPPH radikali meyve pulp tozunun %2,5 ile %10 seviyesinde kullanımıyla $26,47 \pm 0,07$ ile $29,75 \pm 0,22$ değerler arasında değiştiği belirtilmiştir (Arslan ve ark., 2017). Yapılan başka bir çalışmada; fenolik bileşenler açısından zengin yeşil muz içi unu (YMİU) ikame oranı arttıkça, glutensiz kek formülasyonlarında antioksidan aktivite değerinin de arttığı ve en yüksek değerin % 80 orana sahip örneklerle ($1,374$ TE) ait olduğu gözlenmiştir. %40, %60 ve %80 YMİU ile ikame edilen örneklerin kontrole göre antioksidan aktivite değerleri daha yüksek ve istatistiksel olarak daha anlamlı olduğu bildirilmiştir (Türker, 2017). Bourekoua ve ark., (2018) çalışmalarında glutensiz ekmeklerin nar çekirdeği unu (NÇU) ile farklı seviyelerde (%2,5, %5,0, %7,5 ve %10) zenginleştirilmesinin ürünün duyuşal, fiziksel ve antioksidan özellikleri üzerinde etkisi araştırılmıştır. NÇU içeren glutensiz ekmeklerin DPPH aktivitesinin %2,5 NÇU içeren örnekler dışında, kontrole kıyasla daha yüksek aktivite içerdiği tespit edilmiştir.

Drabińska ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada, mısır ve patates nişastasının glutensiz pandispanya üretiminde brokoli yaprağı tozu (BYT) ile ikame edilerek ürün geliştirmesi sağlanmıştır. Analizler sonucunda BYT ilavesinin antioksidan kapasitesini artırdığı gözlenmiştir. Kontrol numunesine göre BYT

zenginleştirilmiş örneklerin antioksidan kapasitesinin önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirtilmiştir ($p < 0,05$).

İncir çekirdeği tozunun belli oranlarda (100/0, 90/10, 70/30, 50/50) ikame edildiği glutensiz keklerin bazı kalite nitelikleri üzerine etkisinin analiz edildiği bir çalışmada; en düşük DPPH aktivitenin kontrol grubuna ait olduğu açıklanmıştır. %50 seviyesinde meyve çekirdeği tozu kullanımının antioksidan aktivitesinde önemli ($p < 0,05$) düzeyde artışa neden olduğu bildirilmiştir (Takma ve ark., 2021).

Karpuz kabuğunun glutensiz kek üretiminde ikame maddesi olarak kullanıldığı çalışmada; glutensiz kek formülasyonlarında karpuz tozu oranı arttıkça antioksidan aktivite değerinin önemli ölçüde ($p < 0,05$) arttırdığı tespit edilmiştir (Çelik, 2021).

4.3.12. Toplam Monomerik Antosiyanin İçeriği Değerleri

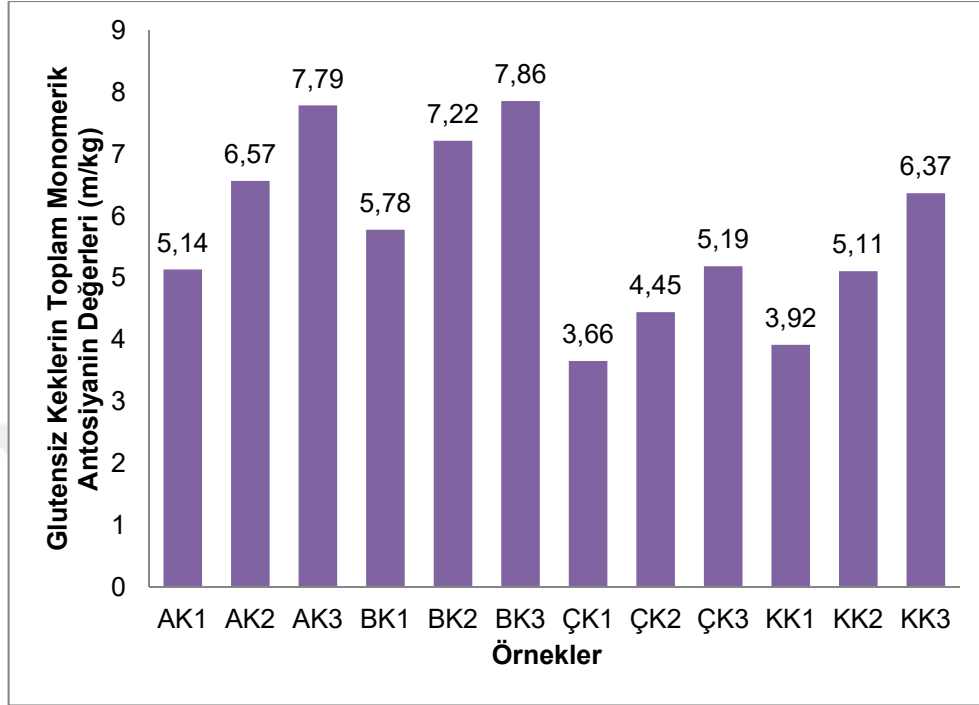
Polifenol ana gruplardan flavonoidlerin aralarındaki farklılıklar; bağlanan hidroksil gruplarının sayısından, doymamışlık derecesinden ve üçlü karbon grubunun oksidasyon seviyesine bağlanmaktadır. Heterosiklik halka halinde ki C halkasında oluşan farklılıklar flavanoidlerin yaygın olarak bulunan flavonol ve flavonlar olmak üzere; flavonoller, flavonlar, flavanonlar, flavanoller (veya kateşinler), izoflavon, flavanonoller ve antosiyanidinler olarak ana gruplar halinde sıralanabilmektedir (Tsao ve Yang, 2003; D'Archivio ve ark., 2007).

Antosiyaninlerin temel yapısının flavilyum iyonu olduğu belirtilmektedir (Keşkekoğlu, 2011). Genel olarak antosiyaninler doğada suda çözünebilen nitelikte en önemli bileşikler olarak kabul edilirken, aynı zamanda doğal renklendirici özelliği de göstermektedirler (Harborne, 1998; Eder, 2000). Antosiyaninler çiçeklerde, meyve ve sebzelerde turuncudan kırmızıya, maviden mora kadar renk pigmentlerinden sorumlu maddelerdir. Bu maddeler bitkinin yaprağında, gövdesinde, tohum gibi çeşitli dokularında yer almaktadır (Goto ve Kondo, 1991).

Çizelge 4.19. Meyve Tozu İlave Edilmiş Glutensiz Kek Örneklerine Ait Toplam Monomerik Antosiyanin Değerleri

Formül Kodu	TMA(m/kg)
Kontrol	0,00±0,00 ⁱ
AK1	5,14±0,59 ^{ef}
AK2	6,57±0,46 ^{bc}
AK3	7,79±1,34 ^a
BK1	5,78±0,52 ^{de}
BK2	7,22±0,31 ^{ab}
BK3	7,86±1,69 ^a
ÇK1	3,66±0,28 ^h
ÇK2	4,45±0,29 ^g
ÇK3	5,19±0,56 ^{ef}
KK1	3,92±0,49 ^{gh}
KK2	5,11±0,29 ^{ef}
KK3	6,37±1,05 ^{cd}

Rózyło ve ark., (2019) çalışmalarında dodurularak kurutulmuş böğürtlen meyve tozunun gevrek ekmekte kullanılmasının etkisi araştırmıştır. Böğürtlen meyvesinin önemli derecede flavonoid, fenolik ve monomerik antosiyanin içermesi nedeniyle, glutensiz gevrek ekmeklerin bu bileşenler açısından zenginleşmesiyle sonuçlandığı açıklanmıştır.



Şekil 4.22. Farklı Meyve Tozunun Kullanıldığı Keklerin Toplam Monomerik Antosiyanin Değerlerin Kıyaslanması

Glutensiz kek formülasyonundaki meyve tozu konsantrasyonu arttıkça TMA değerlerinde beklenildiği şekilde bir artış gerçekleşmiştir. Her meyve çeşidinin yapısında yer alan antosiyanin bileşiğe bağlı olarak kendi içinde farklı TMA değeri elde edilmiştir. Ahududu tozu eklenmiş keklerin TMA değerleri 5,14 m/kg ile 7,79 m/kg arasında değişkenlik göstermiştir. Benzer şekilde artan konsantrasyonlarda (%2,%4 ve %6) böğürtlen meyve tozu ile hazırlanan keklerin TMA değeri sırasıyla 5,78-7,22-7,86 m/kg olduğu tespit edilmiştir. Çilek meyve tozu eklenmiş keklerin TMA değerleri 3,66 m/kg'dan 5,19'a artmış olmasına rağmen, aynı oranda farklı meyve tozları ilave edilmiş diğer keklere kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Karadut artan meyve tozu konsantrasyonu ile keklerin TMA değerleri sırasıyla 3,92 m/kg, 5,11m/kg ve 6,37 m/kg olarak elde edildiği

belirlenmiştir. Tüm meyve tozu içeren keklerin kontrol örneğine kıyasla monomerik antosiyanin içeriği açısından daha zengin olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen TMA değerlerinin, yapılan literatür araştırması sonucu toplam monomerik antosiyanin analiz değerinin, dondurularak kurutulmuş böğürtlen kullanılan çalışmanın sonuçları (Rózyło ve ark., 2019) ile çalışmamızın benzer olduğu tespit edilmiştir.

4.3.13. Duyusal Analiz

Gıdaların duyusal özellikleri tüketici tercihlerini etkilemesiyle nedeniyle önem arz eden bir kalite niteliği olarak değerlendirilmektedir. Başka bir ifadeye göre duyusal değerlendirme; gıda maddelerin belirli karakteristiklerin görme, koklama, tatma ve işitme duyularının tepkilerin oluşturduğu, ölçüldüğü, analiz edilip değerlendirildiği disiplin olarak tanımlanmaktadır (Gönül, 1983).

Çalışmamızda dondurularak kurutulan 4 farklı meyve tozunun % 2, % 4 ve % 6 oranlarında glutensiz kek formülasyonuna eklenmesi sonrası yapılan fiziksel, kimyasal ve tekstürel analiz sonuçları alanında uzman kişilerce değerlendirmesi sonucu; kontrol örneği ile meyve tozu kullanılan 8 (AK1, AK2, BK1, BK2, ÇK1, ÇK2, KK1, KK2) glutensiz örnek duyusal analize tabi tutulmak üzere belirlenmiştir. Hacim ve tekstürel parametrelerden sertlik, çiğnenebilirlik değerleri göz önünde bulundurulduğunda, %2 ve % 4 oranlarında meyve tozu kullanılan glutensiz kek örneklerinin kalite niteliklerinin genel anlamda daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda AK1, AK2, BK1, BK2, ÇK1, ÇK2, KK1, KK2 kodlu meyve tozu eklenmiş glutensiz keklerin duyusal analizi gerçekleştirilmiştir. Hedonik test uygulanmasıyla elde edilen duyusal analiz sonuçları (Çizelge 4.20) Şekil 4.20’de örümcek ağı diyagramında gösterilmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, % 2 oranında meyve tozu kullanımıyla, hacim hariç duyusal analiz parametrelerden gözenek, renk, tekstür, tat, aroma ve genel kabul edilebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Diğer taraftan, benzer bir şekilde % 4 oranında meyve

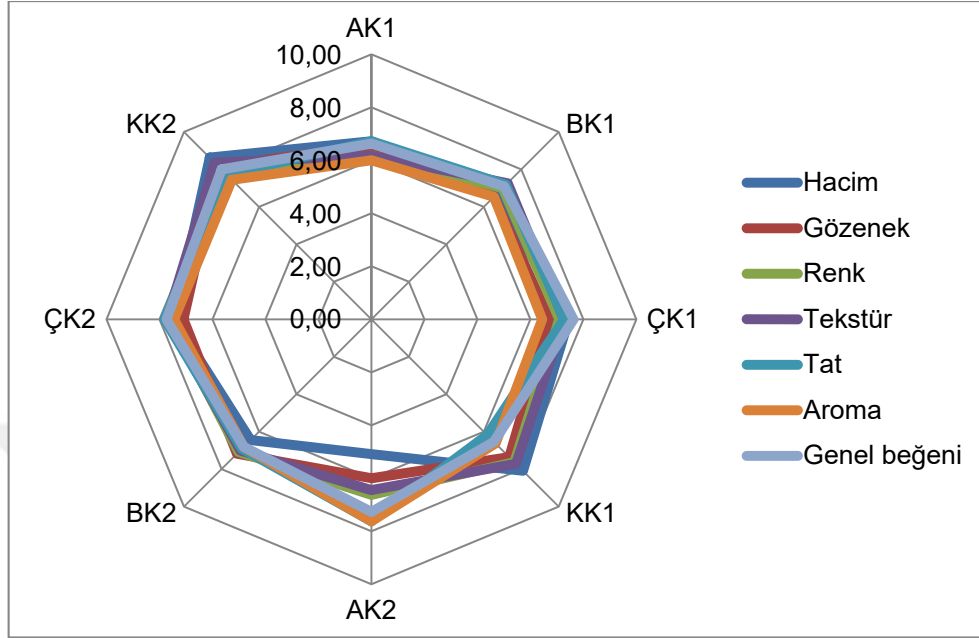
tozu ilave edilen kek örneklerin hacim ve gözenek özellikleri hariç diğer parametreler arasında paralellik saptanmış ve istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Duyusal analizi gerçekleştirilen kek örneklerinden, hacimsel olarak en yüksek değere sahip kekin, KK2 kodlu örnek olduğu Çizelge 4.20 ve Şekil 4.20’de verilen örümcek ağı diyagramında gözlenmiştir. KK2 kodlu örneğin hamur son özgül ağırlık değerinin, duyusal analize tabi tutulan diğer numunelerin son özgül ağırlık değerlerinden daha düşük olması sonucu çıpma işlemiyle yapıya dahil edilen hava kabarcıklarının daha fazla olmasından dolayı hacminin daha yüksek olması ile açıklanmaktadır. Hamur son özgül ağırlık değerinin düşük olması ise pH değerinin nötre yakın olmasında etkili olan meyve tozu bileşiminde yer alan bileşenlerin varlığından kaynaklı olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Çizelge 4.20. Farklı Kek Örneklerine Ait Duyusal Analiz Değerleri

Formül Kodu	Hacim	Gözenek	Renk	Tekstür	Tat	Aroma	Genel beğeni
Kontrol 1	8,09 ^a	7,36 ^a	7,63 ^a	7,72 ^a	6,18 ^a	6,63 ^a	6,54 ^a
AK1	6,72 ^b	6,54 ^a	6,18 ^a	6,18 ^b	6,72 ^a	6,00 ^a	6,63 ^a
BK1	6,63 ^b	6,54 ^a	7,00 ^a	7,27 ^{ab}	7,18 ^a	6,54 ^a	7,09 ^a
ÇK1	7,45 ^{ab}	6,72 ^a	7,09 ^a	7,27 ^{ab}	7,27 ^a	6,45 ^a	7,63 ^a
KK1	8,09 ^a	7,36 ^a	7,63 ^a	7,72 ^a	6,18 ^a	6,63 ^a	6,54 ^a
Kontrol 2	7,00 ^b	7,27 ^{ab}	7,18 ^a	7,63 ^{ab}	7,09 ^a	7,00 ^a	7,09 ^a
AK2	5,09 ^c	6,00 ^b	6,63 ^a	6,45 ^b	7,63 ^a	7,63 ^a	7,27 ^a
BK2	6,45 ^b	7,18 ^{ab}	7,09 ^a	7,00 ^{ab}	6,91 ^a	6,81 ^a	6,81 ^a
ÇK2	7,45 ^{ab}	7,09 ^{ab}	7,63 ^a	7,72 ^{ab}	7,81 ^a	7,45 ^a	7,72 ^a
KK2	8,63 ^a	8,18 ^a	7,81 ^a	8,36 ^a	7,72 ^a	7,45 ^a	8,00 ^a

⁽¹⁾Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Ayrıca hacim parametresi dışında gözenek, renk, tekstür ve genel beğenirlik açısından panelistlerden en yüksek puanı 8 olarak KK2 kodlu %4 oranında karadut meyve tozu içeren glutensiz kek örneğinde elde edilmiştir. Hacimsel olarak en düşük puanın 5,09 ile AK2 kodlu örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Bu durum, hamur pH değerinin düşük olması ve hamur son özgül ağırlık değerinin yüksek olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Gözenek özelliği açısından incelendiğinde ise en düşük puanın AK2'ye ait olduğu tespit edilmiştir. KK2, ÇK2, BK2, KK1, ÇK1 ve BK1 kodlu örneklerin gözenek, renk, tekstür, tat, aroma ve genel beğeni parametreleri açısından AK1 ve AK2 kodlu örneklerle kıyasla genel olarak yüksek puanlar aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 4. 20).



Şekil 4.23. Duyusal Analizin Örümcek Ağ Diyagramı

Sonuç olarak; %4 oranında karadut meyve tozu içeren KK2 kodlu örneğin duyuşal parametreleri açısından panelistlerin genel olarak en çok tercih ettikleri kek numunesi olduğu tespit edilmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda çölyak hastalarının yanısıra herkesin güvenle tüketebileceği polifenolik bileşenler açısından zenginleştirilmiş glutensiz keklerin üretimi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda; % 2, % 4 ve % 6 oranlarda (ahududu, böğürtlen, çilek ve karadut) 4 farklı meyve tozu kullanımının 12 farklı formülasyonda kek örneklerin duyuşal, dokusal, fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Kalite özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, kek örneklerin yüksek hacimde, renk olarak albenisi yüksek, fenolik bileşenler açısından yüksek değerde, duyuşal ile dokusal, sağlıklı ve besinsel niteliklerin yüksek olduğu glutensiz kek elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, biyoaktif bileşenler açısından zenginleştirilmiş glutensiz kek örneklerin; nem, pişme kaybı, spesifik hacim, yükseklik, yapısal özellikler, renk, tekstür, gözenek boyut dağılımı, toplam fenolik madde içeri, antioksidan aktiviteleri, toplam monomerik antosiyanin içeriği ve duyuşal olarak incelenmiştir.

Farklı oranlarda (% 2, % 4 ve % 6) kullanılan dondurularak kurutulan 4 meyve tozlarının konstrasyonlarındaki artışa bağılı olarak kek numunelerinin pişme kaybı, nem spesifik hacim, yükseklik, renk parametrelerinden L^* ve b^* değeri, hacim indeksi, elastikiyet, yapışkanlık değerlerinde azalmaya doğru bir eğilim olduğu, büzülme, a^* değeri, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde ise düzenli bir artış gözlenmiştir.

Glutensiz kek örneklerine uygulanan analiz sonuçları incelendiğinde; Ahududu meyve tozunun % 2, % 4 ve % 6 seviyelerinde kullanıldığı kek örneklerin pişme kaybı, nem değeri, spesifik hacim, yükseklik, renk parametrelerinden L^* ve b^* değeri, hacim indeksi, elastikiyet, yapışkanlık değerlerinde meyve tozu konsantrasyonda ki artış ile beraber azalmanın meydana geldiği tespit edilmiştir. Azalmanın en fazla meydana geldiği formül kodunun ise AK3 olduğu saptanmıştır. Büzülme, a^* değeri, sertlik ve çiğnenebilirlik kalite

nitelikleri değerlendirilse en çok değişimin AK3 glutensiz kek numunelerinde ede edildiği belirtilmiştir. Aynı zamanda meyve tozu seviyesinin artışıyla toplam fenolik, antioksidan ve toplam monomerik antosiyanin değerlerinde de artış meydana gelmiştir.

Böğürtlen meyve tozunun 3 farklı konsantrasyonda eklendiği kek örneklerin kalite niteliklerin de ki değişim ise; meyve tozu miktarının artmasıyla pişme kaybı, nem, spesifik hacim, yükseklik, renk parametrelerinden L^* ile b^* değeri, hacim indeksi, elastikyet ve yapışkanlık değerlerinde düzenli bir azalmanın olduğu gözlenmiştir. En fazla azalmanın ise BK3 kodlu numunelerde meydana geldiği belirtilmiştir. Kalite özelliklerinden büzülme, a^* değeri, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerin meyve tozu miktarının artması sebebiyle değerlerin de arttığı saptanmış olup en fazla artışın BK3'te geliştiği açıklanmıştır. Beklendiği gibi meyve tozu oranının formülsayondaki artışıyla toplam fenolik, antioksidan ve toplam monomerik antosiyanin değerlerin meyve içeriğine bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

Duyusal analiz sonuç değerlendirmesine göre; farklı konsantrasyonda kullanılan dondurularak kurutulmuş meyve tozlarının kullanıldığı glutensiz kek örneklerinden, % 4 karadut eklenmiş formülasyonun KK2 kodlu numunenin genel olarak tüm kalite parametrelerinden yüksek puan alarak en beğenilen kek örneği olduğu belirtilmiştir. Glutensiz kek formülasyonlarına ilave edilen çilek meyve tozunun kek örneklerindeki 3 farklı seviyedeki kullanımın kıyaslanmasında; pişme kaybı, spesifik hacim, yükseklik, renk parametrelerinden L^* ile b^* değeri, hacim indeksi, elastikyet ve yapışkanlık kalite niteliklerinde düşüşün meydana geldiği değerler elde edilmiştir. En düşük değerlerin ÇK3 kodlu formülasyona ait olduğu tespit edilmiştir. Büzülme, a^* değeri, sertlik ve çiğnenebilirlik gibi kek özelliklerinde ise artış meydana gelmiştir. Meyve tozu yapısında yer alan biyoaktif bileşenler sebebiyle glutensiz kek örneklerin toplam fenolik, antioksidan ve toplam monomerik antosiyanin değerlerinde artış olduğu saptanmıştır. En yüksek artışın ÇK3'e ait olduğu ve istatistiksel olarak da anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Dondurularak kurutulan meyve tozlarından karadutun ilave edildiği kek örneklerin pişme kaybı, spesifik hacim, nem, yükseklik, renk parametrelerinden L* ile b* değeri, hacim indeksi, elastikyet ve yapışkanlık özelliklerin değerlerinde düzenli olarak düşüş olduğu gözlenmiştir. Meyve tozu seviyesinin en yüksek olduğu KK3'ün en düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Glutensiz kek örneklerin, karadut meyve tozunun miktarının % 2'den % 6'a artırılmasıyla büzülme, a* değeri, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. En fazla değişimin ise KK3 kodlu kek örneklerinde meydana geldiği bildirilmiştir. Toplam fenolik, antioksidan ve toplam monomerik antosiyanin değerlerinde en yüksek, KK3 (% 6) kodlu örneklerin değerlerinde elde edilmiştir.

Pirinç unun kullanıldığı kontrol grubu ile tüm meyve çeşitlerinde % 2 lik orana sahip kek örneklerin değerleri birbirine daha yakın değerde olduğu ve en fazla değişimin ise % 6 lik seviyede meyve tozlarının eklendiği kek örneklerin değerlerinde geliştiği açıklanmıştır.

Genel anlamda sonuç olarak;

- Çölyak hastaların daha sağlıklı ve güvenilir gıda tüketimi ile ihtiyaç duyduğu besinsel olarak zengin gıda tüketimi amaçlanmış olup fonksiyonel, biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş belli oranlarda, dondurularak kurutulmuş meyve tozlarının eklendiği kek üretimi gerçekleştirilmiştir.
- Üretimi gerçekleştirilen meyve tozu ilave edilmiş keklerin kontrol grubuna göre fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi ve antosiyanin içeriği açısından yüksek değerler elde edilmiştir. Çölyak hastaların ile glutene duyarlılığı olan hastalar tarafından tüketimi amacıyla geliştirilen biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilen ürün açısından önemli bir aşama olmuştur.

- Yapılan benzer çalışmalarla meyve ve sebzelerin ya da yan ürünlerin unlu mamüllerde kullanılmasıyla sektör için de yeni alternatifler oluşturulmuştur. Çölyak hastaları ile beraber herkesin tüketebileceği, kolaylıkla temin edilebilecek, uygun fiyatta ürün gelişmi sağlanmıştır.
- Çölyak hastaların diyet uygulamalarında ürün zenginliği sağlanmış olup tekdüze beslenmeleri bir nebze azaltılarak, diyet uygulamalarına alternatif oluşturulmuştur.
- Çölyak hastalığıyla ilgili araştırmalardan biri olarak yerini almış olup, glutensiz kekleri biyoaktif bileşenler açısından zenginleştirilen sınırlı çalışmalardan biri olarak ilerde yapılacak yeni araştırmalara katkı sağlayıp yeni gelişmelere ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdulkasım, P., Songchitsomon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., A., and Sungpuag, N., 2007. Antioxidant capacity, total phenolics and sugar content of selected Thai health beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1):77-85.
- AACC, 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Method; 08-01, 10-05.01, 10-91.01, 30-10, 44-01, 44-19, 46-10, 55-50, Tenth Edition, The Association: St. Paul, MN, USA.
- Acar, J., Gökmen, V., 2014. Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri. Editör İ. Saldamlı, Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 557-587p.
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J., J., Osorio-Díaz, P., Rendón-Villalobos, R., Utrilla-Coello, R., G., Angulo, O., Bello-Pérez, L., A., 2009. 'Pasta with unripe banana flour: physical, texture, and preference study. *Journal of Food Science*', 263-267.
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J., J., Pacheco-Vargas, G., Osorio-Díaz, P., Bello-Pérez, L., A., 2012. 'Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT - Food Science and Technology*', 46, 177-182.
- Aguado, A., 2010. Development of okara powder as a gluten free alternative to all purpose flour for value added use in baked goods (Doctoral dissertation). university of Maryland, College Park.
- Al-Bawardy, B., Codipilly, D., C., Rubio-Tapia, A., Bruining, D., H., Hansel, S., L., Murray, J., A., Celiac disease: A clinical review. *Abdom. Radiol. (New York)*, 2017, 42(2), 351-360.
- Al Dmoor, H., M., 2013. 'Cake flour: functionality and quality (review)', *European Scientific Journal*, vol. 9, no. 3, pp, 166-180.

- Alp, H., 2006. "Yağsız süt tozu ve soya ürünleri ile zenginleştirilmiş kek özelliklerine transglutaminaz enziminin etkisi üzerine bir araştırma," Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya,
- Altuğ, T., 2009. Gıda Katkı Maddeleri. Sidas Medya Ltd. Şti. 268 s., İzmir.
- Anonim, 2018a. Türk Standartları Enstitüsü, Pirinç Unu Standardı, TS 2639. <http://www.kib.org.tr/files/downloads/sirkuler/2017242ek2.pdf> [Son erişim tarihi: 21.09.2018].
- Anton, M., 2007. Composition and structure of hen egg yolk. In R. Huopalahti, R. L'opez-Fandiño, M. Anton, & R. Schade (Eds.), Bioactive egg compounds (pp. 1–6). Berlin, Germany: Springer.
- Arozarena, I., Bertholo, H., Empis, J., Bunger, A., and de Sousa, I., 2001. Study of the Total Replacement of Egg by White Lupine Protein, Emulsifiers and Xanthan Gum in Yellow Cakes. European Food Research and Technology, 213:312–316.
- Arslan, M., Rakha, A., Khan, M., R., Zou, X., 2017. Complementing the dietary fiber and antioxidant potential of gluten free bread with guava pulp powder. Food Measure, 11: 1959–1968.
- Ashwini, A., Jyotsna, R., and Indrani, D., 2009. Effect of Hydrocolloids and Emulsifiers on the Rheological, Microstructural and Quality Characteristics of Eggless Cake. Food Hydrocolloids, 23: 700–707.
- Avan, A., S., (2014). Polifenollerin Tiyoller ve Proteinlerle Etkileşiminin Bazı Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemlerine Etkisi. Yayınlanmış Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi Bölümü, İstanbul.
- Aydoğdu, S., Tümgör, G., 2005. Celiac disease. Güncel Pediatri, 3(1):47-53.
- Azari, M., Shojae-Aliabadi, S., Hosseini, H., Mirmoghtadaie, L., and Hosseini, S., M., 2019. Optimization of physical properties of new gluten-free cake. Based on apple pomace powder using starch and xanthan gum. Food Science and Technology International, 1–11.

- Baker, B., A., Davis, E., A., and Gordon, J., 1990. The Influence of Sugar and Emulsifiers Type During Microwave and Conventional Heating of a Lean Formula Cake Batter, *Cereal Chemistry*, 67(5):451-457.
- Battais, F., Courcoux, P., Popineau, Y., Kanny, G., Moneret-Vautrin, D., A., Denery-Painl, S., 2005. Food allergy to wheat: differences in immunoglobulin E-binding proteins as a function of age or symptoms. *Journal of Cereal Science*, 42: 109-117.
- Bender, A., B., Speroni, C., S., Salvador, P., R., Loureiro, B., B., Lovatto, N., M., Goulart, F., R., Penna, N., G., 2017. Grape Pomace Skins and The Effects of Its Inclusion in The Technological Properties of Muffins. *Journal of Culinary Science and Technology*, 15(2), 143-157.
- Bennion, E., B., and Bamford G., S., T., 1977. *The Technology of Cake Making*. Bleckie Academic and Professional, London, UK, 413p.
- Bhatnagar, S., and Hanna M., A., 1997. Modification of microstructure of starch extruded with selected lipids. *Starch*, 49: 12–20.
- Bingley, P., J., Williams, A., J., Norcross, A., J., 2004. Undiagnosed coeliac disease at age seven: population based prospective birth cohort study. *BMJ*, 3: 322-328.
- Bourne, M., C., 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Second edition. New York: Academic Press, pp. 15-25.
- Bourekoua, H., Rozyło, R., Gawlik-Dziki, U., Benatallah, L., Zidounel, M., N., & Dziki, D., 2018. Pomegranate seed powder as a functional component of gluten-free bread (Physical, sensorial and antioxidant evaluation). *International Journal of Food Science and Technology*, 53(8): 1906-1913.
- Boz, H., 2018. Buğday veya Mısır Nişastası Kullanılarak Üretilen Keklerin Fiziksel, Duyusal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Çirişlendirmenin Etkisi. *Akademik Gıda*, 16(2), 176-182.

- Capriles, V., D., dos Santos, F., G., & Arêas, J., A., G., 2016. Gluten-free breadmaking: Improving nutritional and bioactive compounds. *Journal of Cereal Science*, 67, 83-91.
- Catassi, C., Fabiani, E., Iacono, G., D'Agate, C., Francavilla, R., Biagi, F., Volta, U., Accomando, S., Picarelli, A., De Vitis, I., Pianelli, G., Gesuita, R., Carle, F., Mandolesi, A., Bearzi, I., Fasano, A., 2007. A prospective, double-blind, placebo-controlled trial to establish a safe gluten threshold for patients with celiac disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 85(1), 160-166.
- Cemeroğlu, B., Acar, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, Ankara.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, Ankara, 535s.
- Christianson, D., D., Hodge, J., E., Osborne, D., And Detroy, D., W., 1981. Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum and cellulose gum. *Cereal Chemistry*, 58: 513-517.
- Chung, H., J., Lee, S., E., Han, J., A., Lim, S., T., 2010. Physical Properties of Dry-Heated Octenyl Succinylated Waxy Corn Starches and Its Application in Fat-Reduced Muffin. *Journal of Cereal Science*, 52, 496–501.
- Codex Alimentarius, Standard For Foods For Special Dietary Use For Persons Intolerant To Gluten, CODEX STAN 118-1979, (revised 2008, amendment 2015).
- Cross, N., 2002. 8. Bakery: Muffins. *Food Processing: Principles and Applications* Edited by J. Scott Smith, Y. H. Hui Copyright by Blackwell Publishing.(171) 165-181.
- Curvain, S., Young, L., 2001. *Baking Problems Solved*. 298-300 pages, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England
- Çakmak, H., Mama, M., Yılmaz, M., Ş., 2021. Determination of the effects of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) sprouts powder on the gluten- free cupcake quality. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45 (5), 1 9.

- Çelik, C., 2021. Karpuz kabuğu tozunun glutensiz kekte kullanım potansiyeli.Yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 1-86.
- D’Amico, M., A., Holmes, J., Stavropoulos, S., N., 2005. Presentation of pediatric celiac disease in the United States: prominent effect of breastfeeding. Clin Pediatr (Phila), 44(3): 249-58.
- De Oliveira, F., L., Arruda, T., Y., P., Da Silva Lima, R., Casarotti, S., N., ve Morzelle, M., C., 2020. “Pomegranate as a natural source of phenolic antioxidants”, J. Food Bioact. , c. 9, ss. 10–22, 2020, doi: 10.31665/jfb.9214.
- Der Borgh, A., V., Goesaert, H., Veraverbeke, W., S., ve Delcour, J., A., 2005. Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview.
- Dhen, N, Roma ’n, L., Rejeb, I., B., Martı ’nez, M., M., Garogouri, M., Go’mez, M., 2016. Particle size distribution of soy flour affecting the quality of enriched gluten-free cakes. LWT Food Sci Technol 66: 179–185.
- Dizlek, H., 2002. Farklı kabartma tozlarının değişik oranlarda kullanılmasının ve kek hamurunun pişirme öncesinde bekletilmesinin pandispanya nitelikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Ç.Ü. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Dizlek, H., and Gül, H., 2009. Kabartma Tozları ve Unlu Mamullerde Kullanımları. Gıda, 34(6): 403–410.
- Dizlek, H., Özer, M., S., 2016a. The impacts of various ratios of different hydrocolloids and surfactants on quality characteristics of corn starch based gluten-free bread. Cereal Research Communications, 44(2): 298-308.
- Doğan, H., 2012. Ekmek Teknolojisinde Yapıyı Etkileyen Hidrokolloidlerin Reolojik Ve Mikroskopik Yöntemlerle İncelenmesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi, Burdur.

- Donovan, J., W., Mapes, C., J., Davis, J., G., & Garibaldi, J., A., 1975. A differential scanning calorimetric study of the stability of egg white to heat denaturation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26(1), 73–83.
- Donovan, J., W., & Mapes, C., J., 1976. A differential scanning calorimetric study of conversion of ovalbumin to S-ovalbumin in eggs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 27(2), 197–204.
- Donovan, J., W., 1977. A study of the baking process by differential scanning calorimetry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(6), 571–578.
- Drabińska, N., Ciska, E., Szmatowiczb, B., Krupa-Kozaka, U., 2018. Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food Chemistry*, 267:170-177.
- Dziezak, J., D., 1991. A focus on gums. *Food Technology*, 45: 115-132.
- Eder, A., 2000. Pigments in food analysis by HPLC. (Nollet M.L.L. eds.) Marcel Dekker, New York, pp. 845-880.
- Eggleston, G., Omoaka, P., E., & Ihedioha, D., O., 1992. Development and evaluation of products from cassava flour as new alternatives to wheaten breads. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59, 377–385.
- Ekşi, A., 1988. Meyve Suyu Durultma Tekniği. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No. 9, Ankara.
- Elgün, A., Ertugay, Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 376s., Erzurum.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., And Attia, H., 2011. 'Dietary Fibre And Fibre-Rich By-Products Of Food Processing: Characterisation, Technological Functionality And Commercial Applications', *Food Chemistry*, 124. 2-15.
- Ertekin, V., 2008. Dünyada ve Türkiye' de Çölyak Hastalığı Prevalansı. In: Selimoğlu MA, ed. Çölyak Hastalığı. İstanbul: Logos Tıp Yay. 11-20.
- Fasano, A., 2005. Clinical presentation of celiac disease in the pediatric population. *Gastroenterology*, 128(4), S68-S73.

- Ferguson, L., R., 2001. Role of plant polyphenols in genomic stability. Elsevier Science 475: 89-111.
- Filosa, S., Di Meo, F., Crispi, S., 2018. Polyphenols-gut microbiota interplay and brain neuromodulation. *Neural Regeneration Research*, 13(12), 2055-2059.
- Foegeding, E., A., Brown, J., Drake, M., A., Daubert, C., R., 2003. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *Int Dairy J*, 13: 585-591.
- Foschia, M., Horstmann, S., Arendt, E., K., Zannini, E., 2016. Nutritional therapy -facing the gap between coeliac disease and gluten-free food. *Int. J. Food Microbiol.*, 239, 113-124.
- Frye, A., M., & Setser, C., S., 1991. Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. *Cereal Chemistry*, 69(3), 343–348.
- Gaesser, G., A., Angadi, S., S., 2012. Gluten-free diet: Imprudent dietary advice for the general population? *J. Acad. Nutr. Diet.*, 112(9), 1330-1333.
- Gagneten, M., Archaina, D., A., Salas, M., P., Leiva, G., E., Salvatori, D., M., & Schebor, C. 2020. Gluten-free cookies added with fibre and bioactive compounds from blackcurrant residue. *International Journal of Food Science and Technology*. 56(4): 1734-1740.
- Gallagher, E., Gormley, T., R., Arendt, E., K., 2004. Recent Advances In Formulation of Gluten-free Cereal-based Products. *Trends In Food Science And Technology*, (15): 143-152.
- Geera, B., Reiling, J., A., Hutchison, M., A., Rybak, D., Santha, B., and Ratnayake, W., S., 2011. A Comprehensive Evaluation of Egg and Egg Replacers on the Product Quality of Muffins. *Journal of Food Quality*, 34: 333–342.
- Gèlinas, P., Roy, G., & Guillet, M., 1987. Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf-life test. *Journal of Food Science*, 64(5), 937–940.

- Gerçekaslan, K., E., Kotancılar, H., G., ve Karaoğlu, M., M., 2007. 'Ekmek Bayatlaması ve Bayatlama Derecesini Ölçmede Kullanılan Yöntemler– I, Gıda, 32 (6), 305-315.
- Giusti, M., M., Wrolstad R., E., 2001. Characterization and Measurement with UVVisible Spectroscopy (R.E. Wrolstad and S.J. Schwartz editors). Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 1-13.
- Gobbetti, M., Pontonio, E., Filannino, P., Rizzello, C., G., De Angelis, M., Di Cagno, R., 2017. How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. Food Res. Int., (in press).
- Gorgonio, C., M., S., Pumar, M., Mothe, C., G., 2011. Macroscopic and Physiochemical Characterization of a Sugarless and Gluten-Free Cake Enriched with Fibers Made from Pumpkin Seed (*Cucurbita maxima*, L.) Flour and Corn Starch. Food Science and Technology, 31(1), 109-118.
- Gómez, M., Ronda, F., Caballero, P., Blanco, C., & Rosell, C., M., 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocolloids, 21, 167–173.
- Gómez, L., O., F., Santiago, R., A., C., Carvalho, Z., V., Carvalho, R., N., Oliveira, I., G., & Bassinello, P., Z., 2015. Application of extruded broken bean flour for formulation of gluten-free cake blends. Food Science and Technology, 35, 307–313.
- Gönül, M. 1983. Duyusal değerlendirilmede sonuca güveni etkileyen faktörler. E.Ü. Mühendislik fakültesi gıda mühendisliği bölümü, İzmir. 8(6) 287-295.
- Graham, D., E., and Phillips, M., C., 1976. The conformations of proteins at the air-water interface and their role in stabilizing foams. In "Foams," (Ed.) R.J. Akers, 233. Academic Press, New York.
- Green, P., H., Shane E., Rotterdam H., Forde K., A., Grossbard L., 2000. Significance of unsuspected celiac disease detected at endoscopy. Gastrointestinal Endoscopy 5:51-60.

- Green, P., H., R., 2005. The many faces of celiac disease: Clinical presentation of celiac disease in the adult population. *Gastroenterology*, 128(4), S74-S78.
- Green, P., H., R., Cellier, C., 2007. Celiac disease. *N. Engl. J. Med.*, 357(17), 1731-1743
- Green, P., H., R., Lebwohl, B., Greywoode, R., 2015. Celiac disease. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 135(5), 1099-1106..
- Green, P., H., R., Krishnareddy, S., Lebwohl, B., 2015. Clinical manifestations of celiac disease. *Dig. Dis.*, 33(2), 137-140.
- Goto, T., Kondo, T., 1991. Structure and molecular stacking of anthocyanins - flower color variation. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 30: 17-33.
- Guandalini, S., 2008. Historical perspective of celiac disease. In: Fasano A, Troncone, R., Branski, D., editors. *Frontiers in celiac disease. Pediatr Adolesc Med. Basel: Karger* (12); 1-11.
- Gueven, A., Knorr, D., 2011. Isoflavonoid production by soy plant callus suspension culture. *J Food Eng*, 103, 237-243.
- Gularte, M., A., Hera, E., Gomez, M., Rosell, C., M., 2012. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *LWT Food Sci Technol* 48(2):209–214. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.015>.
- Guy, R., C., E., & Pithawala, H., R., 1981. Rheological studies of high ratio cake batters to investigate the mechanism of improvement of flours by chlorination or heat treatment. *International Journal of Food Science & Technology*, 16(2), 153–166.
- Guy, R., C., E., 1983. Factors affecting the staling of madeira slab cake. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 477–491.
- Güven, A., Gürsul, I., 2014. Bitki doku kültürlerinde sekonder metabolit sentezi. *Gıda* 39(5), 299-306.
- Hager, A., S., Ryan, L., A., Schwab C., et al., 2011. Influence of the soluble fibres inulin and oat β -glucan on quality of dough and bread. *European Food Research and Technology* 232: 405–413.

- Hall, N., Rubin, G., Charnock, A., 2009. Systematic review: Adherence to a gluten-free diet in adult patients with coeliac disease. *Aliment. Pharmacol. Ther.*, 30(4), 315-330.
- Halling, P., J., 1981. brotem-stabilized foams and emulsions. *CRC Food 8%*. *Nutr.* 155:155.
- Hanselmann, W., Windhab, E., 1999. Flow characteristics and modelling of foam generation in a continuous rotor/stator mixer. *Journal of Food Engineering* 38, 393-405.
- Harborne, J., B., 1998. Phenolic compounds in phytochemical methods – a guide to modern techniques of plant analysis. Third edition. Chapman & Hall, New York, pp. 66-74.
- He, H., Hoseney, R., C., 1991. Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chemistry*, 68(4): 334-336.
- Hertog, M., G., L., 1993. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* 40, 2379-2383.
- Hesso, N., Garnier, C., Loisel, C., Chevallier, S., Bouchet, B., & Le-Bail, A., 2015b. Formulation effect study on batter and cake microstructure: Correlation with rheology and texture. *Food Structure*, 5, 31–41.
- Hoseney, R., C., 1994. *Principles of Cereal Science and Technology* Third Edition, AACC Inc. St. Paul, Minnesota, USA.
- Hui, Y., H., 2006. *Bakery Products Science and Technolog.* Blackwell Publishing Professional 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA.
- Hui, Y., H., (2007). *Handbook of Food Products Manufacturing Principles*. Bakery, Beverages, Cereals, Cheese, Confectionary, Fats, Fruits, and Functional Foods Senior Scientist. Science Technology System, West Sacramento, California, USA.

- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I., R., Mearin, M., L., Phillips, A., Shamir, R., et al.(2012). European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* ;54 (1) : 136-60.
- Jarpa-Parra, M., Wong, L., Wismer, W., Temelli, F., Han, J., Huang, W., Eckhart, E., Tian, Z., Shi, K., Sun, T., and Chen, L., 2017. Quality Characteristics of Angel Food Cake and Muffin Using Lentil Protein as Egg/Milk Replacer. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(7):1604–1613.
- Jericho, H., Sansotta, N., Guandalini, S., 2017. Extraintestinal manifestations of celiac disease: Effectiveness of the gluten-free diet. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr*, 65(1), 75- 79.
- Johnson, T., M., & Zabik, M., E., 1981a. Egg albumen proteins interactions in an angel food cake system. *Journal of Food Science*, 46(4), 1231–1236.
- Kassama, L., S., Ngadi, M., O., Raghavan, G., S., V., 2003. Structural and instrumental textural properties of meat patties containing soy protein. *International Journal of Food Properties*, 6(3) 519-529.
- Karakaya, S., El, S., N., 1997. Flavonoidler ve sağlık. *Beslenme ve Diyet Dergisi* 26(2), 54-60.
- Karaoğlu, M., M., 2010. 'Yusufeli'nde Üretilen Pekmez, Pestil ve Kömelerin Dokusal Özellikleri', Geçmişten Geleceğe Yusufeli Sempozyumu, 10-12 Haziran 2010, Yusufeli, Artvin, Türkiye, 271-278.
- Kassama, L., S., Ngadi, M., O., Raghavan, G., S., V., 2003. Structural and instrumental textural properties of meat patties containing soy protein. *International Journal of Food Properties*, 6(3) 519-529.
- Kaur, K., Singh, G., and Singh G., 2017. Development and evaluation of gluten free muffins utilizing green banana flour. *Bioved*, 28(2): 359–365.

- Kaushik, J., K., & Bhat, R., 1998. Thermal stability of proteins in aqueous polyol solutions: Role of the surface tension of water in the stabilizing effect of polyols. *Journal of Physical Chemistry B*, 102(36), 7058–7066.
- Kelly, C., P., 2016. Celiac Disease. In: Feldman M, Friedman LS, Brandt LJ, eds. *Sleisenger and Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease*. 10th Ed. Philadelphia: Elsevier Saunders 1849-1872.
- Keşkekoğlu, H., 2011. Gıdalardaki doğal renk maddeleri II. Analiz' 35, <http://gidalab.tarim.gov.tr/izmir/Belgeler/Analiz%2035/dergi9.pdf>.
- Kıranlı, D., 2006. Yüksek şeker içerikli sade bar tipi kek üretiminde asesulfam potasyum, polidekstroz, laktitol ve ksantan gam kullanımının ürünün kimyevi kalite özellikleri üzerine etkileri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst.Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S., Tavman, Ş., 2019. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on glutenfree batter rheology and cake properties. *Journal of food science and technology*, 56 (2):914-926.
- Kim, C., S., & Walker, C., E., 1992b. Interactions between starches, sugars, and emulsifiers in high-ratio cake model systems. *Cereal Chemistry*, 69(2), 206–212.
- Kim, J., H., Lee, H., J., Lee, H., S., Lim, E., J., Imm, J., Y., Suh, H., J., 2012. Physical and Sensory Characteristics of Fibre Enriched Sponge Cakes Made with *Opuntia Humifusa*. *Food Science and Technology*, 47, 478-484.
- Kinsella, J., E., 1984. Relationships between structure and functional properties of food proteins, In “Food Proteins,” (Ed.) P. Fox and J. Condon, p. 12. Applied Science Publisher, New York.
- Koçak, Ş., 2018. Bazı Emülgatörlerin Glutensiz Kek Üretiminde Kalite Üzerine Etkileri.İğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İğdir.

- Köklü, G., 2007. Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek nitelikleri üzerindeki etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Kumar, N., A., Prasada Rao, U., J., S., Jeyarani, T., and Indrani, D., 2017. Effect of Ingredients on Rheological, Physico-Sensory And Nutritional Characteristics of Omega-3-Fatty Acid Enriched Eggless Cake. *Journal of Texture Studies*, 48(5):439–449.
- Lancetti, R., Palavecino, P., M., Bustos, M., C., León, A., E., 2020. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour obtention: Effect of process conditions on quality attributes and its incorporation in gluten-free muffins *Food Science and Technology* 125, 109217.
- Lawson, H., 1995. *Food Oils and Fats Technology, Utilization and Nutrition*. Chapman and Hall an International Thomson Publishing Company, U.s.a., 339p.
- Lee, A., ve Newman, J., M., 2003. Celiac diet: its impact on quality of life. *Journal of the American Dietetic Association*, 103 (11), 1533-1535.
- Lee, A., R., Ng, D., L., Zivin, J. ve Green, P., H., R., 2007. Economic burden of a gluten-free diet. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 20.
- Lee, J., H., Yoon, M., S., Bok, J., H., An, H., K., Woo, H., S., and Lee, J., J., 2011. Şekerleme ve Fırıncılık Okulu Teorisi. Toprak kültürü. Seul. 244-245, 249-251.
- Lechevalier, V., Jeantet, R., Arhaliass, A., Legrand, J., Nau, F., 2007. Egg white drying: Influence of industrial processing steps on protein structure and functionalities, France.
- Lin, M., Tay, S., H., Yang, H., Yang, B., and Li, H., 2017b. Replacement of Eggs with Soybean Protein Isolates and Polysaccharides to Prepare Yellow Cakes Suitable for Vegetarians. *Food Chemistry*, 229:663–673.
- Lu, T., M., Lee, C., C., Mau, J., L., et al. 2010. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry* 119: 1090–1095.

- Ludvigsson, J., F., Leffler, D., A., Bai, J., C., Biagi, F., Fasano, A., Green, P., H., R., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Kelly, C., P., Leonard, J., N., Lundin, K., E., Murray, J., A., Sanders, D., S., Walker, M., M., Zingone, F., Ciacci, C., 2013. The oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut*, 62 (1), 43-52.
- Luyts, A., Wilderjans, E., Van Haesendonck, I., Brijs, K., Courtin, C., M., & Delcour, J., A., 2013. Relative importance of moisture migration and amylopectin retrogradation for pound cake crumb firming. *Food Chemistry*, 141(4), 3960–3966.
- Majzoobi, M., Poor, Z., V., Jamalain, J., & Farahnaky, A., 2016. Effects of carrot pomace powder and a mixture of pectin and xanthan on the quality of gluten-free batter and cakes. *Journal of Texture Studies*, 48(6):616-663.
- Majzoobi, M., Poor, Z., V., Mesbahi, G., Jamalain, J., Farahnaky, A., 2017. Effects of carrot pomace powder and a mixture of pectin and xanthan on the quality of gluten-free batter and cakes. *Journal of Texture Studies*, 48:616–623.
- Manaf, M., N., Othman, N. A., Ishak, H., S., Ishak, W., R., W., 2016. Thermal Properties of Batter and Crumb Structure of Muffin Incorporated with Persea americana Puree. *Journal of Culinary Science & Technology*, 260, 259-271.
- Mann, K., & Mann, M., 2011. In-depth analysis of the chicken egg White proteome using an LTQ orbitrap velos. *Proteome science* 9, 1-7.
- Marchetti, L., Califano, A., N., & Andr'es, S., C., 2018. Partial replacement of wheat flour by pecan nut expeller meal on bakery products. Effect on muffins quality. *LWT-Food Science and Technology*, 95, 85-91.
- Marchetti, L., Acuna, M., S., Andr'es, S., C., 2021. Effect of pecan nut expeller meal on quality characteristics of gluten-free muffins. *Food Science and Technology*. Volume 146.

- Martínez-Cervera, S., de la Hera, E., Sanz, T., Gómez, M., and Salvador, A., 2012. Effect of Using Erythritol as a Sucrose Replacer in Making Spanish Muffins Incorporating Xanthan Gum. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8):3203–3216.
- Matos, M., E., Sanz, T., and Rosell, C., M., 2014. Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins. *Food Hydrocolloids* 35: 150–158.
- Matthias, T., Neidhöfer, S., Pfeiffer, S., Prager, K., Reuter, S., Gershwin, M., E., 2011. Novel trends in celiac disease. *Cell. Mol. Immunol.* 8(2), 121-125.
- McWilliams, M., 2001c. Physical aspects of food preparation. In: *Foods: Experimental Perspectives*, Chapter 6. 4th edition, 97–119. Upper Saddle River, N., J., Prentice Hall.
- McWilliams, M., 2001d. Chapter 12. Fats and oils in food products. In: *Foods: Experimental Perspectives*, 4th edition, 245–265. Upper Saddle River, N., J., Prentice Hall.
- Mercan, N., 1998. Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin Araştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mercan, N., ve Boyacıoğlu, M., H., 1999a. Kek Üretim Teknolojisi: Kekin Tanımı, Sınıflandırması ve Üretimi. *Dünya Gıda Dergisi*, 45 : 36-39.
- Mintel, 2015. Gluten-free foods US October 2015 report. 22 Haziran 2019 tarihinde <https://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/half-of-americans-think-gluten-free-diets-are-a-fad-while-25-eat-gluten-free-foods> adresinden erişildi.
- Mir, S., A., Shah, M., A., Naik, H., R., Zargar, I., A., 2016. Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science and Technology*, 51, 49–57.

- Miranda, D., V., Rojas, M., L., Pagador, S., Lescano, L., Sanchez-Gonzalez, J., and Linares, G., 2018. Gluten-Free Snacks Based on Brown Rice and Amaranth Flour with Incorporation of Cactus Pear Peel Powder: Physical, Nutritional, and Sensorial Properties. *International Journal of Food Science*. Volume, Article ID 7120327, 9 pages.
- Mizukoshi, M., Maeda, H., & Amano, H., 1980. Model studies of cake baking. II. Expansion and heat set of cake batter during baking. *Cereal Chemistry*, 57(5), 352–355.
- Mizukoshi, M., 1985. “Model studies of cake baking. VI. Effects of cake ingredients and cake formula on shear modulus of cake,” *Cereal Chemistry*, vol. 62, no. 4, pp. 247–251.
- Movahhed, K., M., Mohebbi, M., Koocheki, A., and Milani, E., 2016. The Effect of Different Emulsifiers on The Eggless Cake Properties Containing WPC. *Journal of Food Science and Technology*, 53(11):3894–3903.
- Naczka, M. ve Shahidi, F., 2004. “Extraction and analysis of phenolics in food”, J., *Chromatogr. A*, c. 1054, sayı 1–2, ss. 95–111, doi: 10.1016/j.chroma.08.059.
- Neumann, H., Breummer, J., M., 1997. Investigations with the production of gluten free bread and roll specialities. *Getreide Mehl Brot*, 51, 50–55.
- Niewinski, M., M., 2008. Advances in celiac disease and gluten-free diet. *J. Am. Diet. Assoc.*, 108(4), 661–672.
- Nijhawan, S., Goyal, G., 2015. Celiac disease review. *J. Gastrointest. Dig. Syst.* 5(6), 350.
- Nishinari, K., Kohyama, K., Kumagai, H., Funami, T., Bourne, M., C., 2013. Parameters of texture profile analysis. *Food Science and Technology Research*, 19(3), 519–521.
- Nishita, K., D., Roberts, R., L., Bean, M., M., Kennedy, B., M., 1976. Development of a yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chemistry* 53 (5), 626–635.

- Nizamlioğlu, N., M., NAS, S., 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35.
- Oksana, S., Marian, B., Mahendra, R., Hong, B., S., 2012. Plant phenolic compounds for food, pharmaceutical and cosmetics production. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(13), 2526-2539.
- Osborne, T., B., 1924. *The vegetable proteins*. Longmans, Green and Co. Londra.
- Özkaya, B., 1999. Tahılların neden olduğu alerjiler ve önemi. *Food Hi-Tech*, 82-88.
- Özkaya, B., ve Demir, Z., 1992. “Yumuşak buğdaylardan yapılan fırın ürünleri,” *Un Mamülleri Dünyası*, vol. 1, pp. 4-8.
- Özkoc, S., O., Seyhun, N., 2015. Effect of gum type and flaxseed concentration on quality of gluten- free breads made from frozen dough baked in infrared-microwave combination oven. *Food and Bioprocess Technology*, 8(12), 2500–2506. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1615-8>.
- Özüğür, G., Hayta, M., 2011. Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36(5) : 287-294.
- Padalino, L., Conte, A., ve Del Nobile, M., 2016. Overview on the general approaches to improve gluten-free pasta and bread, *Foods*, 5 (4), 87-95.
- Palacio, M., I., Etcheverria, A., I., Manrique, G., D., 2018. Development of gluten-free muffins utilizing squash seed dietary fiber. *Journal of Food Science and Technology*. 55, 2955–2962.
- Paraskevopoulou, A., Donsouzi, S., Nikiforidis, C., V., and Kiosseoglou, V., 2015. Quality Characteristics of Egg-Reduced Pound Cakes Following WPI and Emulsifier Incorporation. *Food Research International*, 69: 72–79.
- Powrie, W., D., & Nakai, S., 1985. Characteristics of edible fluids of animal origin: eggs. In O.R. Fennema (Ed.), *food chemistry* (2 nd ed.). (pp. 829 - 855). New York, NY, USA: Marcel Dekker.

- Preichardt, L., D., Vendruscolo, C., T., Gularte, M., A., Moreira, A., S., 2011. The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(12): 2591-2597.
- Pylar, E., J., 1988. *Baking Science and Technology*. Sosland Palishing Company, ABD, 1323.
- Radünz, M., Camargo, T., M., Nunes, C., F., P., Pereira, E., D., S., Ribeiro, J., A., Hackbart, H., C., D., S., Radünz, A., F., O., Radünz, A., L., Gularte, M., A., Barbosa, F., D., F., 2020. Gluten-free green banana flour muffins: chemical, physical, antioxidant, digestibility and sensory analysis. *Journal of Food Science Technology*. 58;1295-1301.
- Rahmati, N., F., and Tehrani, M., M., 2014. Influence of Different Emulsifiers on Characteristics of Eggless Cake Containing Soy Milk: Modeling of Physical and Sensory Properties by Mixture Experimental Design. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9):1697–1710.
- Reilly, N., R., 2016. The gluten-free diet: recognizing fact, fiction, and fad. *Journal of Pediatrics*, 175, 206–210. [51].
- Roca, E., Guillard, V., Guilbert, S., Gontard, N., 2006. Moisture migration in a cereal composite food at high water activity: effects of initial porosity and fat content. *J Cereal Sci* 43 (2):144–151. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.08.008>.
- Rodríguez-García, J., Puig, A., Salvador, A., and Hernando, I., 2012. Optimization of a Sponge Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer: Structure, Physicochemical, and Sensory Properties. *Journal of Food Science*, 77(2):189–197.
- Różyło, R., Wójcik, M., Dzik, D., Biernacka, B., Cacak-Pietrzak, G., Gawłowski, S., and Zdybel, A., 2018. Freeze-dried elderberry and chokeberry as natural colorants for gluten-free wafer sheets. *International Agrophys*, 33, 217-225.

- Różyło, R., Wójcik, M., Biernacka, B., & Dziki, D., 2019. Gluten-free crispbread with freeze-dried blackberry: quality and mineral composition. *CyTA – Journal of Food*, 17 (1), 841–849.
- Saeidi, Z., Nasehi, B., Jooyandeh, H., 2018. Optimization of gluten-free cake formulation enriched with pomegranate seed powder and transglutaminase enzyme. *Journal of Food Science and Technology*. 55(8): 3110–3118.
- Saldamlı, İ., 2014. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 978-975-491-385-9.
- Sarawong, C., Gutierrez, Z., R., Berghofer E., & Schoenlechner R., 2014. Effect of green plantain flour addition to gluten-free bread on functional bread properties and resistant starch content. *International Journal of Food Science and Technology*. 49(8): 1825-1833.
- Saric, B., Dapcevic- Hadnadev, T., Hadnadev, M., Sakac, M., Mandi, A., Mišan, A., Skrobot, D., 2018. Fiber concentrates from raspberry and blueberry pomace in gluten-free cookie formulation: Effect on dough rheology and cookie baking properties. *Journal of Texture Studies*, 50:124–130.
- Schenz, T., W., 1995. Glass transition and product stability-an over review. *Food Hydrocolloids*, 9: 307-315.
- Scherf, K., A., Koehler, P., ve Wieser, H., 2016. Gluten and wheat sensitivities - an overview. *Journal of Cereal Science*, 67, 2-11.
- Scherf, K., A., Wieser, H., ve Koehler, P., 2018. Novel approaches for enzymatic gluten degradation to create high-quality gluten-free products. *Food Research International*, 110, 62-72.
- Schirmer, M., Jekle, M., Arendt, E., & Becker, T.(2012).Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake.*Food Research International*, 48, 291–298. doi:10. 1016/j.foodres.2012.05.003
- Schuppan, D., Zimmer, K., P., 2013. The diagnosis and treatment of celiac disease. *Dtsch. Arztebl.Int.*, 110(49), 835-846.

- Seçen, S., M., 2016. Kabak Çekirdeği Yağının Kek Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması.Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Anabilim Dalı,Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir.
- Seguchi, M., Tabara, A., Iseki, K.,Takeuchi, M., and Nakamura, C., 2014. Development of Gluten-Free Bread Baked with Banana (Musa spp.) Flour. Food Science and Technology Research, 20 (3): 613- 619.
- Selamoğlu, Z., 2017. Polyphenolic compounds in human health with pharmacological properties. Journal of Traditional Medicine & Clinical Naturopathy, 6(4).
- Shahidi, F., Naczki, M., 1995. Food Phenolics, Chemistry, Effects, Applications. Technomic, USA.X
- Shepherd, I., S., & Yoell, R., W., 1976. Cake emulsions. In Food emulsions (pp. 216–275). New York, NY, USA: Marcel Dekker.
- Shevkani, K., & Singh, N., 2014. Influence of kidney bean, field pea and amaranth protein isolates on the characteristics of starch-based gluten-free muffins. International Journal of Food Science and Technology, 49, 2237–2244.
- Shimada, K., Fujikawa, K.,Yahara, K., & Nakamura, T., 1992. Antioxidative properties of xanthan on the antioxidation of soy bean oil in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry,40, 945–948.
- Shuppan, D., Tennis, M., D., Kelly, C., P., 2005.Celiac disease: Epidemiology, pathogenesis,diagnosis and nutritional management. Nutr. Clin. Care,8,54–69.
- Singh, B., Panesar, P., S., & Nanda, V., 2006b. Utilization of carrot pomace for the preparation of a value added product. World Journal of Dairy and Food Sciences, 1, 22-27.
- Singh, P., J., Kaur, A., & Singh, N., 2015. Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. Journal of Food Science Technology. 53(2): 1269-78.

- Singh, P., J., Kaur, A., Shevkani K., & Singh, N., 2015. Influence of jambolan (*Syzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. *International Journal of Food Science and Technology*. 50 (5):1190-1197.
- Spies, R., D., & Hosney, R., C., 1982. Effect of sugars on starch gelatinization. *Cereal Chemistry*, 59(2), 128–131.
- Stanley, D., W., 1987. Food texture and microstructure. In H. R. Moskowitz (Ed.), *Food texture: Instrumental and sensory measurement* (pp. 35–64). Marcel Dekker, New York.
- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A., Imanoğlu, Ş., 2009. The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products. *Food Chemistry*, 121 (1), 156-164.
- Sudha, M., Baskaran, V., and Leelavathi, K., 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry* 104: 686–692.
- Szczesniak, A., S., 1963. Classification of textural characteristics. *J Food Sci*, 28: 385389.
- Szczesniak, A., S., 2002. Texture is a sensory property. *Food Qual Prefer*, 13: 215 225.
- Takma, D., K., Balçık, E., Ü., Sahin-Nadeem, H., 2021. Physicochemical and Sensory Properties of Gluten-free Cupcakes Added with Fig Seeds Pomace Flour. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(7), 1-28.
- Talay, R., Erdoğan, Ü., 2018. Fenolik bileşenler ve bağırsak bakterileri arasında karşılıklı etkileşim. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (11), 1562-1568.
- Talens, C., Álvarez-Sabatel, S., Rios, Y., Rodríguez, R., 2016. Effect of a new microwave-dried orange fibre ingredient vs. a commercial citrus fibre on texture and sensory properties of gluten-free muffin. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 44 (26), 83-88.

- Tayebi, M., Shahedi, M., Milani, j., & Ghorbanpour, A., 2014. Gluten-free bread formulation. *International Journal of Food Engineering*, 10(3): 467- 472.
- Thompson, T., 2003. Oats and the gluten-free diet. *J Am Diet Assoc*, 103(3) : 376-9.
- Tjon, J., M., L., Van Bergen, J., Koning, F., 2010. Celiac disease: How complicated can it get? *Immunogenetics*, 62(10), 641-651.
- Topkaya, C., 2017. ‘Nar kabuğu tozu ilavesinin keklerin besinsel, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 8-13.
- Tribess, T., P., Herná'ndez-Urbe, J., P., Me'ndez-Montevalvo, M., G., C., Menezes, E., W., Bello Pérez, L., A., Tadini, C., C., 2009. ‘Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions’. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1022–1025.
- Tsao, R., Yang, R., 2003. Optimization of A New Mobile Phase to Know The Complex and Real Polyphenolic Composition: Towards A Total Phenolic Index Using High-Performance Liquid Chromatography. *Journal Of Chromatography A*. 1018: 29–40. DOI:10.1016/J.Chroma.2003.08.034.
- Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S., 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22, 305-312.
- Türksoy, S. ve Özkaya, B., 2006. Gluten ve çölyak hastalığı, Türkiye 9. Gıda Kongresi kitabı içinde (ss. 807-810). Bolu.
- Türker, B., 2016. Glutensiz Kek Üretimi ve Bazı Fiziksel, Kimyasal, Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Türkiye Standartları Enstitüsü, 1991. Kabartma tozu-Hamur için. TS 9053, Ankara.
- Uedaira, H., & Uedaira, H. 1980. The effect of sugars on the thermal denaturation of lysozyme. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 53(9), 2451–2455.

- Ünver, B., 1987. Deneysel Yiyecek Hazırlama Bilimsel İlkeler Yiyeceklerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Mars Matbaası, Ankara.
- Padalino, L., Conte, A., ve Del Nobile, M., 2016. Overview on the general approaches to improve gluten-free pasta and bread, *Foods*, 5 (4), 87-95.
- Palacio, M., I., Etcheverrı 'a, A., I., Manrique, G., D., 2018. Development of gluten-free muffins utilizing squash seed dietary fiber. *J Food Sci Tech* 55(8):2955–2962. <https://doi.org/10.1007/s13197-0183213-z>.
- Pandey, K., B., Rizvi, S., I., 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.
- Parzanese, I., Qehajaj, D., Patrinoicola, F., Aralica, M., ChirivaInternati, M., Stifter, S., Elli, L., Grizzi, F., 2017. Celiac disease: From pathophysiology to treatment. *World J. Gastrointest. Pathophysiol.* 8(2), 27-38.
- Rodrigues, A., F., Jenkins, H., R., 2006. Coeliac disease in children. *Curr Pediatr.* 16(5):317-21.
- Velioğlu, S., 1987. Gıdalarda Renk Ölçme İlke ve Sistemleri, *Gıda*, 12(6):409-416.
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M., Polzonetti, V., 2016. Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clin. Nutr.*, 35(6), 1236-1241.
- Walker-Smith, J., A., Guandalini, S., Schmitz, J., Shmerling, D., H., Visakorpi, J., K., 1990. Revised criteria for diagnosis of coeliac disease : report of a working group of ESPGAN. *Arch Dis Child* (65): 909-911.
- Walker, R., Tseng, A., Cavender, G., Ross, A., Zhao, Y., 2014. Physicochemical, nutritional, and sensory qualities of wine grape pomace fortified baked goods. *J Food Sci* 79:S1811–S1822.
- Wang, H., Cao, G., Prior, R., L., 1996. Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food Chem.* 44,701-705.

- Wang, P., Chen, H., Mohanad, B., Xu, L., Ning, Y., Xu, J., ve diğerleri 2014. Effect of frozen storage on physico-chemistry of wheat gluten proteins: studies on gluten-,glutenin-and gliadinrich fractions. *Food Hydrocolloids*, 39, 187-194.
- Wang, S., Li, C., Copeland, L.,Niu, Q., & Wang, S., 2015. Starch retrogradation: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 568–585.
- Ward, F., M., and Andon, S., A., 2002. Hydrocolloids as film formers adhesives and gelling agents for bakery and cereal products. *Cereal Foods World*, 47(2) : 52-55.
- Wee, M., S., M., Goh, A., T., Stieger, M., Forde, C., G., 2018. Correlation of instrumental texture properties from textural profile analysis (TPA) with eating behaviours and macronutrient composition for a wide range od solid foods. *Food and Function*, 9(10), 5301-5312.
- West, J., Logan, R., F., Hill, P., G., 2003. Seroprevalence, correlates, and characteristics of undetected coeliac disease in England. *Gut*, 52 (7): 960-5.
- Wetherilt, H., 1996. Beslenme ve cilt sağlığı. *Gıda Teknolojisi* 1(6), 84-88.
- Wilderjans, E., Pareyt, B., Goesaert, H., Brijs, K., & Delcour, J., A., 2008. The role of gluten in a pound cake system: a model approach based on gluten-starch blends. *Food Chemistry*, 110, 909– 915.
- Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K.,and Delcour, A., 2013. 'Ingredient functionality in batter type cake making', *Trends in Food Science & Technology*, 30, 6-15,
- Willyard, M., 2000. Technical Bulletin. Muffins (Update). *American Institute of Baking* 22(10): 1–6.
- Wroniak, M., Krygier, K., Kaczmarczyk, M., 2008. Comparison of The Quality of Cold Pressed and Virgin Rapeseed Oils with industrially Obtained Oils. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 58(1):85-89.

- Xu, L., Diosady, L., L., 2000. Interactions between canola proteins and phenolic compounds in aqueous media. *Food Res Int* 33: 725–731.
- Yang, X., & Foegeding, E., A., 2010. Effects of sucrose on egg white protein and whey protein isolate foams: Factors determining properties of wet and dry foams (cakes). *Food Hydrocolloids*, 24, 227–238.
- Yılmaz, İ., Yeşilyurt, M., E., Setidzader, R., 2016. Kek ve Kek Unu Üretimi. Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, <http://gidamuhendisi.tripod.com> (erişim tarihi: 11.02.2018).
- Yücel, R., 2009. Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılan Bazı Zamkların Kalite Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Adana.
- Zahn, S., Pepke, F., Rohm, H., 2010. Effect of Inulin As A Fat Replacer On Texture And Sensory Properties Of Muffins. *International Journal of Food Science And Technology*, 45, 2531–2537.
- Zawahir, S., Safta, A., Fasano, A., 2009. Pediatric celiac disease. *Curr Opin Pediatr*.21(5): 655-60.
- Zhou, Y., Zheng, J., Li, Y., Xu, D., P., Li, S., Chen, Y., M., 2016. Natural polyphenols for prevention and treatment of cancer. *Nutrients*, 8(8) : 2-35.



ÖZGEÇMİŞ

Ümmügölsüm TURĖAY, İlkokul, ortaokul ve lise eğitimi Mardin’de tamamladı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakötesi Gıda Mühendisliğı Bölümü’nü kazandı ve 2013 yılında aynı bölümden mezun oldu. 2014 yılında Şırnak damızlık koyun- keçi birliğinde tarım danışmanlık yapmaya başladı ve 2015 yılında Mardin Alemdar Un fabrikasında sorumlu yönetici olarak işe başladı. 2019 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliğı Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.



EKLER



EK 1. Farklı Oranda Farklı Meyve Tozu İçeren Glutensiz Kek Örnekleri



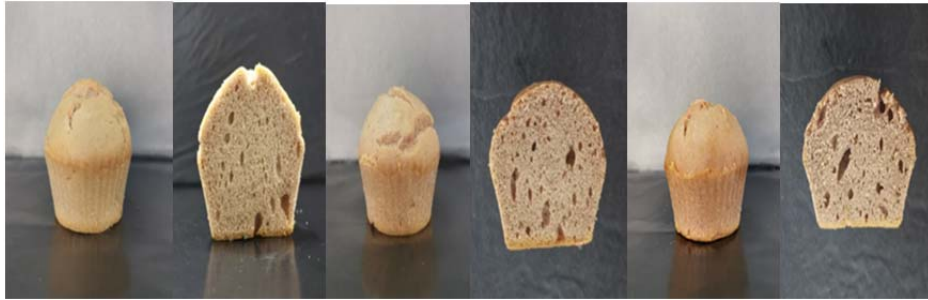
KONTROL



AK1

AK2

AK3



BK1

BK2

BK3



ÇK1

ÇK2

ÇK3



KK1

KK2

KK3

EK 2. Duyusal Analiz Formu

DUYUSAL ANALİZ FORMU HEDONİK TEST

Panelistin Adı-Soyadı:

Tarih:...../...../.....

Açıklama: Size verilmiş olan 106, 205, 135, 550 ve 636 kodlu 5 adet glutensiz kek örneğini, aşağıda verilen kriterler doğrultusunda en az 1 ve en yüksek 9 puan olmak üzere 1 ile 9 arasında puan vererek kalite kriterleri açısından değerlendiriniz. Belirlenen parametreler aşağıdaki puanlama sistemine göre değerlendirilecektir.

Örnekler arasında ağzınızı su ile çalkalamayı unutmayınız.

Teşekkür ederiz.

Kalite Kriterleri:

Görünüm: Homojen, düzgün ve sık gözenek yapısı ile yüksek hacimli olmasına göre değerlendirilmelidir.

Renk: Parlak, açık kahverengi kabuk rengi ve beyaz kek içi rengine sahip olmasına göre değerlendirilmelidir. Kabuk rengi dağılımı homojen olmalıdır.

Tekstür: Dokunma duyusu ile geometrik (yumuşaklık); ağızda ise kinestetik olarak mekanik özelliklerine (sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, elastikiyet) göre değerlendirilmelidir. Yumuşak, kolay çiğnenebilir nitelikte olmalıdır.

Tat: Arzu edilen ve kekin kendine özgü tat niteliğine göre değerlendirilmelidir.

Aroma: Arzu edilen ve kekin kendine özgü aroma niteliğine göre değerlendirilmelidir.

Puan Değeri ile İlgili Açıklamalar:

1 = Çok Kötü; 3= Kötü; 5 =Orta derecede iyi; 7= İyi; 9 = Çok İyi

ÖRNEK KODU	KEK ÖRNEKLERİ KALİTE KRİTERLERİ						
	GÖRÜNÜM		RENK	TEKSTÜR	TAT	AROMA	GENEL BEĞENİ
	Hacim	Kek İçi Gözenek Yapısı					
106							
205							
135							
550							
636							

Örneklerle ilgili belirtmek istediğiniz husus ve düşünceleriniz:

EK 3. Duyusal Analizi Gerçekleştirilen Meyve Tozu Eklenmiş Glutensiz Kek Örnekleri

