

**T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA TEKNOLOJİLERİ BİLİM DALI**

**GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİ ve BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL,
FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Burcu TÜRKER

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Nazlı SAVLAK**



MANİSA-2016

**Burcu
TÜRKER**

**GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİ ve BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL, FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

2016

TEZ ONAYI

Burcu TÜRKER tarafından hazırlanan "**Glutensiz kek üretimi ve bazı fiziksel, kimyasal, fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi**" adlı tez çalışması 11/08/2016 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman **Yrd. Doç. Dr. Nazlı SAVLAK**
Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU**
Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Raci Ekinci**
Pamukkale Üniversitesi

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Burcu TÜRKER



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IV
TABLO DİZİNİ	V
TEŞEKKÜR.....	VII
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Çölyak ve Gluten.....	2
2.2. Glutensiz Diyet ve Glutensiz Gıda Bileşenleri.....	4
2.3. Yeşil Muz İçi ve Kabuğu	8
2.4. Kek ve Glutensiz Bileşenler.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Kullanılan Kimyasal Çözeltiler	20
3.2. Yöntemler.....	21
3.2.1. Yeşil Muz Un Üretimi	21
3.2.2. Glutensiz Kek Formülü ve Üretim Yöntemi.	23
3.2.3. Kimyasal Bileşen Analizleri	25
3.2.4. Su Aktivitesi Analizi.....	25
3.2.5. pH ve Titrasyon Asitliği Analizleri	25
3.2.6. Fiziksel Analizler.....	26
3.2.7. Renk Analizi	27
3.2.8. Doku Profil Analizi	28
3.2.9. Ekstrakt Hazırlama	28
3.2.10. Toplam Fenolik Madde Analizi	29
3.2.11. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Analizi.....	31
3.2.12. Demir İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Analizi	33
3.2.13. Duyusal Değerlendirme	36
3.2.14. İstatistiksel Analiz	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	38
4.1. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarına Ait Analiz Sonuçları.....	38
4.1.1. Kimyasal Bileşim.....	38
4.1.2. Su aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliği	39
4.1.3. Renk Analizi	39
4.1.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite	40
4.2. Yeşil Muz İçi Unu İkamesi ile Üretilen Glutensiz Keklere Ait Analiz Sonuçları.....	41

4.2.1. Kimyasal Bileşim.....	41
4.2.2. Su aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliği	42
4.2.3. Fiziksel Analizler.....	43
4.2.4. Renk Analizi	46
4.2.5. Doku Profil Analizi	48
4.2.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite	52
4.2.7. Duyusal Değerlendirme	55
4.3. Yeşil Muz Kabuk Unu İkamesi ile Üretilen Glutensiz Keklere Ait Analiz Sonuçları	59
4.3.1. Kimyasal Bileşim.....	59
4.3.2. Su aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliği	61
4.3.3. Fiziksel Analizler.....	61
4.3.4. Renk Analizi	65
4.3.5. Doku Profil Analizi	67
4.3.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite	70
4.3.7. Duyusal Değerlendirme	72
4.4. Yeşil Muz İçi Unu İkamesi ile Üretilen Glutensiz Keklerin Analiz Sonuçlarına Ait Korelasyonlar	75
4.5. Yeşil Muz İçi Unu İkamesi ile Üretilen Glutensiz Keklerin Analiz Sonuçlarına Ait Korelasyonlar	87
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	99
KAYNAKLAR	102
ÖZGEÇMİŞ	111

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
cm³	Santimetre küp
µm	Mikrometre
mL	Mililitre
µL	Mikrolitre
dk	Dakika
s	Saniye
g	Gram
mg	Miligram
a	Ağırlık
v	Hacim
N	Newton
%	Yüzde
°C	Celcius
>	Büyüktür
<	Küçüktür
ÇH	Çölyak hastalığı
KM	Kuru Madde
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
Troloks	6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkromon-2-karboksilik asit
FRAP	Demir İndirgeyici antioksidan güç
TPA	Doku profil analizi
YMIU	Yeşil muz içi unu
YMKU	Yeşil muz kabuğu unu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Yeşil Muz İçi Unu.....	22
Şekil 3.2. Yeşil Muz Kabuğu Unu	22
Şekil 3.3. a) kontrol keki, (b) % 20, (c) %40, (d) % 60 (e) %80 Yeşil muz içi unu ikameli kek	24
Şekil 3.4. a) kontrol keki, (b) % 5, (c) %10, (d) % 15 (e) %20 Yeşil muz kabuğu unu ikameli kek	24
Şekil 3.5. Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı Hesaplanmasında Kullanılan Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi	30
Şekil 3.6. Kontrol Keki ve Yeşil Muz İç Unlu Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarı Hesaplanmasında Kullanılan Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi	30
Şekil 3.7. Kontrol Keki ve Yeşil Muz Kabuk Unlu Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarı Hesaplanmasında Kullanılan Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi....	31
Şekil 3.8. Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Hesaplanmasında Kullanılan Troloks Kalibrasyon Eğrisi	32
Şekil 3.9. Kontrol Keki ve Yeşil Muz İçi Unlu Keklerin DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Hesaplanmasında Kullanılan Troloks Kalibrasyon Eğrisi ..	32
Şekil 3.10. Kontrol Keki ve Yeşil Muz Kabuk Unlu Keklerin DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Hesaplanmasında Kullanılan Troloks Kalibrasyon Eğrisi .	33
Şekil 3.11. Yeşil Muz İç Ununun FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi.....	34
Şekil 3.12. Yeşil Muz Kabuk Ununun FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi.....	34
Şekil 3.13. Kontrol Keki ve Yeşil Muz İç Unlu Keklerin FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi	35
Şekil 3.14. Kontrol Keki ve Yeşil Muz Kabuk Unlu Keklerin FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi.	35
Şekil 3.15. Duyusal Değerlendirme Panel Formu	37

TABLO DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Glutensiz Kek Yapımında Kullanılan Bileşenlerin İsimleri, Miktarları (g) ve Bileşimdeki Payları (%)	23
Tablo 3.2. Glutensiz Kek Örneklerine Ait Doku Profil Analizi Test Ayarları ..	28
Tablo 4.1. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Glutensiz Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının Kimyasal Bileşimi	38
Tablo 4.2. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Glutensiz Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının Su Aktivitesi (aw), pH ve Titrasyon Asitliği (g Malik Asit/100 g) Değerleri.....	39
Tablo 4.3. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Glutensiz Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının CIE L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri.....	40
Tablo 4.4. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Glutensiz Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının Toplam Fenolik Madde Miktarları, DPPH Radikali Giderme Aktivitesi ve FRAP Değerleri	41
Tablo 4.5. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Kimyasal Bileşimi	42
Tablo 4.6. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Su Aktivitesi (aw), pH ve Titrasyon Asitliği (g Malik Asit /100 g) Değerleri.....	43
Tablo 4.7. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Bazı Fiziksel Özellikleri	45
Tablo 4.8. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Kabuk ve İç Kısımlarına Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri	47
Tablo 4.9. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları	48
Tablo 4.10. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları	50
Tablo 4.11. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarları, DPPH Radikali Giderme Aktivitesi ve FRAP Değerleri.....	53
Tablo 4.12. Duyusal Değerlendirme Analizi İle Elde Edilen Kabuk Rengi, İç Rengi, Koku, Lezzet, Sertlik, Çiğnenebilirlik, Tat Sonrası İzlenim ve Genel Beğeni Değerleri	57
Tablo 4.13. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Kimyasal Bileşimi	60
Tablo 4.14. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Su Aktivitesi (aw), pH ve Titrasyon Asitliği (g Malik Asit/100 g) Değerleri.....	61
Tablo 4.15. Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Bazı Fiziksel Özellikleri	65
Tablo 4.16. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Kabuk ve İç Kısımlarına Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri	65
Tablo 4.17. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları	68
Tablo 4.18. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları	68
Tablo 4.19. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarları, DPPH Radikali Giderme Aktivitesi ve FRAP Değerleri	72
Tablo 4.20. Duyusal Değerlendirme Analizi İle Elde Edilen Kabuk Rengi,	

İç Rengi, Koku, Lezzet, Sertlik, Çiğnenebilirlik, Tat Sonrası İzlenim ve Genel Beğeni Değerleri	73
Tablo 4.21. Kimyasal Bileşim Analizi ve Fiziksel Analiz Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar	76
Tablo 4.22. Renk Analizi ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar	79
Tablo 4.23. Doku Profil Analizi (TPA) ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar.....	83
Tablo 4.24. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri Arasındaki Korelasyonlar.....	86
Tablo 4.25. Kimyasal Bileşim Analizi ve Fiziksel Analiz Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar	88
Tablo 4.26. Renk Analizi ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar	91
Tablo 4.27. Doku Profil Analizi (TPA) ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar	94
Tablo 4.28. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri Arasındaki Korelasyonlar	97

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleriyle bana yol gsteren ,önemli projelerde yer almama vesile olarak akademik gelişimime katkıda bulunan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nazlı SAVLAK' a, çalışmanın tüm zorlu aşamalarında sabır ile değerli vaktini ayıran, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen, kendisi ile çalışmaktan büyük onur duyduğum sevgili hocam Sayın Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOğLU'na, güler yüzlerini ve yardımlarını benden esirgemeyen Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlilerine, öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan Eşim Ersin TÜRKER ve tüm aileme yürekten teşekkür ederim.

Bu tez çalışması 115 O 922 numaralı Tübitak 3001 Başlangıç Ar-Ge Projesinin bir kısmını oluşturmakta olup, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmektedir.

Burcu Türker
Manisa, 2016

ÖZET

Yüksek Lisans

Glutensiz Kek Üretimi ve Bazı Fiziksel, Kimyasal, Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi

Burcu TÜRKER

Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nazlı SAVLAK

Çölyak hastalığı, buğday gluteninin yanısıra, arpa, çavdar ve yulaf proteinlerinin tüketilmesiyle tetiklenen gıda kaynaklı bir enteropatidir. Gluten içeren gıdaların alımı, çölyaklı bireylerin mide-bağırsak yolunda besin, vitamin ve minerallerin yetersiz emilimine ve ciddi sindirim sorunlarına yol açmaktadır. Çölyak hastalığının bugüne kadar bilinen tek tedavi yöntemi sıkı bir glutensiz diyetdir. Bu çalışmada, farklı oranlarda yeşil muz içi unu (YMİU) (%20, %40, %60 ve %80) ve yeşil muz kabuğu unu (YMKU) (%5, %10, %15 ve %20) içeren glutensiz kekler üretilmiş ve bu keklerin bazı fiziksel, tekstürel, kimyasal, duyuşsal ve antioksidan özellikleri ve ayrıca toplam fenolik madde miktarları belirlenerek pirinç unlu kontrol keki ile karşılaştırılmıştır. Glutensiz keklerde pirinç unu yerine besinsel açıdan daha zengin olan YMİU kullanımı ile keklerin kül içeriği, hacimleri, yükseklikleri ve spesifik hacimleri artmış, pirinç unlu kontrol kekinden daha az yoğun, düşük pişme kaybına sahip kekler elde edilmiştir. Yeşil muz içi unlu glutensiz keklerin tamamı çölyak hastası olmayan panelistlerin değerlendirmeleri sonucu genel beğeni parametresinden 4.50 – 5.68 arası puanlar almış ve duyuşsal açıdan kabul edilebilir olarak nitelendirilmiştir. % 40 YMİU ikame oranının üzerinde kekler kek içi rengi, lezzet ve sertlik bakımından daha az beğeni toplarken, % 20 – 60 ikame oranlarında kekler koku, çiğnenebilirlik, tat sonrası izlenim ve genel beğeni bakımından farklılık göstermemiştir. Besinsel açıdan zengin bir atık olan yeşil muz kabuğuununun (%1,22 kül, % 6.17 yağ, % 11.16 protein) glutensiz keklerde pirinç unu yerine kullanımı ile keklerin kül, yağ ve protein içeriklerinde artış sağlanmıştır. %5 ve %10 YMKU ikame oranlarında keklerin hacim, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kayıpları kontrolden farklılık göstermezken %15 ve %20 ikame oranlarında glutensiz keklerin hacim, spesifik hacim, yükseklik ve pişme kayıpları azalırken yoğunlukları artmıştır. YMKU ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait fiziksel, kimyasal ve duyuşsal analiz sonuçları birarada göz önünde bulundurulduğunda %5 ve %10 YMKU ikame oranına sahip keklerin %15 ve %20 ikame oranlı keklere göre tüketici tarafından daha çok kabul görebileceği düşünülmektedir. Doğal bir antioksidan ve polifenol kaynağı olduğu bildirilen YMİU ve YMKU kullanılarak üretilen glutensiz kekler artan toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteleri ile fonksiyonel özellik kazanmışlardır.

Anahtar Kelimeler: çölyak, yeşil muz içi unu, yeşil muz kabuk unu, glutensiz kek

2016, 111 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Gluten Free Cake Production and Investigation of Some Physical, Chemical and Functional Properties

Burcu TÜRKER

Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nazlı SAVLAK

Celiac Disease (CD) is the most common food-borne enteropathy in human beings that is triggered by the consumption of wheat gluten as well as related with protein in barley, rye and oat. The consumption of foods containing gluten leads to serious maldigestion problems and malabsorption of nutrients, vitamins, and minerals in the gastrointestinal tract of celiac individuals only treatment ever known for CD is a gluten-free diet. It is aimed to substitute gluten free rice cake with different proportions of GBPF* (%20, %40, %60 and %80) and GBPF** (%5, %10, %15 and %20) in order to enrich rice cakes. Some physical, textural, chemical, sensorial and antioxidant activity properties and also total phenolic contents of gluten free cakes were determined and compared with rice-based control cake. The substitute of GBPF* to rice flour has a positive impact on the ash content, volume specific volume, height and baking loss of gluten free rice based cake. It was also obtained with lower density and baking loss of the cakes from control cakes. The sensory evaluation of the GBPF* cake was conducted by non-celiac individuals and all GBPF* formulations were considered acceptable in terms of sensory evaluation as they received scores ranging from 4.50 to 5.68 for overall acceptance. The substitution of GBPF* 20-60 % levels did not affect odour, chewiness, mouthfeel and overall acceptance of the cake as compared to the control cake. But GBPF* 60 % and 80 % levels were less acceptable in terms of crumb colour, flavour and hardness than cakes with 20 % and 40% levels. The substitute of GBPF that is a waste-product, rich in nutritional value (1,22 % ash, 6.17 % oil, 11.16 % protein) to rice flour has a positive impact on the ash, protein and oil contents of gluten free rice based cake. The substitution of GBPF** 5% and 10 % levels did not affect volume, specific volume, density, height and baking loss of the cake as compared to the control cake, but 15% and 20% levels adversely affected these properties of cakes. Physical, chemical and sensory analysis results were evaluated together, Gluten free cake with GBPF** 5% and 10 % levels were considered more acceptable than GBPF** 15 % and 20 % levels. Increase in the ratio of green banana pulp and peel flours resulted in increase of the antioxidant and phenolic content of gluten free cakes. Thus, rice based gluten free cakes has become functional properties.

Keywords: celiac, green banana pulp flour * , green banana peel flour **, gluten free cake
2016, 111 page

1. GİRİŞ

Çölyak, gluten içeren buğday, arpa, çavdar ve yulafli gıdaların tüketilmesi ile genetik yatkınlığı olan bireylerde tetiklenen ve immün mekanizma ile oluşan enteropatidir. Gluten içeren gıdaların alınmasıyla bağırsaklardaki doğal yapının bozulması sonucu ortaya çıkan bir malabsorpsiyon (emilim bozukluğu) sendromudur [1].

Glutensiz olduğu bilinen muz, en çok üretilen ve dünya genelinde yaygın olarak tüketilen meyveler arasındadır. Yeşil (olgunlaşmamış) muz diyet lif, dirençli nişasta (DN₂), antioksidan ve fenolik bileşenler bakımından zengindir. Ayrıca muz insan sağlığı için önemli olan potasyum gibi temel mineraller ve provitamin A, karotenoid, B1, B2, C gibi çeşitli vitaminlerin doğal bir kaynağıdır [2].

Muzun besinsel bileşiminin yanısıra muz kabuğunun biyoaktif bileşen miktarının belirlenmesine yönelik çeşitli araştırmacıların yaptıkları çalışmalar muz kabuğunun muzdan daha iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu ortaya koymuştur. Serbest yağ asitleri ve steroller kabuksuz muzda baskın iken serbest steroller olgunlaşmamış muz kabuğunda bulunan önemli lipofilik bileşenlerdir [3].

Antioksidan bileşikler içinde, gallokateşin ve dopamin yeşil muz kabuğunda bolca bulunmaktadır [2]. Someyaa ve ark., 2002 [4], güçlü antioksidan aktiviteye sahip olan gallokateşinin muz kabuğunda (158 mg/100 g KM) muz içinden (29.6 mg/100 g KM) daha fazla miktarda bulunduğunu ve muzun (*Musa Cavendishii*) doğal antioksidanların iyi bir kaynağı olduğunun kabul edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. González-Montelongo ve ark., 2010 [5]' da muz kabuğundaki antioksidan aktivitenin yüksekliği ve biyoaktif bileşenlerce zengin muz kabuğu ekstraktlarının çok ucuz bir fonksiyonel gıda kaynağı olabileceği konusunda Someyaa ve ark., 2002 [4] ile hem fikir olduklarını ifade etmişlerdir

Çalışma kapsamında, ülkemizde üretim miktarı yüksek ve kolay erişilebilen glutensiz ve fonksiyonel bir gıda olan Cavendish türü yerli muzun olgunlaşmamış meyvesinin iç ve kabuk kısımlarından dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen unlar, çölyaklı bireylerin diyet çeşitliliğini artırma ve glutensiz ürün pazarına kolay erişilebilecek ve ekonomik bir yerli ürün sunma amacıyla glutensiz kek üretiminde kullanılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çölyak ve Gluten

Gluten içeren gıdaların alınmasıyla bağırsaklardaki doğal yapının bozulması sonucu ortaya çıkan bir malabsorpsiyon (emilim bozukluğu) sendromu olan [1] genel dünya nüfusunda görülme sıklığı % 0.05-0.1 'dir [6] ve bu oran giderek artmaktadır.

Ülkemizde çölyak hastalığı (ÇH) sıklığı, 2-18 yaş grubundaki 1000 sağlıklı çocukta yapılan bir çalışmada % 0.9,7-18 yaş grubundaki, 20 190 sağlıklı çocukta yapılan bir başka çalışmada ise % 0.47 olarak saptanmıştır [7, 8].

Kolay ve hızlı tanı yöntemlerinin gelişmesine paralel olarak ÇH sıklığı tüm dünyada giderek artmaktadır. Hasta olan kişilerde gluten içeren gıdaların tüketilmesi, başta vitaminler ve mineraller olmak üzere vücudun gereksinim duyduğu çeşitli besin maddelerinin yetersiz emilimine neden olmaktadır [9].

ÇH için tek tedavi yöntemi, yaşam boyu sürdürülmesi gereken glutensiz diyet uygulamasıdır. O nedenle son yıllarda ekmek başta olmak üzere gluten içermeyen tahıl ürünleri üzerindeki araştırmalar yoğunlaşmış ve bazı üreticiler de glutensiz gıda üretimine yönelmiştir [1].

Glutenin, fırın ürünlerindeki teknolojik önemi göz önünde bulundurulduğunda çölyaklı bireylerin diyetlerinde kullanılmak üzere ürün formülasyonundan çıkartılması ürünün başta kalitesi, tüketim için kabul edilebilirliği ve tadı üzerinde önemli problemlere yol açacağı görülmektedir. Glutensiz ürün pazarında mevcut olan çoğu ürünün tüketici tarafından arzu edilen nitelikte olmaması ve bu ürünlerin genelde ekonomik olmaması nedenlerinden dolayı glutenin yerini alabilecek bileşenler ve/veya formülasyonlar üzerinde araştırmalar giderek artmaktadır.

Buğday tarihin ilk çağlarından bu yana insan beslenmesinde önemli rol oynamakta ve yine insan beslenmesinde dünyada en çok kullanılan kültür bitkileri içerisinde yer almaktadır [10, 11]. Ülkemizde ve gelişmekte olan ülkelerde halkın

temel besin maddesinin esasını oluşturmakla birlikte insanların günlük kalori ihtiyaçlarının yarısından fazlası buğdaydan karşılanmaktadır [11].

Buğday, tarımının kolay olması, yüksek verime ve yüksek iklimsel adaptasyona sahip olması, danesinin yaklaşık %75'inden ekonomik değeri kepek kısmından daha yüksek olan un elde edilebiliyor olması ve daha da önemlisi gluten yapısı sayesinde ekmek kek vb. unlu mamüllerin üretim teknolojisi için uygun olması diğer tahıllara göre avantaj sağlamaktadır [12].

Gluten buğday, arpa, çavdar ve yulafta bulunan proteinler için genel bir terimdir. Bu tahıllardan her biri, amino asit dizileri çölyaklı ve de gluten intoleransı olan bireyler için zararlı olan gluten-benzeri proteinlere (buğdayda gliadin, arpada hordein, çavdarda secalin ve yulafta avenin) sahiptir [9]. Gluten, un ana yapısını oluşturan; kaliteli ürünler elde etmek için ihtiyaç duyulan esnek ve elastikiyet özelliklerinden sorumlu proteindir [13].

Gluten işlenmiş ve ticari gıdalarda yaygın olarak kullanılan bir katkı maddesidir. Ağırlıklı olarak ekmek, makarna ve kahvaltılık gevreklerde bulunmaktadır ancak baharatlar, soslar, marinatlar, çorbalar ve salata sosu gibi birçok hazır gıda ürününde kullanılmaktadır [9].

Buğday unu su ile karıştırıldığında yapışkan ve viskoelastik bir hamur oluşmaktadır. Hamur gücünü artırması, ürüne iyi yapı, düzgün şekil, yumuşaklık ve lezzet kazandırmasının yanısıra ürünün raf ömrünü uzatması gluteni değerli kılan özelliklerinden bazılarıdır [14].

Gluten içermeyen un materyallerinden üretilen kek, pasta ve bilhassa ekmek gibi ürünlerin genellikle kötü dokulu, basık ve yetersiz hacimli, çabuk bayatlayan ve kolay kırınılaşabilir yapıda olduğu bilinmektedir [15].

Söz konusu ürünlerin çoğu renk, tekstür, lezzet vb. kalite özellikleri bakımından tüketicilerin hoşlarına gitmemelerine rağmen, bilhassa çölyaklı bireylerde olduğu gibi zorunlu sağlık durumlarında tüketilmektedirler.

2.2. Glutensiz Diyet ve Glutensiz Gıda Bileşenleri

Çölyak hastalığının tek tedavi yöntemi ömür boyu sürecek olan sıkı bir glutensiz diyettir.

Çölyaklı bireyler, doğal lif kaynağı olan bazı gıda çeşitlerinin (buğday, arpa, çavdar, yulaf vb.) tüketiminden kaçınmak ve genellikle nişasta ve/veya rafine edilmiş unlardan üretilen ürünlerin tüketimine yönelmek zorunda oldukları için glutensiz diyet başta besinsel lifler yönünden zayıf bulunmaktadır [16].

Gelişmekte olan çoğu toplumda günlük diyetle önemli miktarlarda yer alan ancak çölyaklı bireylerin ömür boyu kaçınması gereken tahıllardan biri olan buğday danesi, B1, B2, B6, E ve K, niasin, folik asit vitaminleri ve potasyum, fosfat, demir, sodyum, bakır, çinko, magnezyum ve kalsiyum gibi minerallerin doğal bir kaynağı olduğu bilinmektedir [17].

Glutensiz diyet demir, çinko, kalsiyum ve magnezyum gibi bazı minerallere ek olarak, özellikle D vitamini, B12 vitamini ve folik asit mineralleri gibi mikrobeyinlerce fakir kalmaktadır. Çölyaklı bireyler, diyetlerinde glutenden kaçınma üzerine çok fazla yoğunlaştıklarından dolayı, gıda seçimlerinde besleyici kalitenin önemini geride bırakmaktadırlar, bu durum makrobeyinlerin alımında da yetersizliğe neden olmaktadır [16].

Çölyak tanısı konulan bireyin, tedavi ve glutensiz diyet konusunda eğitilmesi ve motive edilmesi ilk etapta büyük önem taşımaktadır. Glutensiz diyetin bir yaşam tarzı haline dönüşmesi beslenme konusunda eğitilmiş bireylerin dahi zorlanmasına neden olmaktadır.

Endüstriyel olarak üretilen gıdaların birçoğu gluten içermektedir, bu nedenle gıda alışverişi sırasında etiket kontrolü önem arz etmektedir.

'Glutensiz' etiketi taşıyan gıdalarda, kabul edilebilir gluten seviyesi ve tanımı ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerikan Gıda ve Tarım Örgütü'(FDA)'ne göre 20 ppm (20 mg/kg) fazla gluten içermeyen gıdalar 'Glutensiz' olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde ise, Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği'ne göre iki çeşit etiket tanımlaması mevcuttur. Tebliğe göre, glutensiz ürünlerin etiketlenme, reklam ve tanıtımlarında, son tüketiciye sunulacak gıdadaki gluten miktarı 100 mg/kg'ı geçmeyen 'Çok Düşük Glutenli' ve 20 mg/kg'ı geçmeyen 'Glutensiz' ibareleri yer almaktadır.

Besin kaynağı olan tahılların yanı sıra, reçete ile satılan bazı ilaçlar ya da ilaçların kapsül kısımlarında, diş macunları, vitamin ve mineral takviyeleri içerisinde, güneş koruyucu ruj vb. kozmetik ürünler, şampuan, deodorant ve hatta deterjanlar dahi gluten içerebilmektedir. Bu durumda, glutenden kaçınmak için hazır üründe etiket kontrolü yeterli olmamakta, çölyaklı bireyler tarafından sürekli olarak kullanılan materyallerin üretildikleri firma ile iletişime geçilmesi en sağlıklı yol olarak görülmektedir.

Çölyaklı bireyin, hastalığı konusunda eğitim alması, glutensiz diyetin uzman bir diyetisyen gözetiminde sürdürülmesi, beslenme yetersizlikleri durumunda karşılaşılabileceği sağlık problemleri konusunda bilgilendirilmesi, en önemlisi de aile ve sosyal çevresi tarafından desteklenmesi glutensiz yaşam şekline uyum sağlamasında ve devam ettirmesinde büyük önem taşımaktadır.

Genel olarak, et, süt, yumurta gibi hayvansal gıdalar, deniz mahsülleri, meyve ve sebzeler, bakliyatlar gluten içermemektedir. Glutensiz diyetinde bir diğer önemli husus ise gerek mutfaklarda, restoranlarda vb. glutensiz olduğu düşünülen gıda malzemeleri ile öğün hazırlama esnasında gerekse glutensiz olduğu düşünülen herhangi bir gıdanın endüstriyel üretimi esnasında çevrede bulunan ve gluten içeren gıda, yardımcı malzeme, tezgah yüzeylerinin vb. kullanımı sırasında gluten ile bulaştırılmaması hususunda bilinçli olunması ve dikkatli davranılmasıdır.

Hemen hemen tüm gıda ürünlerinin glutensiz olarak hazırlanmasında uygulanacak alternatif bir formülasyonun geliştirilebileceği bilinmelidir. Son yıllarda, araştırmacılar yüksek besleyici değere, fonksiyonel özelliğe, duyuşal ve

tekstürel olarak yüksek kaliteli tüketici kabul edilebilirliğine sahip glutensiz ürünler geliştirmek amacıyla gluten yerine kullanılacak alternatif gıda bileşeni sayısı giderek artmaktadır.

Pirinç, mısır, patates, keçiboynuzu, karabuğday, tef, amarant, sorgum, kinoa, tapioka (manyok) ve kasava unları glutensiz diyet için alternatif ürünlerinden geliştirilmesi üzerine çalışmaların devam ettiği glutensiz gıda kaynaklarından bazılarıdır.

Pirinç, dünya nüfusunun yaklaşık % 50'den fazlası özellikle Asya'da yaşayan insanlar için önemli bir yiyecek olarak, dünyanın önde gelen ürünlerinden biridir [18]. Glutensiz pirinç unu, yağ, protein, sodyum ve lifçe fakir olmasına rağmen kolay sindirilebilen karbonhidratları yüksek miktarda içermesi, beyaz renkli olması ve uygun lezzeti nedeniyle glutensiz gıda ürünlerinde buğday unu yerine sıklıkla kullanılmaktadır [15, 18].

Pirinç ununun glutensiz ekmek, makarna, erişte, kek ve bisküvi üretiminde potansiyel kullanımı birçok araştırmaya konu olmuştur. Gularte ve ark., 2012 [19], pirinç ununa çözüner (inülin ve guar gum) ve çözünmez (yulaf lifi) lifleri % 20 oranına kadar ikame ederek glutensiz kek üretmişlerdir. İnülin hariç, ilave edilen lifler hamur viskozitesini artırırken yulaf lifi-inülin karışımı içeren lif ilavesinin keklerin spesifik hacimlerini geliştirdiğini bildirmişlerdir. Doğal lif ilavesinin keklerin diyet lif içeriğini arttırdığını öte yandan yulaf lifi ilavesinin çok az etkilemesine rağmen, lif ilavesinin kekin iç kısmına ait sertlik değerini arttırdığını belirterek en iyi glutensiz kek üretimi için yulaf lifi-inülin kombinasyonlarının uygun olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Karabuğday, Karabuğday Asya'nın yanı sıra Kuzey Avrupa'ya da özgü bir üründür. Erişte üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Buğdayın yetiştirilemediği Tibet ve Kuzey Çin gibi dağlık bölgelerde karabuğday eriştesi yoğun olarak tüketilmektedir [20].

Karabuydağ ununa çeşitli gamların ilavesiyle glutensiz bisküvi üretim [21], omega-3 yağ asitlerince zengin chia unu ilavesiyle glutensiz ekmek üretim [22] potansiyelinin incelendiği çalışmalar da mevcuttur.

Tropik ülkelerde pirinç ve mısırdan sonra üçüncü gıda kalori kaynağı olan tapyoka çoğunlukla nişasta halinde hem insan hem de hayvan gıdası olarak kullanılmaktadır [20].

Pirinç ununa prejelatinize tapyoka nişastasını ilavesinin glutensiz ekmek kalitesini geliştirdiği ve hamur viskoelastisitesini arttırdığı bilinmektedir [23].

Tahıl ve hububat ailesinin bir parçası olmayan, yenilebilir tohumlara sahip olan kinoa, yalancı tahıl olarak bilinmektedir. Kinoa yaprakları gıda olarak tüketilebilmekte ancak pazarda sınırlı sayıda bulunmaktadır [20].

Kinoa pirinç ve mısır unlarıyla kullanıldığında artmış α -amiloglikosidaz aktivitesi ve kepek bileşenlerinin eksikliğiyle ilişkili olarak glutensiz ekmeğin spesifik hacminde artışa neden olduğu [24], bir başka çalışmada karabuğday, pirinç unu, patates nişastasını karışımlarıyla üretilen ekmekte % 25 kinoa unu kullanımının ekmek yumuşaklığını ve duyuusal beğeni puanını arttırdığı [25] bildirilmiştir.

Teff, Etiyopya, Hindistan ve Avustralya'da yetiştirilen diyet lif, demir, protein kalsiyum kaynağı olan küçük tohumlu glutensiz otsu bir bitki türüdür [20].

Yalancı tahıl olarak adlandırılan bir diğer glutensiz tohum amaranttır. Bazı ülkelerde sadece tohum olarak kullanılmakla birlikte bazı ülkelerde ise yeşil yaprakları tüketilmektedir. Protein ve lizin amino asidince zengin yüksek lifli bir tohumdur [20].

Kinoa ve amarant unlarına tatlandırıcı ilavesi ile yüksek protein, yağ ve kül içeriğine sahip glutensiz ekmek üretimi [26], amino asit ve temel minerallerce zengin olan yulaf unu ve amarant unu kullanılarak glutensiz bisküvi üretimi [27] son yıllarda yapılan çalışmalar arasındadır.

2.3. Yeşil Muz İçi ve Kabuğu

Muz (*Musa spp.*) mevcut olan birçok çeşidi ile dünyada en çok tüketilen meyvedir [28, 29]. Muz, pirinç, buğday ve mısırdan sonra, dünyanın önde gelen bitkileri arasındadır. Muzun dünya çapındaki üretimi artış eğiliminde olup 2010 yılı içinde üretim miktarı 102 milyon ton iken, FAO yarı-resmi tahmini verilerine göre 2013 yılı için yaklaşık 107 milyon ton'dur [30]. Ülkemizde muz üretimi yoğun olarak Akdeniz Bölgesinde, başta Anamur olmak üzere Gazipaşa, Alanya, Bozyazı'da yapılmaktadır [31, 32].

Türkiye'de de muz üretim miktarı dünyada olduğu gibi artış eğilimindedir. 1961 yılında 5.200 ton ile başlayan muz üretimi, FAO resmi verilerine göre 1970 yılında 12.600 ton, 2000 yılında 64.000 ton ve artarak 2013 yılında üretim miktarı 215.472 ton, hasat alanı ise 4670 hektara ulaşmıştır [30]. Bu üretim artışına paralel olarak karlı yatırımdan dolayı üretim alanı da genişlemektedir.

Ülkemizde halen yoğun olarak kullanılan muz klonu, 1937 yılında yetiştirilmeye başlanan Dwarf Cavendish klonudur [32]. Plantain (AAB) 'yemeklik' bir muz tipi iken Cavendish, saf triploid *Musa acuminata* (AAA grup) genel ismiyle 'tatlı muz' tipi olarak bilinmektedir. Cavendish tüm kıtalara dağılırken plantain Afrika, Karayipler ve Latin Amerika'da yoğun olarak üretilmektedir. Her iki ürün tropik ve alt tropik bölgelerde olmak üzere yaklaşık 120 ülkede yetiştirilmektedir [33]. Cavendish dünya ihracat ticareti için ticari olarak büyük ölçekte yetiştirilen en önemli meyvelerden biridir.

Gerçek muz olarak bilinen *Musa sapientum* genellikle çiğ olarak tüketilirken, plantain olarak adlandırılan *Musa paradisi* gibi yemeklik muzlar genellikle tüketmeden önce pişirilmektedir. Plantainlar çoğunlukla AAB, ABB ve BBB alt gruplarına aittirler [34].

Muz, özellikle kateşin, epikateşin ve gallokateşin gibi birçok antioksidanı ve potasyum, pro-vitamin A, karotenoidleri, B1, B2 ve C vitaminleri yüksek miktarlarda

içermekte [2] ve bakır, manganez ve magnezyumun iyi bir kaynağı olduğu bilinmektedir [35].

Bazı araştırmacılar, vitaminsizlikten ileri gelen hastalıkların (hipovitaminoz) yaygın olduğu ülkelerde A vitamini yetersizliğini azaltmaya yardımcı olması için muzlu ürünlerin tüketiminin artırılmasını tavsiye etmektedir. Bazı muz çeşitlerinin bir biriminde bulunan A vitamini ön maddesi olan karotenoid miktarının, insanda günlük vitamin A toplam ihtiyacını yarıya kadar sağlayabileceği bildirilmiştir [36].

Afrikada bir çalışma, kaynatılmış muzda A vitamini önmaddesi olan karotenoidlerin biyoyararlılığının, turuncu kabuklu tatlı patates gibi karoteidlerce zengin nişastalı gıdalardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir [37].

Muz olgun formda (sarı) tüketilse de özellikle olgunlaşmamışken, (yeşilken), sindirilemeyen karbonhidratlar sınıfına giren selüloz, hemiselüloz, lignin diyet lif ve dirençli nişastayı (DN₂; granül formdaki jelatinize olmamış dirençli nişasta) bol miktarda (%60-80 KM) içermektedir [38, 39, 40, 41].

Yeşil muz nişastayı DN formunda ve yüksek seviyelerde içermektedir [42]. DN, sağlıklı bireylerin ince ağızlarında sindirilemeyen nişasta parçalanma ürünleridir ve nişasta olmayan polisakkaritler gibi kalın bağırsakta fermente edilmektedir bu nedenle birçok kez diyet lifi olarak sınıflandırılmaktadır [43]. DN, diyet liflerinin insan sağlığı üzerinde gösterdiği yararlı fizyolojik etkilere benzer etki göstermektedir. Glisemik indeksi azaltma, kolon kanseri riskini önleme, obeziteyi önleme, toplam karaciğer kolesterolünü azaltma bu etkilerden bazılarıdır [43, 44].

Adoa ve ark., 2005[28] muzun olgunlaşmamışken sahip olduğu nişasta ve biyomin içeriğinin olgunlaşma periyodunda değişikliğe uğradığına dikkat çekmişlerdir. Yapılan çalışmada, yeşil muz için nişasta miktarının (15.7/100 g taze muz) olgunlaşma periyodunun 21. gününde 3.4 'a, 35. gününde ise 2.27 g'a düştüğünü; yeşil muzda bulunan toplam şeker miktarının ise (1.26/100 g taze muz) olgunlaşma periyodunun 21. gününde anlamlı bir şekilde 15.7 g'a yükseldiğini bildirmişlerdir.

Yeşil muz bileşimi aynı zamanda kampesterol, β -sitositerol, stigmasterol gibi fitosterollerin [45] yanısıra polifenoller, karotenler gibi doğal biyoaktif ve antioksidan bileşenlerce zengindir [104].

Yeşil muzdan endüstriyel un üretimi, besleyici değeri, % 40.9-%58.5 arasında değişen DN içeriği [49], % 6.0–15.5 arasında değişen diyet lif içeriği [38] ve fenolik asit gibi biyoaktif bileşenleri yüksek miktarda içermesi [33] açısından ilgi çekici bulunması araştırmacıların yeşil muz unu üretimi üzerine yoğunlaşmalarına neden olmuştur.

Kurutma karakteristikleri ve unun fizikokimyasal, termal vb. özellikleri ile biyoaktif bileşenlerin incelenmesi için muz (*Musa Cavendishii*) ya da muz kabuklarından un üretimi üzerine çalışmalar [29, 46, 47, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53] yapılmıştır.

Yeşil muzdan elde edilen muz ununun glutensiz ürünlerde kullanım potansiyeline sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir. (34, 54, 55, 56, 57, 58).

Yeşil muz unu % 75 nişasta içermekte ve bu oranın % 57'sini dirençli nişasta oluşturmaktadır [59]. Menezes ve ark., 2011 [41] yaptıkları çalışmada, yeşil muz (*Musa acuminata*) ununun kimyasal bileşimi ve karbonhidrat profilini incelemişler ve yeşil muz ununun, dirençli nişastayı (48.99 g/100 g KM), fruktanı (0.05 g/100 g KM) ve DN ve fruktan içermeyen diyet lifi (7.2 g/100 g KM) toplam diyet lifi (56.24 g/100g) yüksek miktarda; toplam çözünür şekeri (glukoz, fruktoz ve sukroz) (1.81 g/100 g KM), yağı (0.89 g/100 g KM) ve külü (3.14 g/100 g KM) düşük miktarlarda içerdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada toplam polifenol içeriği 50.65 mg GAE /100 g KM, FRAP ve ORAC yöntemleriyle belirlenen antioksidan aktivitesi ise sırasıyla 358.67 μ mol Troloks Eşdeğeri/100 g ve 261.00 μ mol Troloks Eşdeğeri/100 g KM olarak bildirilmiştir.

Muzun besinsel ve fonksiyonel bileşiminin yanısıra muz kabuğunun da iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu, serbest yağ asitleri ve steroller kabuksuz muzda

baskın iken serbest steroller olgunlaşmamış muz kabuğunda bulunan önemli lipofilik bileşenler olduğunu belirtmiştir [3].

Antioksidan aktiviteye sahip bileşikler içinde, gallokateşin ve dopamin yeşil muz kabuğunda bolca bulunduğu [2] ve suda çözünen güçlü bir antioksidan olan dopamin seviyesinin 80-560 mg/ 100 g kabuk ve 2.5-10 mg/100 g muz arasında değiştiği; bu nedenle popüler ticari muzun (*Musa cavendishii*) antioksidatif gıdalardan biri olduğu bildirilmiştir [60].

Benzer şekilde Someyaa ve ark., 2002 [4] gallokateşinin muz kabuğunda (158 mg/100 g kuru madde) muz içinden (29.6 mg/100 g kuru madde) daha fazla miktarda bulunduğunu ve muzun (*Musa cavendishii*) doğal antioksidanların iyi bir kaynağı olduğunun kabul edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. González-Montelongo vd. (2010) çalışmalarında, muz kabuğundaki antioksidan aktivitenin yüksekliği ve biyoaktif bileşenlerce zengin muz kabuğu ekstraktlarının çok ucuz bir kaynak olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Muz kabuğu, gam ve hidrokolloidlerin geliştirilmesinde hala kullanılıyor olan ve diyet lif sınıfına giren hemiselülozu ve ayrıca pektin, lignin polisakkaritlerini yüksek miktarlarda içermektedir [50].

Muz içi ile benzer şekilde, yeşil muz kabuğunda da meyvenin olgunlaşma periyoduna bağlı olarak diyet lif kayıpları yaşanmaktadır. Emaga ve ark., 2008 [61] olgunlaşma periyodunun potansiyel bir diyet lif ve pektin kaynağı olduğunu savunduğu plantain ve muzların kabuğunda, olgunlaşma periyodunun lif içeriği üzerine etkisini araştırmış ve olgunlaşmanın ilk evresindeki (muz kabuğu henüz yeşilken) ortalama diyet lif ve lignin miktarının olgunlaşma periyodu devam ettikçe azaldığını bildirmiştir.

Literatür taramalarında, yeşil muz içi ununun ekme, makarna vb. glutenli/ glutensiz ürünlerin hazırlanmasında kullanımına ilişkin çalışmaların (2, 62, 63, 64, 65, 66, 67] mevcut olduğu ancak yeşil muz kabuğunun bahsi geçen fonksiyonel

özelliklerinin araştırılması ve bilinmesine rağmen, kabuk ile ilgili çalışmaların un elde etme konusundan öteye gidemeği görülmüştür.

Yeşil muz kabuğu ununun fonksiyonel gıda ürünü hazırlamada kullanımı üzerine sadece birkaç çalışma gerçekleştirildiği bu çalışmalarda geliştirilen formülasyonların glutensiz olmadığı tespit edilmiştir.

Ramli ve ark., 2009 [68] buğday unu ve muz içi ve kabuk unlarının kısmi ikameleriyle sarı alkali çin erişttesi üretmiş ve pişmiş erişttenin fizikokimyasal özellikleri, nişasta hidroliz indeksi ve tahmini glisemik indeks (pGI) değerlerini incelemiştir. Yüksek diyet lif içeriğinden dolayı muz kabuk unlu erişttenin tahmini GI değeri muz unlu eriştteye göre daha düşük olduğu, Cavendish muz içi ve kabuk unlarının sarı eriştte nişasta hidrolizinin kontrolü için faydalı olabileceği bildirilmiştir.

Saifullah ve ark., 2014 [125] Cavendish türü yeşil muz içi ununu fonksiyonel bir bileşen olarak sarı alkali çin eriştte üretiminde kullanılmıştır. Kontrol grubu çin erişttesi 100 g buğday unu içerirken, muz unlu erişteler 100 g buğday ununa 10 g yeşil muz iç unu ikamesiyle hazırlanan erişteler pH, renk, çekme direnci, in-vitro hidroliz indeksi (HI) ve glisemik indeksi (GI) bakımından karşılaştırılmıştır. %10 YMIU ikamesi ile üretilen eriştelerin kontrol grubundan düşük L^* ve a^* değerine, daha yüksek çekme direncine sahip ve kontrol grubundan daha esnek erişteler olduğunu bildirmişlerdir. İn-vitro nişasta hidrolizi çalışmaları sonrasında, muz unlu eriştelerin GI değerlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğu ve kısmi YMIU ikamesinin sarı eriştelerde nişasta hidrolizi kontrolünü sağlamak için faydalı olacağı bildirilmiştir.

Yeşil muz içi ununun zengin lif ve aynı zamanda α -amilaz ve glukoamilaza karşı dirençli olan DN kaynağı olarak [69] eriştte kullanılabilirliğinin incelendiği bir diğer çalışma Choo ve ark., 2010 [2] tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada erişttenin besinsel ve duyusal özelliklerini incelemek üzere, kontrol grubu (%100 buğday unu), buğday unu-%10 β -glukan, buğday unu-%30 muz unu, buğday unu-%30 muz unu-%10 β -glukan ilavesi ile üretilen 4 çeşit erişttenin GI değerlerini

sırasıyla 52.9, 35.3, 39.7, 31.0 olarak belirlenmiştir. En düşük GI değeri (31.0) ve en yüksek antioksidan aktivite (% 60.4) % 30 muz unu ve % 10 β -glukan ikameli eriştelerde elde edilmiştir. %30 muz unu ilave edilen eriştelerin çözünmöz diyet lif içeriği (IDF) kontrol grubu ve %10 glukan içeren eriştelerden istatistiksel açıdan yüksek bulunmuştur ($p<0.005$).

Son yıllarda, yeşil muz ununun glutensiz diyetin önemli bir bileşeni olabileceğine dair ifadeler sıklıkla kullanılmasına karşın [36] glutensiz makarna (54, 57, 58), glutensiz ekmek [70] veya yeşil muz unlu glutensiz makarna [55], glutensiz ekmek (56, 34) üretiminden oluşan az sayıda çalışmanın olması ve çalışmaların daha çok ekmek ve makarna yapımı üzerine yoğunlaşmış olmasından dolayı, yeşil muz unu ve kabuk ununun glutensiz ürünlerde kullanımına yönelik araştırmaların arttırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

YMİU kullanımı ile glutensiz ekmek üretimi üzerine bir çalışma, Razak, 2013 [34] tarafından gerçekteştirilmiştir. Glutensiz ekmek yapımında, olgunlaşmamış (yeşil) Apu Nipah muz (olgunlaşmamış] içi unu (70 g) ve farklı oranlarda ksantan gum (XG) (% 0.5, % 1, % 1.5 ve % 2) ve hidroksipropil metilselüloz (HPMC) (% 0.5, % 1, % 1.5 ve % 2) ilavesi ile 9 farklı ekmek formülasyonu kullanmıştır. Örneklerin spesifik hacmi 2.19 cm³/g – 2.68 cm³/g arasında değişmiş, diğer örneklerle karşılaştırıldığında en düşük hacim kontrol (% 100 muz unlu) ekmeğinde (2.19 cm³/g), en yüksek hacim % 2 HPMC ilave edilen örneklerde görölmüştür. Kontrol ekmeği ile karşılaştırıldığında XG ve HPMC ilavesi ekmek hacimlerini yükselttiği tespit edilmiştir. Farklı oranlarda XG ilavesi ekmek hacimlerinde önemli bir farka sebep olmazken, HPMC ilave oranları arttıka ekmek hacimleri önemli şekilde arttığı görölmüştür. XG ve HPMC ilaveli ekmeklerin aydınlık değerleri arasında önemli bir far gözlemlenmezken ($p>0.05$), kontrol ekmeği diğer ekmeklerden daha koyu olduğu gözlemlenmiştir. Tekstür sonuçlarına göre, % 1.5 HPMC ve % 0.5 XG ilaveli ekmek sertlik değerleri sırasıyla en düşük (1.39 N) ve en yüksek (1.89 N); % 2 HPMC ve % 0.5 XG ilaveli ekmek elastikiyet değerleri sırasıyla en düşük (0.77) ve en yüksek (0.94); % 1.5 HPMC ve % 2 XG ilaveli ekmek bütünlük değerleri sırasıyla en düşük (0.29) ve yüksek (0.43) bulunmuştur.

Glutensiz ekmek üretiminde fonksiyonel bileşen olarak YMİU'nun tercih edildiği bir çalışmada [57], glutensiz ekmek hamuru formülasyonunda %0-35 oranlarda (% un bazında) plantain türü YMİU, % 65-100 oranlarında (% un bazında) pirinç unu ve glutensiz buğday unu (50:50) kullanılmış ve YMİU ikamesinin ekmeğin fonksiyonel özellikleri ve DN içeriği üzerine etkisi incelenmiştir. % 25 oranında YMİU ilavesine kadar, spesifik hacmi kontrol grubundan istatistiksel açıdan daha yüksek ekmekler elde edilirken, %30-35 oranlarında YMİU ilavesiyle spesifik hacimde azalma meydana gelmiş ancak bu azalma kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Ekmek örneklerinin (4x4x3), sertlik değerleri 5 kg yük hücreli tekstür analiz cihazında SMS 100 mm çaplı sıkıştırma probu kullanılarak gerçekleştirilmiş ve maksimum kuvvet (N) ekmek içinin sertliği olarak kabul edilmiştir. Artan YMİU ikamesiyle (%0-35) ekmek içi sertliği önemli şekilde artarken %35 YMİU ilaveli glutensiz ekmekte, kontrol ekmeğinden yaklaşık iki kat daha fazla olan, en yüksek değer elde edilmiştir. Diğer ekmek çalışmalarında bilindiği gibi, çalışmada spesifik hacim ve ekmek içi sertliği arasındaki ilişkinin negatif olmaması durumundan YMİU'nun yüksek su tutma kapasitesine sahip olması sorumlu tutulmuştur. Artan YMİU ikamesi (%0-35) ekmek kabuğu renginin aydınlık değerinde (L^*) (73.9-77.5) artma, kırmızılık a^* (5.8-4.0) ve sarılık b^* (23.7-16.5) değerlerinde ise azalmaya sebep olmuştur. Artan YMİU ikamesi (%0-35) ekmek içi renginin aydınlık değerinde (81.2-71.7) azalma, kırmızılık (-0.9) ve sarılık (8.3-10.0) değerlerinde ise artmaya sebep olmuştur. Glutensiz kontrol ekmeğiyle karşılaştırıldığında, yüksek DN içeriği sayesinde YMİU ikame oranı arttıkça ekmeklerin DN içerikleri artmıştır.

2.4. Kek ve Glutensiz Bileşenler

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de unlu mamüller grubunun en popüler üyelerinden olan kekin, üretimi ve tüketimi, gelir dağılımı alışkanlıkları, nüfus artışı şehirleşme olgusu, ulaşım imkanlarının gelişmesi ve yeni tekniklerin uygulanması ile artmakta ve/veya gelişmektedir [16]. Kek pek çok ülkede üretilen besleyici değeri yüksek kullanımı kolay, göz ve damak zevkine hitap eden çeşitlilikte, farklı formülasyonlarda ve şekillerde üretilen hazır bir gıda ürünüdür [71].

Birçok çeşide sahip olan, bileşim (sade, fındıklı, kakaolu, çikolotalı, meyveli vb.), şekil (dilim, baton, top, kalıp, pastaaltı, halka, kap, bar vb.), ingredient (meyveli, kakaolu, limonlu vb.) ve üretim yöntemlerine (maya ile kabartılmış, kimyasal ile kabartılmış ve hava ile kabartılmış) göre sınıflandırılan [72] kek için gerçekte kesin ve tek bir tanım söz konusu değildir.

En genel ifade ile kek, belirli miktarlarda un, yumurta, yağ, su (bazen süt), şeker ve kabartıcı ajanın çırpılarak karıştırılması ile hazırlanan hamurun, yüksek sıcaklıktaki fırında pişirilmesi ile elde edilen süngerimsi ve yumuşak bir unlu mamüldür [73].

Un, şeker, su, süt, yumurta, yağ, kabartma tozu, yüzey aktif maddeler (emülgatörler) ve bitkisel zamlar kek üretiminde yaygın olarak kullanılan gıda bileşenleridir. Bu bileşenlerin fonksiyonları ve kek hamuru pişirme süresi iyi kalitede kek üretiminde önemli rol oynamaktadır.

Un, şeker, yağ ve yumurta kek yapımında esansiyel bileşenlerdir. Kekte iç yapının oluşmasında yer alan en önemli bileşen unudur. Un ve yumurta proteinleri kekte güçlü ve düzgün yapıyı sağlamaktadır [18]. Kek üretiminde düşük protein oranlı ve yumuşak buğdaydan elde edilen un kullanılmaktadır.

Düşük gluten içerikli unlar kekte istenen bir durum olan daha ufalanabilir bir tekstür sağlamaktadır [74].

Şekerin ilave edildiği ürünün kalori değerini arttırmasının yanısıra kek raf ömrünü uzatmakta gözenek yapısı ve tekstürü geliştirmekte ve en önemlisi de ürüne tüketici tarafından çoğunlukla hoşça giden tatlı bir lezzet ve aroma vermektedir [75].

Kek üretiminde önemli fonksiyonlara sahip bir diğer temel bileşen yağdır. Kek kokusunun oluşmasında rol alan koku bileşiklerini taşımak, yenme kalitesini geliştirmek ve bazı proseslerde, hava kabarcıklarının etrafını çevreleyerek kabarcıkların hamurda daha stabil hale gelmesini sağlamak, yağın kek yapımındaki üç temel rolünü oluşturmaktadır [126].

Yumurta diğer kek bileşenlerinin yapamadığı önemli fonksiyonlar sağlamaktadır. Hamurun karıştırılması ve pişirilmesi sırasında diğer bileşenleri bir arada tutmakta [76] hacim artışı sağlamakta, kekta protein matriksi oluşumuna katkıda bulunmakta, kekta kırılğan (gevrek) bir yapı kazandırmaktadır [75].

Çırpıldığında havayı tutması, ısıtıldığında koagule olması, hamur karışımına renk vermesi protein, yağ, demir ve A, B ve E vitaminleri ile kek besleyici değerini güçlendirmesi yumurtanın kek üretiminde sağladığı diğer faydalar olarak sayılabilmektedir.

Pirinç unundan glutensiz ürünler geliştirilmesinde temel yaklaşım çırpılmış yumurta akı kullanımındır. Genel olarak kek hamurunda glutenin önemli bir rolü olmadığından kek yapısını köpük formdaki yumurta beyazı proteinleri tarafından tutulmuş jelatinize olmuş nişasta granüllerinden oluşmaktadır [18].

Buğday unu yerine kullanılan pirinç unu, nişasta jelatinize olduğunda ve doğrusal amiloz jel oluşturduğunda kek yapı kazandırmaktadır.

Yumurta gibi sütte, kekin besleyici değerini artıran bir diğer kek bileşenidir. Süt sıvı halde kullanıldığında kekta nem verici bileşen görevini üstlenmektedir.

Süt veya süt ürünlerinin kek üretiminde kullanılması şüphesiz ki son ürünün besin değeri ve lezzetinin artmasını sağlamaktadır. Sütte bulunan laktoz şekeri kekin su tutma kapasitesini ve kabuk rengini geliştirmektedir [76].

Kek gibi fırın ürünlerinde muhtemelen en yaygın hava sağlayıcı ajan kabartma tozudur ve karakteristik içyapımın oluşması için kullanılmaktadır. Hamur ürünlerinin kendine has şekilde hafiflemesi, gözenekli bir yapıya sahip olması, daha lezzetli ve hazmı kolay hale gelmesi, kabartma tozlarının kimyasal faaliyeti sonucu hamur içerisinde küçük karbondioksit kabarcıklarının oluşması ile gerçekleşmektedir [12].

Yüzey aktif maddeler hamurdaki su ile etkileşime girerek serbest lipitlerle lipid-su yapısını oluştur [77]. Yüzey aktif maddelerin kimyasal yolla kabartılan kek gibi gıda ürünleri üzerine başlıca faydalarının hava tutma, yumuşaklık sağlama ve emülsiyon oluşturma olduğu bilinmektedir.

Yüzey aktif maddeler mayalı bir ürün olan ekmekte olduğu gibi nişasta ile bağlanarak kekin yumuşak kalmasını sağlamaktadır [78]. Çırpma sırasında hamura giren hava ve kabartıcı ajanların sağladığı karbondioksitin hamurda fazla sayıda ve küçük kabarcıklar şeklinde bulunması düzgün gözenek yapılı ve geniş hacimli kek üretiminde önem teşkil etmektedir. Bu durum ise yüzey aktif maddelerin hamur içinde sıvı fazdaki yüzey gerilimini düşürmesi böylece havanın kek hamurunda daha kolay karışmasını sağlaması ile oluşmaktadır [79].

Buğday unu bazlı hamurda gluten proteinin sağladığı uzama kabiliyeti ve viskoelastisite nedeniyle buğday unu fırın ürünlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu nedenle fırın ürünlerinde uygulamalar için glutenin teknolojik özelliklerine sahip alternatif bileşenlerin bulunması önem arz etmektedir [80].

Bitkisel zamklar, hidrokolloid-hidrofilik kolloid, sakız, gam (gum) gibi isimlerle de bilinen bitkisel zamklar çeşitli kaynaklardan elde edilen yüksek molekül ağırlığında, suda çözünme özelliğine sahip polisakkaritlerdir [28, 29]. Bu maddelerin çeşitli fonksiyonları arasında jelleştirici, süspanse edici, emülsiyon yapıcı (emülgatör), stabilize edici, koyulaştırıcı (kıvam arttırıcı), bağlayıcı, berraklaştırıcı, kapsülleyici, kaplayıcı ve köpük tutucu özellikleri sayılabilir [12].

Bilhassa glutensiz ürünlerde son ürün kalitesinin iyileştirilmesi amacı ile bitkisel zamklar ve yüzey aktif maddeler kullanıldığı bilinmektedir [81]. Glutensiz kek üretiminde yaygın olarak kullanılan pirinç ve mısır unlarından elde edilen bir hamur, buğday unu ile karşılaştırıldığında daha düşük viskozite ve stabiliteye sahip olmaktadır. Oysa dağılmayan süngerli yapı elde etmek için, kek kalitesinin, hamurda kullanılan unun nişasta, pentozan ve protein özellikleriyle ilgili olan hamur viskozitesi ve stabilitesine bağlı olduğu bilinmektedir [80]. Bu durumda, glutensiz son ürünün tekstürel kalitesinin geliştirilmesi amacıyla ksantan gam kullanımının,

CO₂ tutulmasına yardımcı olarak fırın ürünlerinin spesifik hacmini artırdığı bilinmektedir [80].

Literatür çalışmaları incelendiğinde, besleyici değeri ve sağlık üzerine olumlu etkileri kanıtlanan, ucuz ve fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak glutensiz ürünlerde kullanımının faydalı olabileceği savunulan yeşil muz içi ve kabuğu unlarının, glutensiz ürün formülasyonu geliştirme konulu çalışmalarının ve kullanıldığı ürün çeşitlerinin (ekmek, makarna ve erişte) yetersiz olması, bizi çölyaklı bireyler için alternatif ve besleyici değeri yüksek yeni bir atıştırmalık ürün formülasyonu geliştirmeye yönlendirmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, çölyak hastalarının diyetlerine yönelik, pirinç unu yerine farklı oranlarda yeşil muz içi (% 20, % 40, % 60 ve % 80) ve kabuk unlarının (% 5, % 10, % 15 ve % 20) kullanımı ile besleyici değeri yüksek ve fonksiyonel özellik taşıyan yerli glutensiz kek üretimi yaparak alternatif glutensiz ürünler geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle yeşil muz unu ilavesinin kekin son ürün kalite özelliklerini olumsuz etkilemeyecek şekilde glutensiz kek formülasyonu geliştirilmesi ve aynı zamanda bu keklerin fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivitelerinin artırılması planlanmıştır.

Bu amaç kapsamında , üretilen yeşil muz unlu glutensiz keklerin bazı fiziksel, tekstürel, kimyasal, duyuşal ve antioksidan özellikleri ve ayrıca toplam fenolik madde miktarları belirlenerek pirinç unlu kontrol keki ile karşılaştırılmıştır.

Literatürde, yeşil muz unu ile ilgili çalışmaların önemli bir kısmı kurutma karakteristikleri üzerinedir. Yeşil muz ununun makarna, ekmek, çerez gıdalar gibi bazı ürünlere işlenmesi konularında çalışmalar mevcuttur. Ancak, glutensiz olduğu bilinen bu materyalin glutensiz ürünlerde kullanımına ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu güne kadar kek üretiminde yeşil muz ununun buğday unu yerine kullanıldığı ve kek hamuru hazırlamada kullanıldığı yalnızca birkaç çalışma mevcuttur. Yapılan literatür araştırmalarında yeşil muz unu ve kabuk (*Musa Cavendishii*) ununun glutensiz kek üretiminde kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Ayrıca araştırma sonunda elde edilen verilerin, glutensiz un materyali olarak çalışmada kullanılmış olan yerli yeşil muz ununun kek yanı sıra yeni glutensiz ürün formülasyonları geliştirilmesinde yol gösterici olacağı öngörülmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyal

Yeşil muz içi ve kabuk unu üretiminde kullanılacak 110-120 günlük yeşil muz (*Musa Cavendishii*) Gazipaşa, Antalya'da bulunan muz tarlasından hasat edilerek 12 saat içinde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne taşınmıştır. Kullanılacak muz kabuğun renk indeksi ise ticari kabuk rengi ölçeğine göre [33] 2 (tamamen yeşil)'dir.

Kek formülasyonunda yer alan glutensiz pirinç unu, Ege Glutensiz Ekmek ve Gıda Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti. firmasından ve ksantan gum Smart Kimya Ltd. Şti.'nden, toz şeker (Balküpu), yumurta (Güres XL A Sınıfı), hamur kabartma tozu (Dr.Oetker) ve ayçiçek yağı (Yonca) yerel bir marketten temin edilmiştir.

3.1.1. Kullanılan Kimyasal Çözeltiler

0.1 N NaOH: 10 mL 1 N NaOH çözeltisi alınarak, son hacim 100 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

Folin-Ciocalteu Fenol Çözeltisi(%10, v:v) : 10 mL Folin Çözeltisi alınarak, son hacim 100 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

Sodyum Karbonat (Na₂CO₃) Çözeltisi (% 7.5, a:v): 37.5 g sodyum karbonat saf suda çözündürülüp, son hacim 500 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

Gallik Asit Stok Çözeltisi (1000 ppm): 250 mg Gallik asit saf suda çözündürülüp, son hacim 250 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

DPPH Çözeltisi (78.1 µM): 0.0154 g DPPH metanol içinde çözündürülüp, son hacim 500 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

Troloks Stok Çözeltisi (2000 µM): 50.058 mg Troloks metanol içinde çözündürülüp, son hacim 100 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

FRAP Çözeltisi: 200 mL asetat tamponu (300 mM pH:3.6), 20 mL TPTZ çözeltisi (10 mM), 20 mL FeCl₃ çözeltisi (20 mM) çalışmadan önce taze olarak plastik şişe içinde karıştırılmıştır.

300 mM Asetat Tamponu, pH 3.6: 3.1 g sodyum asetat.3 H₂O 16 mL glacial asetik asit içinde çözündürülüp, son hacim 500 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır. pH kontrol edilerek 3.6'ya ayarlanmıştır.

10 mM TPTZ Çözeltisi: 0.156 g TPTZ, 20 mL HCl (40 mM) içinde 50 °C'lik su banyosunda çözündürülmüştür. Bu çözelti çalışma günü taze olarak hazırlanmıştır.

40 mM HCl Çözeltisi: HCl (%37'lik)'den 0.331 mL alınarak, son hacim 100 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

20 mM FeCl₃ Çözeltisi: 0,162 g susuz FeCl₃, son hacim 20 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır. Bu çözelti çalışma günü taze olarak hazırlanmıştır.

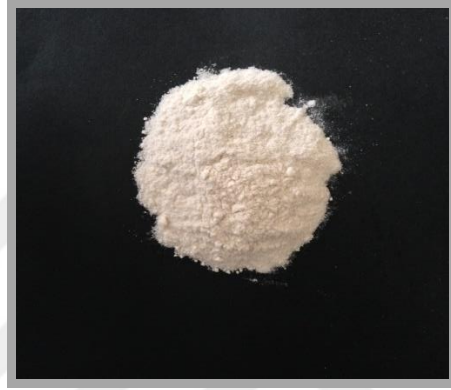
Demir (II) Sülfat Stok Çözeltisi: 0,278 g FeSO₄.7 H₂O tartılıp son hacim 500 mL olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır.

3.2. Yöntemler

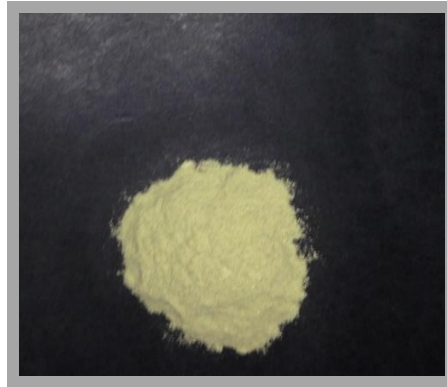
3.2.1. Yeşil Muz Unu Üretimi

Laboratuara gelen yeşil muz dalları bekletmeden taraklara ayrılmış lateks alerjen maddesini uzaklaştırmak ve kirliliklerden arındırmak üzere temiz suya daldırılarak [82, 83] hijyenik bir eldiven yardımıyla etkin şekilde yıkanmış ve kurutulduktan sonra iç ve kabuk kısımları soyularak yaklaşık 1 mm kalınlığında

doğranmış ardından sitrik asit zeltisinde (1g/L) 1 dk bekletildikten sonra liyofilize edilmek üzere derin dondurucuda -18°C 'da depolanmıştır. Donmuş yeşil muz i ve kabuk dilimleri liyofilizatörde (Cryst-alfa 2,4 LD Plus) 48 saat (24 saat süblimasyon, 24 saat desorbsiyon) kurutulmak suretiyle, oğtcde (Retsch Grindomix, Almanya) oğtlerek un haline getirilmiştir. 5 dk boyunca elek analizine tabi tutulan unlardan 212 mikron boyutundaki muz içi unu (şekil 3.1.) ve kabuk unu (şekil 3.2.) fraksiyonları elde edilmiştir. Unlar glutensiz kek üretimi için kullanılmaya kadar hava almayan cam kavanozlarda $+4^{\circ}\text{C}$ 'de ayrı ayrı muhafaza edilmiştir.



şekil 3.1. Yeşil Muz İçi Unu



şekil 3.2. Yeşil Muz Kabuğu Unu

3.2.2. Glutensiz Kek Formülü ve Üretim Yöntemi

Çalışmada kullanılan glutensiz kek hamuru formülasyonu Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Glutensiz Kek Yapımında Kullanılan Bileşenlerin İsimleri, Miktarları (g) ve Bileşimdeki Payları (%)

Bileşen Adı	Miktar (g)	Bileşimdeki Payı (%)
Pirinç unu ¹	150	26.37
Şeker	150	26.37
Yumurta	93.75	16.48
Süt	112.50	19.78
Ayçiçek yağı	56.25	9.89
Kabartma tozu	5.625	0.98
Ksantan gum	0.616	0.108
Toplam	568.741	100
Yeşil muz iç unu ²	30-120	5.27-21.09
Yeşil muz kabuk unu ³	7.5-30	1.32-5.27

¹ Kontrol keki un bileşeni (%100 pirinç unu)

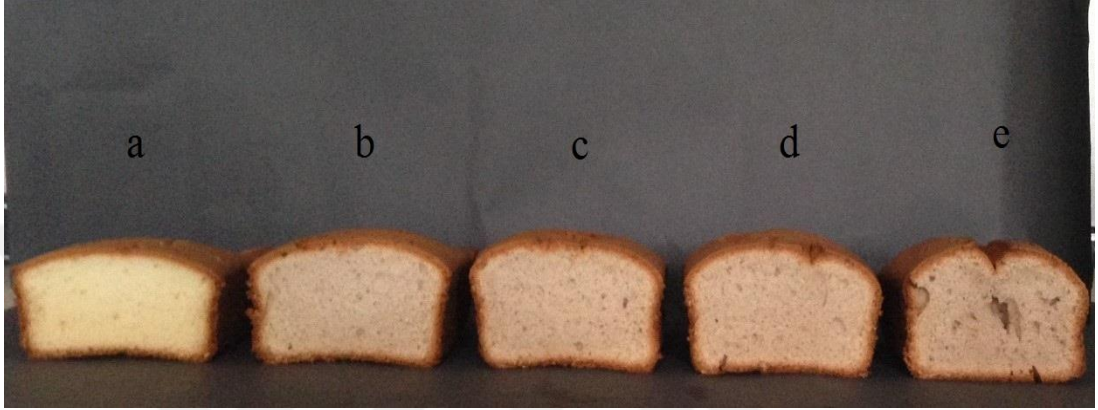
² Kek un ağırlığına (150 g) göre pirinç unu yerine %20, %40, %60 ve %80 oranlarında kullanılmıştır.

³ Kek un ağırlığına (150 g) göre pirinç unu yerine %5, %10, %15 ve %20 oranlarında kullanılmıştır.

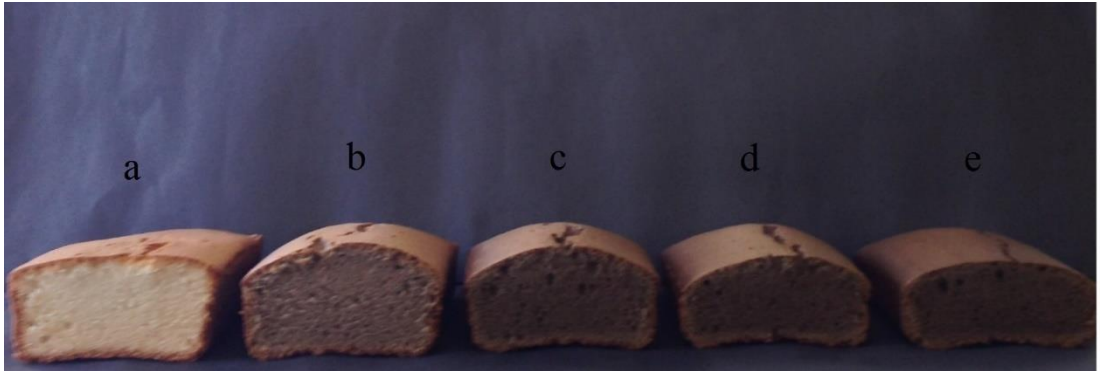
Kek üretim çalışmaları Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Temel İşlemler Laboartuarında gerçekleştirilmiştir. Kek hamuru Gularte ve ark., 2012 [19] de belirtilen glutensiz kek formülüne göre bazı modifikasyonlarla hazırlanmıştır.

Öncelikle tüm kuru bileşenlerin (pirinç unu, yeşil muz unu, kabartma tozu, ksantan gum) kapalı bir kap içerisinde homojen karışımı sağlanmış ve daha sonra diğer karışımların (şeker, süt ve ayçiçek yağı) bulunduğu hamur yoğurma makinesinin (Kitchenaid Artisan, ABD) haznesine aktarılmıştır. Tüm bileşenler öncelikle 4. devirde 1 dk ardından 6. devirde 9 dk boyunca karıştırılmaya bırakılmış ve hamur hazırlama işlemi 10 dk içerisinde tamamlanmıştır. Hamur ağırlığı,

yağlanmış dikdörtgen metal kek kalıpları içerisinde tartılmıştır. Pişirme işlemi 175 °C'de 70 dk sürmüştür ve bu süre sonunda kekler 15 dk soğumanın ardından kalıplardan çıkarılmış ve tel ızgara üzerinde 45 dk daha soğutulduktan sonra keklerin ağırlıkları tartılmıştır. Farklı oranlarda yeşil muz içi unu (YMİU) ve kabuk unu (YMKU) ikamesiyle üretilen glutensiz keklere ait fotoğraflar Şekil 3.2. ve Şekil 3.4.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. a) kontrol keki, (b) % 20 , (c) %40 , (d) % 20 ve (e) % 80 Yeşil muz içi unu ikameli kek



Şekil 3.4. a) kontrol keki, (b) % 5, (c) %10, (d) % 15, (e) %20 Yeşil muz kabuğu unu ikameli kek

3.2.3. Kimyasal Bileşen Analizleri

Kek örneklerinin ve kek üretiminde kullanılacak yeşil muz unlarının nem (AACC Metod 44-40.01; Vakumlu etüv, EV 018 Nuve, Belçika), kül (AACC Metod 08-01.01; Kül Fırını, Carbolite Furnaces, İngiltere) , yağ (AOAC 963.15) miktarları saptanmıştır. Örneklerin protein analizleri, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde (Elementar rapid N cube Cihazı, Dumas Yöntemi) gerçekleştirilmiştir. Keklerin karbonhidrat miktarları, kül, yağ ve protein miktarlarının (% KM) toplamalarının 100'den çıkarılmasıyla belirlenmiştir.

3.2.4. Su Aktivitesi Analizi

Kek örneklerinin ve kek üretiminde kullanılacak yeşil muz unlarının su aktivitesi HP23 AW Rotronic Hygropalm 23 cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Su aktivitesi cihazının şeffaf numune haznesi, 2/3 yüksekliğine kadar homejen hale getirilmiş örnek ile doldurulmuş ve örnek ortalama 5 dk. boyunca analize tabi tutulmuştur. Cihaz dijital ekranında okunan su aktivitesi değeri (aw) kaydedilmiştir.

3.2.5. pH ve Titrasyon Asitliği Analizleri

Kek örneklerinin ve kek üretiminde kullanılacak yeşil muz unlarının pH değeri (AACC 02-52.01 Metod) pH metre (WTW inolab pH 7110) cihazı kullanılarak ölçülmüş ve titrasyon asitliği [49] g malik asit/100 g örnek şeklinde ifade edilmiştir.

1.5 g yeşil muz unu örneği (veya 15 g taze kek örneği parçaları) erlen içine tartılarak üzerine 100 mL saf su ilave edilmiştir. Karışım, 30 dk. boyunca çalkalamalı inkübatörde (IKA KS 4000 i control,) karıştırılmasının ardından, 10 dk. boyunca dinlenmeye bırakılmıştır. Bekleme süresinin sonunda pH metre elektrodu, karışımın berrak kısmına daldırılarak karışımın hidrojen iyonu aktivitesi (pH) belirlenmiştir.

Örneğin titrasyon asitliği değeri için, pH analizi yapılan karışım içerisine manyetik karıştırıcı balık atılmış ve karışım manyetik karıştırıcı üzerinde son pH değeri 8.1'e ulaşıncaya kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir.

Titrasyon sırasında sarf edilen NaOH miktarı kaydedilerek, örneklerin titrasyon asitliği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Titrasyon asitliği (g malik asit/100 g örnek)} = (V.N.E.100) / m$$

Burada, V: Titrasyonda harcanan NaOH (mL)

N: NaOH'ın normalitesi (0.1 N)

E: Malik asidin miliekivalan ağırlığı (0.067)

m: Örneğin ağırlığı (g)

3.2.6. Fiziksel Analizler

Kek örneklerinde hacim (mL), spesifik hacim (cm³/g), yoğunluk (g/cm³) ve yükseklik (cm) analizleri Ho ve ark. (2013) [85]'te belirtilen, pişme kaybı değeri ise Hathorn ve ark. (2008)'de belirtilen şekilde ve kekler pişirildikten 60 dk. sonra gerçekleştirilmiştir.

Kek ağırlığı: Kekler hassas terazide tartılarak ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

Kek hacmi: Hacim kolza tohumu yer değiştirme yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. Kolza tohumları boş bir kabın içerisine sabit mesafeden ve sabit hızda dökülmüş ardından, kap içindeki tohumlar dereceli ölçü silindiri içerisine aktararak kap hacmi (V₁) belirlenmiştir. Adından kek örneği aynı boş kap içine yerleştirilmiş ve kap yüzeyine kadar kolza tohumu ile kaplanmıştır. Tohumlar tekrar dereceli ölçü silindirinde ölçülmüş bu kez hacim V₂ olarak kaydedilmiştir. Kek hacmi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Kek hacmi (mL)} = (V_1 - V_2)$$

Kek spesifik hacmi: Ağırlık ve hacimleri belirlenmiş kekin spesifik hacmi (cm^3/g) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Spesifik hacim (cm}^3/\text{g)} = \frac{\text{Kek hacmi}}{\text{Kek ağırlığı}}$$

Kek yoğunluğu: Ağırlık ve hacimleri belirlenmiş kekin yoğunluğu aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Yoğunluk (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Kek ağırlığı}}{\text{Kek hacmi}}$$

Pişme kaybı değeri: Keklerin pişme kaybı değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. Hamur ağırlıkları (HA) ve kek ağırlıkları (KA) tartıldıktan sonra aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Pişme kaybı} = \frac{\text{Hamur ağırlığı} - \text{Kek ağırlığı}}{\text{Kek ağırlığı}} \times 100$$

Kek yüksekliği: Kekin, dijital kumpas (Vernier Caliper, Çin) ile ölçülen orta bölümünden en yüksek noktalara ait üç değer ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.2.7. Renk Analizi

Kek örneklerinin ve kek üretiminde kullanılacak yeşil muz unlarının renk analizleri Ho ve ark. (2013) [85]'de belirtilen şekilde gerçekleştirilmiştir. CIE L^* (aydınlık), a^* (kırmızılık/yeşillik) ve b^* (sarılık/mavilik) değerleri Konika Minolta CR5 Chromameter (Japonya) cihazı ile ölçülerek belirlenmiştir. Analizler her bir örnek için 6 ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.8. Doku Profil Analizi

Doku profil analizi, örnek alma silindiri ile 2.5 cm çap ve 2.5 cm boyunda kesilmiş silindir kek örneklerinde 5 kg yük hücresine sahip tekstür analiz cihazında (TA- XT Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, İngiltere) 36 mm silindir prob kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Doku profil analizi test ayarlarına ait veriler Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Glutensiz Kek Örneklerine Ait Doku Profil Analizi Test Ayarları

Başlık	Değer	Birim
Test öncesi hız	0.8	mm/s
Test hızı	1	mm/s
Test sonrası hız	5	mm/s
Sıkıştırma oranı	50	%
İki sıkıştırma arasında geçen süre	30	s
Tetikleyici kuvvet	0.05	N

Doku profili analizi sonucunda kek örneklerine ait sertlik, dış yapışkanlık, elastikiyet, iç yapışkanlık/bütünlük, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve geri dönme oranı değerleri elde edilmiştir.

3.2.9. Ekstrakt Hazırlama

Glutensiz kek örnekleri için ekstrakt hazırlama işlemi Aksoylu, 2012 [118]'de belirtilen şekilde gerçekleştirilmiştir. 500 mL'lik balona alınan 50 g öğütülmüş kek örneği üzerine 100 mL dietileter eklenmiş, yaklaşık 18 saat bekletilerek yağı ekstrakte edilmesi sağlandıktan sonra kaba filtre kağıdı üzerinde oda sıcaklığında 24 saat kurutulmuştur.

Kurutulan kek örneğinden 5 g alınarak üzerine 25 mL metanol:su karışımı (v/v; 1:1) eklendikten sonra çalkalamalı su banyosunda (Termal, Türkiye) 50°C'de 15 dk. bırakılmıştır. Ardından, karışım 50 mL'lik plastik tüpe aktarılarak soğutmali santrifüj cihazında (Hettich EBA 85, Zentrifugen, Germany) santrifüj edilmiştir

(4000 rpm, 20°C, 10 dk.). Üst faz 100 mL'lik balon jojeye alınarak, alt faz için aynı işlem iki kez daha tekrarlanacaktır. Balon jodede (100mL) toplanan tüm üst fazlar metanol:su (v/v; 50:50) ile 100 mL'ye tamamlandıktan sonra sırasıyla külsüz filtre kağıdından ve 0.45 µm PTFE filtreden süzölmüştür. Ekstraktlar analiz edilinceye kadar - 86°C'de muhafaza edilmiştir.

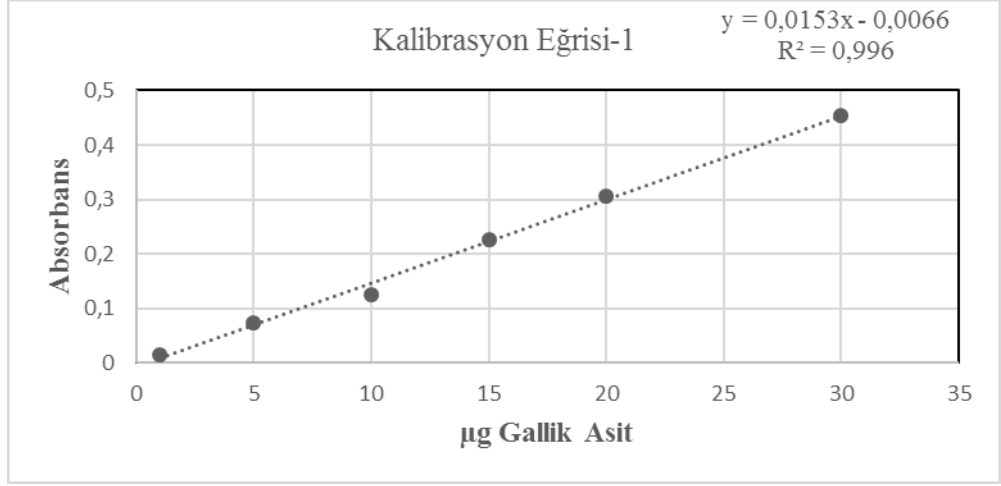
3.2.10. Toplam Fenolik Madde Analizi

Un ve kek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği Singleton ve Rossi , 1965 [86] tarafından geliştirilip Li ve ark., 2006 [87] tarafından modifiye edilen yöntemeye göre, Folin-Ciocalteu reaktifiyle belirlenmiştir.

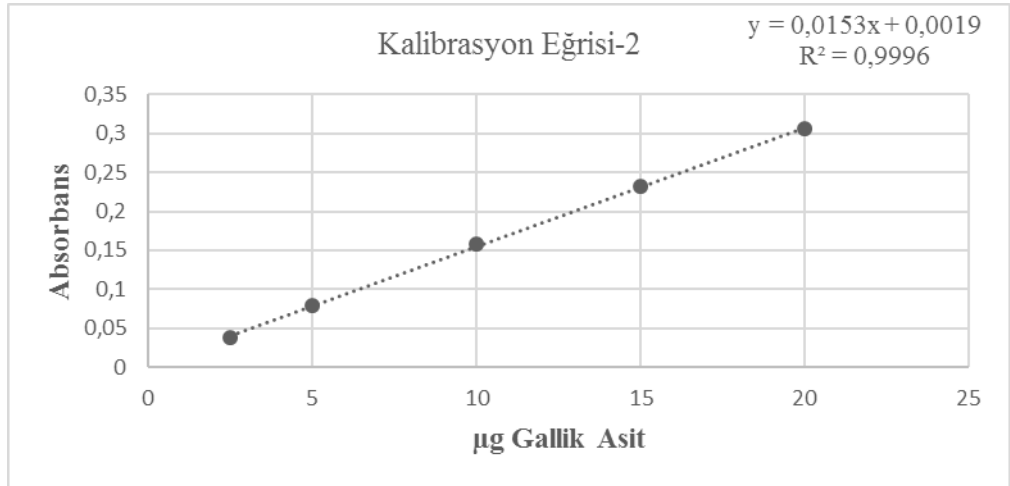
100 µL örnek ekstraktı cam test tüpüne alınarak üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu fenol çözeltisi (v/v; %10) ilave edilmiş ardından 15 s vortekslenerek (Wisemix VM-10, Kore) oda sıcaklığında ve karanlıkta 5 dk bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda 5 mL Na₂CO₃ (a/v: %7.5) eklenerek oda sıcaklığında 60 dk bekletilmiştir.

Shimadzu UV-1601 model Spektrofotometre (Avustralya) kullanılarak 760 nm'de absorbans değerleri kör çözeltiye karşı okutulmuştur. Toplam fenolik madde miktarı, okunan absorbans değerlerinin gallik asit standart eğrisinden elde edilen lineer regresyon denkleminde ($y=ax + b$) yerine konulması ile (mg GA/ g örnek) olarak ifade edilmiştir.

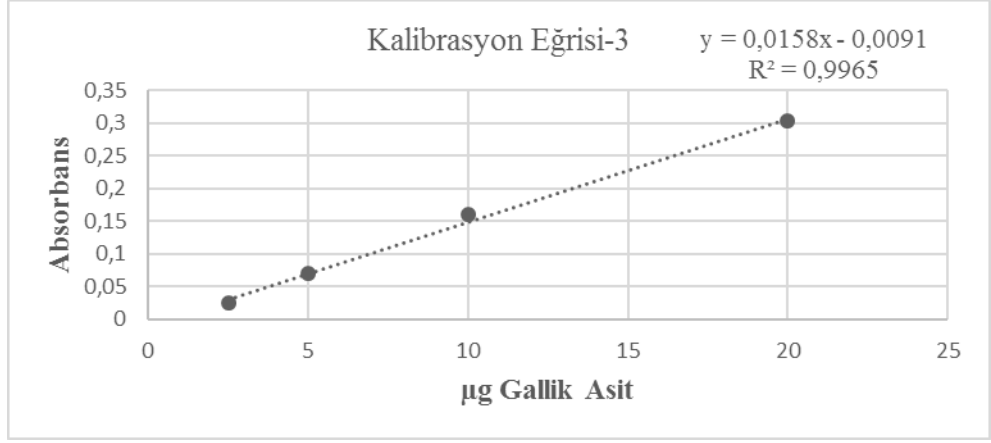
Yeşil muz iç ve kabuk unlarının, kontrol kekleri, yeşil muz iç ve kabuk unlu kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarı hesaplanmasında kullanılan gallik asit kalibrasyon eğrileri Şekil 3.5- Şekil 3.7.' te verilmiştir.



Şekil 3.5. Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı Hesaplanmasında Kullanılan Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 3.6. Kontrol Keki ve Yeşil Muz İç Unlu Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarı Hesaplanmasında Kullanılan Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 3.7. Kontrol Keki ve Yeşil Muz Kabuk Unlu Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarı Hesaplanmasında Kullanılan Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi

3.2.11. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Analizi

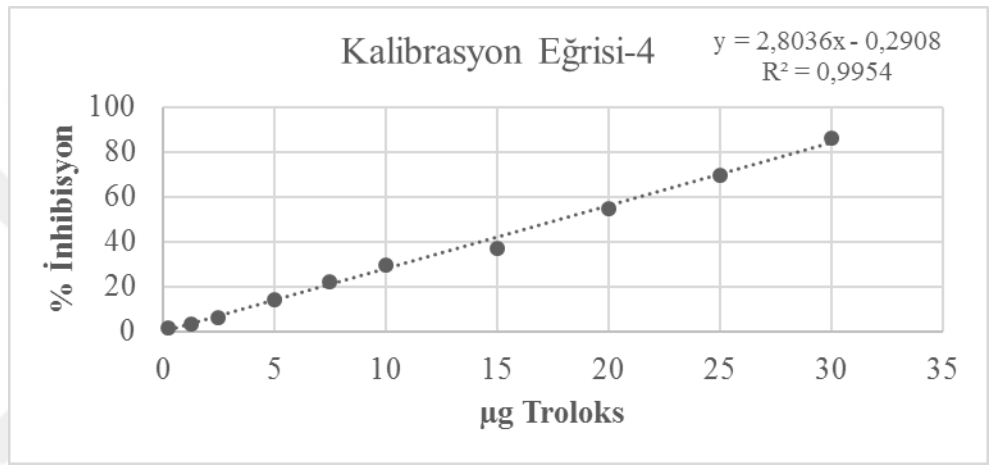
Un ve kek örneklerinde DPPH analizi Brand-Williams ve ark., 1965 [88] ve Singh ve ark., 2002 [89]'de belirlenen yöntemlere göre ve bazı modifikasyonlarla gerçekleştirilmiştir. 78.1 mM DPPH çözeltisi elde etmek için 0.0154 g DPPH, metanol içerisinde çözündürülmüş ve son hacim 500 mL'e tamamlanmıştır. 50, 100, 150 ve 200 µL örnek ekstraktı cam test tüplerine alınarak son hacmin 200 µL olması için metanol ile tamamlanmış ve üzerlerine 3.8 mL'şer DPPH çözeltisi birer dk ara ile ilave edilmiştir. Karışımlar oda sıcaklığında ve karanlıkta 60 dk boyunca bekletilmiştir.

Shimadzu UV-1601 model Spektrofotometre (Avustralya) kullanılarak 515 nm'de absorbans değerleri kör çözeltiliye karşı birer dakika ara ile okutulmuştur. Ekstrakt içindeki örnek miktarlarına karşı, örnek % inhibisyon değerleri ve Troloks standart çözeltileri içerisindeki troloks miktarına karşı troloks % inhibisyon değerleri grafiklere alınarak iki farklı lineer regresyon denklemi elde edilmiştir. Örnek regresyon denkleminin eğiminin troloks regresyon denklemi eğimine bölünmesiyle DPPH radikali indirgeyici aktivite değeri elde edilmiştir. Sonuçlar mM Troloks /g kuru örnek cinsinden ifade edilmiştir. Örnek ve troloks grafikleri için % inhibisyon değerleri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

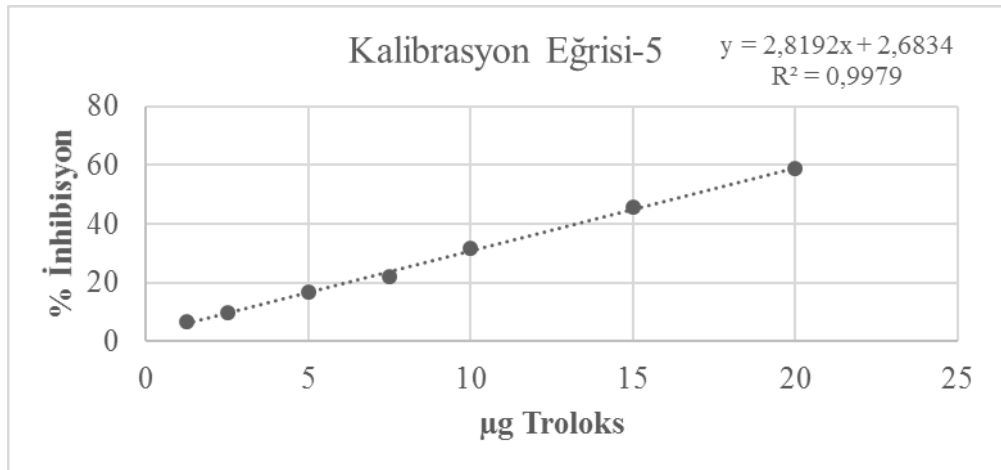
$$\% \text{ Örnek inhibisyonu} = 1 - \frac{\text{Örnek absorbansı}}{\text{DPPH absorbansı}} \times 100$$

$$\% \text{ Troloks inhibisyonu} = 1 - \frac{\text{Troloks absorbansı}}{\text{DPPH absorbansı}} \times 100$$

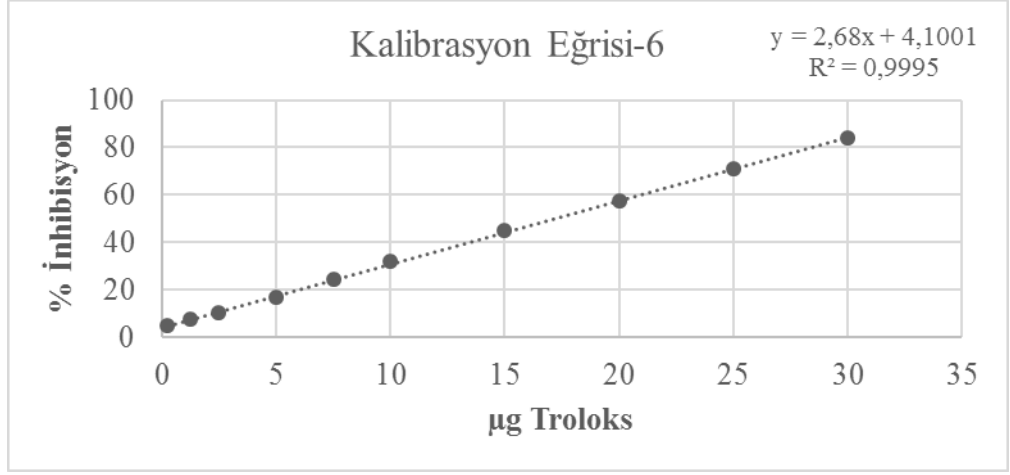
Yeşil muz iç ve kabuk unlarının, kontrol kekleri, yeşil muz iç ve kabuk unlu kek örneklerinin DPPH Radikali Giderme Aktivitesi hesaplanmasında kullanılan Troloks kalibrasyon eğrileri Şekil 3.8.-Şekil 3.10.'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Hesaplanmasında Kullanılan Troloks Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 3.9. Kontrol Keki ve Yeşil Muz İç Unlu Keklerin DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Hesaplanmasında Kullanılan Troloks Kalibrasyon Eğrisi



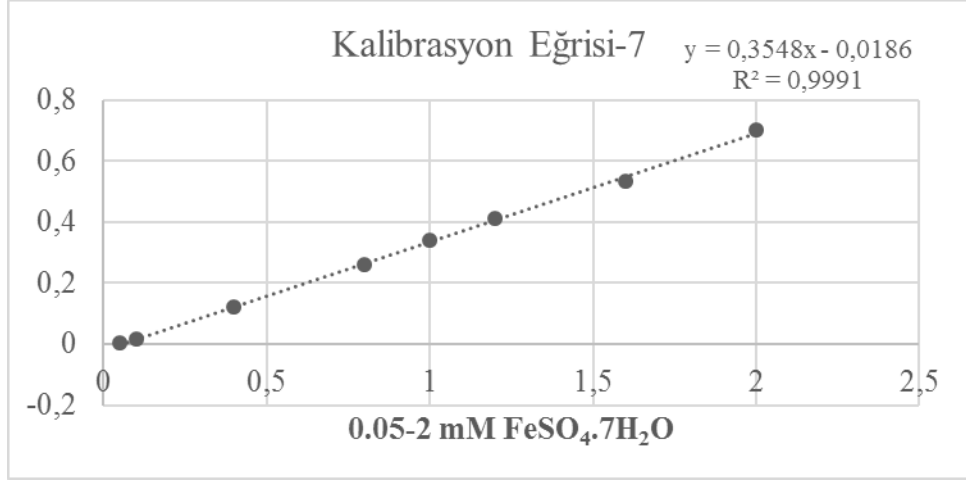
Şekil 3.10. Kontrol Keki ve Yeşil Muz Kabuk Unlu Keklerin DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Hesaplanmasında Kullanılan Troloks Kalibrasyon Eğrisi

3.2.12. Demir İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Analizi

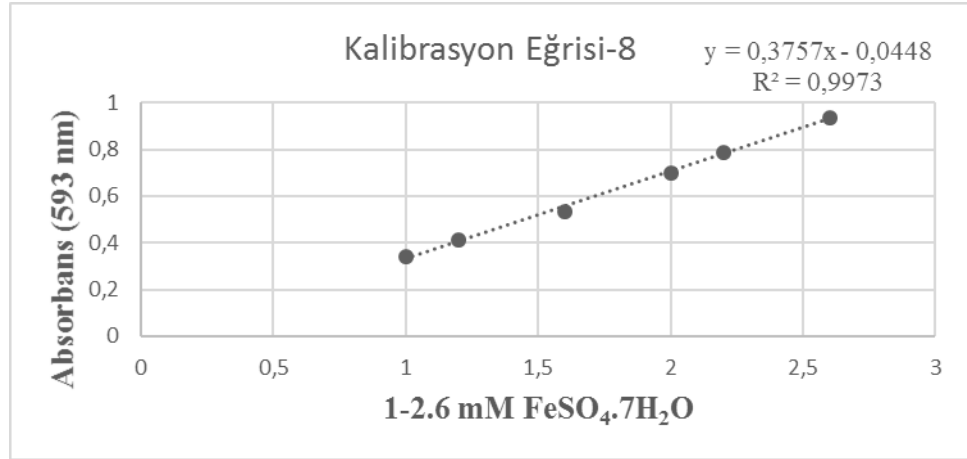
Un ve kek ekstraktlarının demir indirgeyici antioksidan gücü Liu ve ark., 2008 [90]'de belirtilen şekilde ve bazı değişikliklerle Wang ve ark., 2012 [67]'a göre belirlenmiştir. 100 µL örnek ekstraktına 6 mL yeni hazırlanmış FRAP reaktifi eklenerek reaksiyon karışımı 37°C'de 30 dk inkubasyona bırakılmıştır.

Shimadzu UV-1601 model Spektrofotometre (Avustralya) kullanılarak örnek ekstraktı absorbansı, 593 nm'de kör çözeltiliye karşı okutulmuştur. Kalibrasyon eğrisi için standart olarak demir sülfatın sulu çözeltileri kullanılmıştır. Sonuçlar 'mM Fe (II)/ g kuru örnek' olarak ifade edilmiştir.

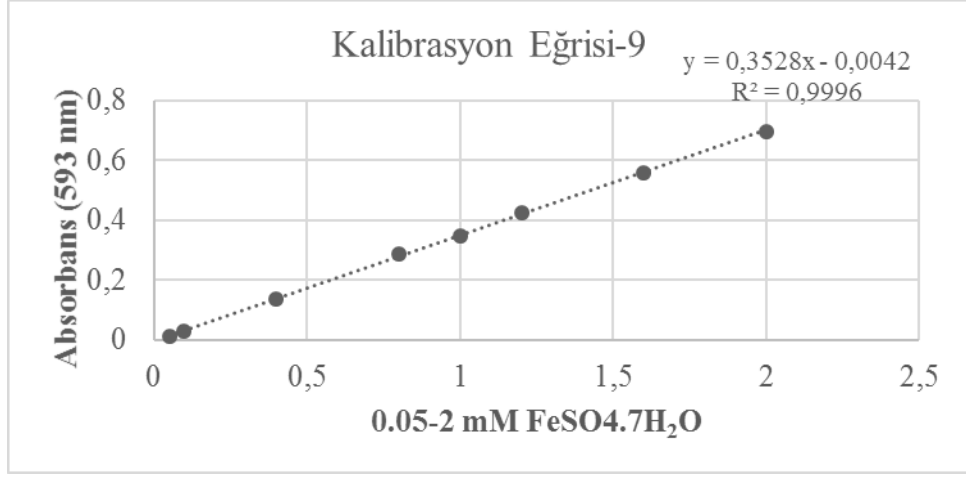
Yeşil muz iç ve kabuk unlarının, kontrol kekleri, yeşil muz iç ve kabuk unlu kek örneklerinin FRAP değeri hesaplanmasında kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat kalibrasyon eğrileri Şekil 3.11-Şekil 3.14.'da verilmiştir.



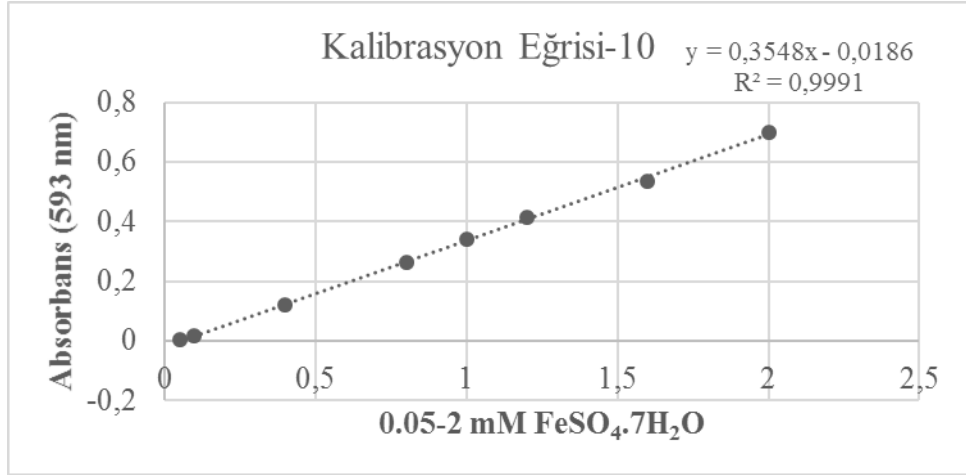
Şekil 3.11. Yeşil Muz İç Ununun FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 3.12. Yeşil Muz Kabuk Ununun FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 3.13. Kontrol Keki ve Yeşil Muz İç Unlu Keklerin FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 3.14. Kontrol Keki ve Yeşil Muz Kabuk Unlu Keklerin FRAP Değeri Hesaplanmasında Kullanılan Demir (II) Sülfat Heptahidrat Kalibrasyon Eğrisi

3.2.13. Duyusal Değerlendirme

Yeşil muz içi unlu ve kabuk unlu glutensiz keklerin tüketici kabulünü belirlemeye yönelik olarak, duyuşal paneller Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü akademisyen ve öğrencilerinden oluşan çölyak hastası olmayan 25 panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Panelistler duyuşal değerlendirme öncesinde glutensiz keklerin duyuşal değerlendirme parametreleri hakkında bilgilendirilmiştir. Duyusal değerlendirme, 7 puanlı Hedonik Skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir [91, 92] .

Panelistlerden kek kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, doku, çiğnenebilirlik, tat sonrası izlenim ve genel beğeni parametrelerini 1-7 puan arasında (1=hiç beğenmedim, 2=beğenmedim, 3=biraz beğenmedim, 4=ne beğendim ne beğenmedim, 5=biraz beğendim, 6=beğendim ve 7=çok beğendim) değerlendirmeleri istenmiştir.

Genel beğeni parametresi ortalama puanı 4.00'ın üzerinde olan kekler duyuşal açıdan kabul edilebilir olarak nitelendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan panel formu Şekil 3.15.'te verilmiştir.

DUYUSAL DEĞERLENDİRME -7 PUANLI HEDONİK SKALA TESTİ

Panelistin Adı Soyadı:

Tarih: / /2016

Ürün Adı: Kek

Saat: :

Açıklama: Size sunulan ürünler hakkındaki parametreleri tanımlayan rakamı, 1-7 puan arasında değerlendirerek tabloda ait olduğu kutucuğa yazınız.

Teşekkür ederiz.

	Kabuk Rengi	İç Rengi	Koku	Lezzet	Sertlik	Çiğnenebilirlik	Tat Sonrası İzlenim	Genel Beğeni
692								
481								
973								
584								

7: Çok Beğendim, 6: Beğendim, 5: Biraz Beğendim, 4: Ne Beğendim Ne Beğenmedim, 3: Biraz Beğenmedim, 2:Beğenmedim, 1:Hiç Beğenmedim.

Şekil 3.15. Duyusal Değerlendirme Panel Formu

3.2.14. İstatistiksel Analiz

Glutensiz kek örneklerinde yapılan tüm analizler 3 paralel ve 3 tekrar halinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma Tamamen Rastgele Desen (CR; Completely Randomized) olarak planlanmıştır. Tüm fiziksel ve kimyasal analizler için uygulama ortalamaları ve standart sapmaları varyans (ANOVA) analizi yoluyla The SAS® System (by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Proprietary Software Release 8.2) programı kullanarak $\alpha=0.05$ düzeyinde GLM prosedürü ile değerlendirilmiştir (S.A.S., 1999). Uygulama ortamları arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarına Ait Analiz Sonuçları

4.1.1. Kimyasal Bileşim

Yeşil muz meyvesinden dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen meyve iç ve kabuk unların kimyasal bileşimleri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen glutensiz yeşil muz iç ve kabuk ununun kimyasal bileşimi (n=6)

Örnek	Nem (%)	Kül (KM'de %)	Yağ (KM'de %)	Protein (KM'de %)	Karbonhidrat (KM'de %)
YMIU ¹	2.08±0.11	1.92±0.03	0.43±0.03	5.49±0.15	93.88
YMKU ²	2.83±0.08	1.22±0.52	6.17±0.27	11.16±0.06	81.44

¹Yeşil muz iç unu

²Yeşil muz kabuk unu

Glutensiz kek üretiminde pirinç unu yerine farklı oranlarda kullanılmış olan yeşil muz iç unu nem, kül ve yağ miktarları sırasıyla % 2.08, % 0.19 (KM) ve % 0.433 (KM), yeşil muz kabuk unu nem, kül ve yağ miktarları ise sırasıyla % 2.83, % 1.22 (KM) ve %6.175 (KM) olarak tespit edilmiştir.

Bertolini ve ark., 2010 [45] tarafından yapılan çalışmada olgunlaşmamış (yeşil) muz unu nem içeriği 7.77 g/100g, kül miktarı 3.16 g/100g ve yağ miktarı 3.51 g/100g, yeşil muz kabuk unu nem içeriği 8.34 g/100g, kül miktarı 8.33 g/100g ve yağ miktarı 3.84 g/100 g olarak bulunurken Menezes ve ark., 2011 [41] tarafından yapılan çalışmada yeşil muz iç unu nem içeriği 6.9 g/100g KM, kül miktarı 3.14 g/100 g KM ve yağ miktarı 0.89 g/100 g KM olarak tespit edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada yeşil muz iç ve kabuk unu nem ve kül değerleri yukarıda bahsi geçen her iki çalışmada elde edilen nem ve kül değerlerinden daha düşük iken yeşil muz iç unu yağ miktarının (%0.433 KM) Menezes ve ark., 2011 [41] tarafından elde edilen yeşil muz iç unu yağ miktarı (0.89 g/100 g KM) ile

uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalarda yeşil muz unu nem içerikleri arasındaki farkın muz meyvesi kurutma yöntemleri ve bilhassa kurutma sürerelerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.2. Su aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliği

Yeşil muz meyvesinden dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen meyve iç ve kabuk unların su aktivitesi, pH ve titrasyon asitliği değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Glutensiz Yeşil Muz İç ve Kabuk Ununun Su Aktivitesi (a_w), pH ve Titrasyon Asitliği (g Malik Asit /100g) Değerleri (n=6)

Örnek	Su aktivitesi (a_w)	pH	Titrasyon asitliği (g malik asit/100g)
YMIU ¹	0.112±0.00	5.05±0.09	1.05±0.22
YMKU ²	0.194±0.00	4.74±0.05	1.72±0.09

¹ Yeşil muz iç unu

² Yeşil muz kabuk unu

Yeşil muz iç unu pH değeri (5.05) ve yeşil muz kabuk unu pH değerlerinin (4.74), Alkarkhi ve ark. 2011 [50] tarafından yapılan çalışmada elde edilen yeşil muz iç unu pH değeri (5.06) ve yeşil muz kabuk unu pH değeri (4.80) ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3. Renk Analizi

Gıdalarda renk tüketici tercihi yön veren önemli bir ölçüttür. 1976 yılında geliştirilen CIE $L^* a^* b^*$ skalası, Zıt-Renkler Teorisi üzerine dayanmaktadır [117]. CIE skalasına göre;

L^* skalası: düşük numaralarda (0-50) koyuluğu, yüksek numaralarda (51-100) aydınlığı ifade etmektedir.

a^* skalası: pozitif (+) numaralarda kırmızılığı, negatif (-) numaralarda yeşilliği ifade etmektedir.

b^* skalası: pozitif (+) numaralarda sarılığı, negatif (-) numaralarda maviliği ifade etmektedir.

Yeşil muz meyvesinden dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen meyve iç ve kabuk unlarının CIE L^* , a^* ve b^* renk değerleri Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Elde Edilen Glutensiz Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının CIE L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri (n=6)

Örnek	L^*	a^*	b^*
YMİU ¹	85.87±0.05	1.47±0.01	12.26±0.07
YMKU ²	65.16±0.13	-1.72±0.01	22.49±0.02

¹ Yeşil muz iç unu

² Yeşil muz kabuk unu

Çalışma kapsamında glutensiz kek üretiminde kullanılmış olan YMİU'nun L^* (85.87), a^* (1.47) ve b^* (12.26) değerleri, organik asit uygulamasının yeşil muzunun bazı fiziksel ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini inceleyen Alkarkhi ve ark., 2011 [50] tarafından bulunan YMİU L^* (74.18), a^* (2.53) ve b^* (17.36) değerleri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde çalışma kapsamında kullanılmış olan YMKU'nun L^* (65.16), b^* (22.49) ve a^* (-1.72) değerleri Alkarkhi ve ark., 2011 [50] YMKU L^* (40.88) ve b^* (23.27) değerleri ile uyumlu iken a^* (5.20) değerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan YMKU a^* değerinin negatif (yeşil) olması beklenen bir durum iken Alkarkhi ve ark. 2011 [50] kabuk unu a^* değerinin kırmızılığı ifade etmesinin her iki çalışmadaki muz bitkisinin farklı yetiştirme koşullarına sahip olmasından ya da farklı olgunlaşma periyodunda hasat edilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite

Yeşil muz meyvesinden dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen meyve iç ve kabuk unların toplam fenolik madde, DPPH radikali giderme aktivitesi ve değerleri Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Dondurarak Kurutma Yöntemiyle Üretilen Glutensiz Yeşil Muz İç ve Kabuk Unlarının Toplam Fenolik Madde Miktarları, DPPH Radikali Giderme Aktivitesi ve Frap Değerleri (n=6).

Örnek	Toplam fenolik madde (mg GAE/g KM)	DPPH radikali giderme aktivitesi (mg Troloks/g KM)	Frap değeri (mM Fe (II)/g KM)
YMİU ¹	0.296±0.00	1.946±0.11	20.96±0.08
YMKU ²	2.497±0.00	12.990±1.52	257.23±0.61

¹Yeşil muz iç unu

²Yeşil muz kabuk unu

Tablo 4.4. incelendiğinde, çalışma kapsamında glutensiz keklerin üretiminde kullanılan YMİU'nun antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğinin YMKU'nunkinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Benzer şekilde, muz kabuğundaki fenolik bileşiklerin muz içinde bulunanlardan genellikle daha fazla olduğu Someyaa ve ark., 2002 [4] tarafından da ifade edilmiştir. Someyaa ve ark., 2002 [4] muz kabuğundaki gallokateşin miktarını 158 mg/100g KM, muz içinde ise 29.6 mg/100 g KM olarak tespit etmişlerdir.

4.2. Yeşil Muz İçi Unu İkamesi Üretilen Glutensiz Keklere Ait Analiz Sonuçları

4.2.1.Kimyasal Bileşim

Farklı oranlarda yeşil muz içi unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklerin kimyasal bileşimi Tablo 4.5.'te verilmiştir.

Tablo 4.5. incelendiğinde, YMİU ikamesiyle üretilen keklerin nem ve yağ miktarlarında meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunurken (p>0.05) YMİU ikame oranında artışa gidilmesiyle keklerin kül miktarının önemli şekilde arttığı (p<0.0001) görülmektedir. YMİU ikameli keklerin kül miktarlarının %1.34 (%20 YMİU) ile %1.77 (%80 YMİU) arasında değiştiği saptanmıştır. Keklerde kül miktarındaki artış, formülasyonda pirinç ununa artan oranlarda ikame edilen yeşil muz içi ununun kül miktarının (% 1.92) pirinç unundan (% 0.16 kül)

daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yeşil muz unu kalsiyum, magnezyum, fosfor özellikle potasyum gibi temel mineralleri yüksek miktarda içerdiğinden kül miktarı yüksek bir undur [2].

%20 YMİU ikameli keklerin protein miktarı kontrol grubu kek örneğinden daha düşük ancak istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. YMİU ikame oranının %20 üzerine çıkması ile keklerin protein miktarlarında meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.0001$). Formülasyonda kullanılan pirinç unu protein miktarının (% 9.79) yeşil muz iç unu protein miktarından (% 5.49) daha yüksek olması, yeşil muz unu ikamesi artışına bağlı olarak keklerin protein miktarlarında azalmaya neden olmuştur.

Tablo 4.5. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Kimyasal Bileşimi

Kek Örneği	Nem (%)	Kül (KM'de %)	Yağ (KM'de %)	Protein (KM'de %)	Karbonhidrat (KM'de %)
Kontrol	18,98 ^a	1,34 ^e	16,46 ^a	7.69 ^a	74.51 ^b
%20 YMİU	18,60 ^a	1,46 ^d	17,36 ^a	7.65 ^a	73.53 ^e
%40 YMİU	18,74 ^a	1,55 ^c	16,94 ^a	7.26 ^b	74.25 ^c
%60 YMİU	18,58 ^a	1,64 ^b	16,48 ^a	6.90 ^c	74.98 ^a
%80 YMİU	17,69 ^a	1,77 ^a	17,77 ^a	6.64 ^d	73.82 ^d
SD*	0.78	0.03	0.06	0.10	0.00
P-değeri	0.3825	<0.0001	0.6241	<0.0001	<0.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

4.2.2. Su Aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliği

Farklı oranlarda yeşil muz iç unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait su aktivitesi (a_w), pH ve titrasyon asitliği (g malik asit/100g) değerleri Tablo 4.6.'te verilmiştir.

Tablo 4.6. incelendiğinde, YMİU ikamesiyle keklerin su aktivitesi değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek pH değeri (7.73) kontrol grubu kek örneklerine ait olup YMİU ikame oranı arttıkça kekin pH değerlerinin muz içi ununun asidik yapısı gereği (5.05) azaldığı tespit

edilmiştir ($p<0.05$). %20 YMİU ikamesinin kekin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu, ikame oranının %20 üzerine çıkması ile (%40, %60 ve %80) bu değerlerin istatistiksel olarak arttığı ancak %60 ve %80 YMİU ikamesi ile üretilen keklerin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Su Aktivitesi (a_w), pH ve Titrasyon Asitliği (g Malik Asit /100 g) Değerleri

Kek Örneği	Su aktivitesi (a_w)	pH	Titrasyon asitliği (g malik asit/100g)
Kontrol	0.805 ^a	7.73 ^a	0.07 ^c
%20 YMİU	0.802 ^a	6.88 ^{ab}	0.11 ^c
%40 YMİU	0.809 ^a	6.54 ^b	0.15 ^b
%60 YMİU	0.822 ^a	6.42 ^{bc}	0.20 ^a
%80 YMİU	0.823 ^a	5.96 ^c	0.23 ^a
SD*	0.01	0.29	0.02
P-değeri	0.14	0.0026	<.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

4.2.3. Fiziksel Analizler

Kekler fırından çıktından 60 dk. sonra yapılan fiziksel analiz sonuçlarına göre YMİU ikamesinin kek hacmi, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kaybı değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Farklı oranlarda yeşil muz iç unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait hacim, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kaybı değerleri Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Kontrol keki ile karşılaştırıldığında, YMİU ikamesi ile üretilen tüm keklerin hacim ve spesifik hacim değerlerinin daha yüksek dolayısıyla yoğunluk değerlerinin daha düşük ve değerlerin istatistiksel açıdan kontrolden farklı olduğu saptanmıştır ($p<0.01$).

Kek spesifik hacminin %60 YMİU ilavesine kadar artan YMİU oranı ile arttığı ancak %80 YMİU ilavesi ile birlikte azaldığı ve dolayısıyla kek yoğunluğunun % 60 YMİU ilavesine kadar artan YMİU oranı ile azaldığı, %80 YMİU ilavesi ile birlikte arttığı görülmektedir. Tüm kekler arasında, en yüksek hacim (1172 mL), en yüksek spesifik hacim (2.70 cm³/g) ve en düşük spesifik hacim (0.37 g/cm³) değerleri % 60 YMİU ilavesi ile üretilen keklerde elde edilmiştir.

Sarawong ve ark., 2014 [56] yeşil muz unu ikamesinin glutensiz ekmeğin fonksiyonel özellikleri ve dirençli nişasta içeriği üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, un materyali olarak % 65-100 oranlarında (% un bazında) pirinç unu ve glutensiz buğday nişastası (50:50) kullanılmıştır. Yeşil muz unu ise % 0-35 oranında (% un bazında) fonksiyonel bileşen olarak ilave edilmiştir. % 25 oranına kadar YMİU ilavesinin, kontrol ekmeği ile karşılaştırıldığında (% 0 YMİU), önemli şekilde daha yüksek ekmeğin hacmi ve spesifik hacim sergilediğini bildirmiştir. Ancak % 30-35 oranlarında YMİU ilavesiyle hacimde meydana gelen azalmanın, kontrol ekmeğiyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemsiz olduğunu tespit edilmiştir.

Tablo 4.7. incelendiğinde, Sarawong ve ark., 2014 [56] çalışmalarında, yeşil muz unu ikamesinin glutensiz ekmeğin hacmi üzerine etkisine benzer şekilde, kek hacminin %60 YMİU ilavesine kadar artan YMİU oranı ile arttığı ancak %80 YMİU ilavesi ile birlikte azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte % 20, % 40, % 60 ve % 80 YMİU ikamesi ile üretilen kek hacimleri istatistiksel olarak aynı ve kontrol grubu kek örneklerinin hacminden önemli şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.7. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Bazı Fiziksel Özellikleri

Kek Örneği	Hacim (mL)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Yoğunluk (g/cm ³)	Yükseklik (cm)	Pişme kaybı (%)
Kontrol	933.10 ^b	2.13 ^b	0.47 ^a	5.55 ^c	17.74 ^a
%20 YMİU	1074.33 ^a	2.47 ^a	0.41 ^b	6.29 ^b	17.11 ^{ab}
%40 YMİU	1121.00 ^a	2.55 ^a	0.39 ^b	6.65 ^a	16.08 ^{bc}
%60 YMİU	1172.00 ^a	2.70 ^a	0.37 ^b	6.88 ^a	15.98 ^c
%80 YMİU	1126.00 ^a	2.55 ^a	0.39 ^b	6.87 ^a	14.81 ^d
SD*	54.19	0.13	0.02	0.15	0.58
P-değeri	0.0028	0.0044	0.0035	<.0001	0.0010

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Glutensiz keklerin yükseklik değerleri incelendiğinde, YMİU ikame oranının artmasıyla ortalama yükseklik değerlerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. % 20 YMİU ikamesi ile üretilen keklerin ortalama yükseklik değerinin (6.29 cm) kontrol grubu kek örneği yükseklik değerinden (5.55 cm) önemli şekilde yüksek olduğu ancak YMİU ikamesi ile üretilen diğer kek yüksekliklerinden daha düşük ve istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır ($p < 0.0001$). % 40 , % 60 ve % 80 YMİU ikamesi ile üretilen keklerin yükseklik değerlerinin istatistiksel açıdan benzer ve %20 YMİU ikameli ve kontrol grubu kek örneklerinin yükseklik değerlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Bazı araştırmacılar ise yüksek oranda yeşil muz unu kullanımının ekmek ve kek gibi fırın ürünlerinin hacim (804.67-748.00 mL) ve spesifik hacminde (5.11-4.38 cm³/g) azalma ve dolayısıyla yoğunluk değerinde (0.20-0.23 g/cm³) artmaya sebep olduğunu bildirilmiştir [85]. Bu duruma benzer şekilde, diğer YMİU ikame oranlarıyla karşılaştırıldığında, en yüksek YMİU ikame oranı (% 80) ile üretilen kek hacim ve spesifik hacminin daha düşük, yoğunluğunun ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

YMİU ilavesinin keklerin pişme kaybında istatistiksel açıdan da önemli olan ($p < 0.01$) bir azalmaya neden olduğu, artan YMİU ilavesiyle de kekin pişme kaybı

değerinin azaldığı saptanmıştır. En düşük pişme kaybı değeri %80 YMİU ikamesi ile üretilen keklerde (%14.81), en yüksek pişme kaybı değeri ise kontrol grubu kek örneklerinde (%17.74) elde edilmiştir. YMİU ikame oranının artmasıyla pişme kaybında meydana gelen azalmanın ise yeşil muz içi ununun içerdiği liflerden kaynaklanan [69] fonksiyonel bir özelliği olan su tuma kapasitesinden (3.94-6.31 g su /g kuru örnek) [50] kaynaklandığı düşünülmektedir.

YMİU ikamesi ile daha yüksek hacimli, kek yüksekliği daha fazla, yoğunluğu daha düşük olan ve daha az pişme kaybına sahip glutensiz kekler elde edilmiştir. %20 YMİU ikame oranından daha yüksek olan ikame oranlarında kek hacim, spesifik hacim, yoğunluk ve yükseklik değerlerinin istatistiksel olarak etkilenmediği tespit edilmiştir.

4.2.4. Renk Analizi

Renk, gıdanın satın alınmasında tüketici tercihini etkileyen en önemli kalite parametrelerinden biridir. Farklı oranlarda yeşil muz iç unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklerle ait CIE L^* a^* b^* değerleri Tablo 4.8.'te verilmiştir.

Pirinç ununun YMİU ile ikamesinin glutensiz kekin kabuk ve iç rengi (CIE L^* , a^* ve b^*) üzerine etkisi incelendiğinde, YMİU ikame oranında artışa gidilmesiyle kek kabuğunun aydınlık (L^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin azaldığı, kırmızlık değerinin arttığı ve YMİU ikame oranlarının kek kabuğunun sarılık değerleri üzerine etkisinin benzer olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.8. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Kabuk ve İç Kısımlarına ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri

Kek Örneği	Kabuk Rengi			İç Renk		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Kontrol	81.24 ^a	4.86 ^d	29.64 ^a	50.11 ^a	16.65 ^a	31.30 ^a
%20 YMİU	68.27 ^b	6.45 ^c	19.87 ^b	48.75 ^a	16.11 ^{ab}	29.68 ^b
%40 YMİU	65.44 ^c	6.59 ^{bc}	19.67 ^b	46.10 ^b	15.71 ^b	28.25 ^c
%60 YMİU	63.25 ^d	6.73 ^{ab}	19.80 ^b	42.89 ^c	14.98 ^c	25.88 ^d
%80 YMİU	62.25 ^d	6.82 ^a	19.97 ^b	42.90 ^c	14.29 ^d	24.81 ^e
SD*	1.06	0.30	0.56	0.97	0.11	0.66
P-değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Kek kabuğunun aydınlık değerlerinin %60 YMİU ikame oranına kadar azaldığı ve %80 YMİU ikame oranının kek kabuğunun aydınlık değerleri üzerine etkisinin %60 YMİU ikame oranındaki ile benzer olduğu görülmüştür. YMİU ikame oranı arttıkça kek için aydınlık, kırmızılık ve sarılığ azalmıştır.

Pirinç ununun %20 YMİU ile ikamesinin kekin iç kısmına ait aydınlık değerinde meydana getirdiği azalma, kontrol grubu kek örneği ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

%40, %60 ve %80 YMİU ikamesi ile üretilen keklerin iç kısımlarına ait kırmızılık değerleri kontrol grubu kek örneğinin kırmızılık değerinden farklı ve yüksek iken %20 YMİU ilavesinin kek için kırmızılık değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. YMİU ikame oranı arttıkça kek içi renginin sarılık (b^*) değeri önemli şekilde azalmıştır.

Sarawong ve ark., 2014 [55] glutensiz makarnanın fonksiyonel özellikleri ve dirençli nişasta içeriği üzerine, nişasta modifikasyonunun etkisini ve ayrıca makarna formülasyonunda yer alan pirinç ununa % 15-60 yeşil muz unu ikamesinin etkisini incelemişlerdir. Pişmiş makarnanın aydınlık değerinin YMİU ikamesi ile artış eğiliminde olduğu, ancak % 45 ve % 60 yeşil muz ikamesi üretilen makarnaların aydınlık değerlerinin sırasıyla 65.7 ve 65.6 olup istatistiksel açıdan farksız olduğu

tespit edilmiştir. YMİU ilavesiyle makarnanın aydınlık değerlerinde meydana gelen azalmadan, fenolik bileşikler üzerinde gerçekleşen polifenoloksidaz reaksiyonları sırasında oluşan koyu pigmentler sorumlu tutulmaktadır [56, 65].

4.2.5. Doku Profil Analizi

Kek ürünlerinde renk yanında tüketici tercihini etkileyen bir diğer önemli kalite parametresi tekstürdür. Son yıllarda gıdanın tekstürel özelliklerinin tamamen objektif olan enstrümental cihazlarla belirlenmesine dayalı yöntemler önem kazanmıştır.

Farklı oranlarda yeşil muz iç unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait doku profili analiz sonuç değerleri Tablo 4.9. ve Tablo 4.10.'da verilmiştir. Pirinç ununun YMİU ile ikame edilmesi ile üretilen glutensiz keklerde yapılan doku profil analiz sonuçları gözden geçirildiğinde, %60 YMİU ikame oranına kadar sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri YMİU ikamesinden etkilenmezken %60 ve %80 YMİU ikame oranlarında her üç değer önemli şekilde artarak %80 YMİU ikame oranında en yüksek değerlerine ulaşmıştır.

Tablo 4.9. Kontrol ve Yeşil Muz İç Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları

Kek Örneği	Sertlik (g)	Dış yapışkanlık (g.s.)	Bütünlük	Elastikiyet
Kontrol	248.65 ^c	-1.174 ^a	0.694 ^a	0.925 ^b
%20 YMİU	244.32 ^c	-0.496 ^b	0.692 ^a	0.950 ^a
%40 YMİU	261.35 ^c	-0.722 ^b	0.678 ^a	0.951 ^a
%60 YMİU	314.76 ^b	-0.418 ^b	0.673 ^a	0.960 ^a
%80 YMİU	465.83 ^a	-0.525 ^b	0.660 ^a	0.945 ^{ab}
SD*	25.12	0.20	0.02	0.01
P-değeri	<.0001	0.0082	0.5450	0.0470

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Fırın ürünlerinde önemli testtür parametrelerinden biri olan sertlik, TPA testinde, örneğin ilk sıkıştırılması sırasında elde edilen en yüksek pik değeri

(örneklerin belli bir oranda sıkıştırılması için gerekli olan kuvvet (g veya N) olarak ifade edilmektedir [93] %20 ve %40 YMIÜ ikamesi keklerin sertlik değerlerini olumsuz etkilememiştir. %60 ve %80 YMIÜ ikamesiyle üretilen keklerin sertlik değerlerinin kontrol grubu kek örneği sertlik değerinden daha yüksek ve istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil muz unu, son ürün sertliği üzerinde önemli etkiye sahip olan toplam nişasta (76.77 g /100 g KM) ve sağlıklı bireylerin ince bağırsağında absorbe edilmeyen, nişasta ve nişasta degradasyon ürünlerinin toplamı olan dirençli nişasta bileşenlerini (48.99 g /100 g KM yüksek miktarlarda içermektedir [41]. Yüksek YMIÜ ikame oranlarında kek sertliğinde meydana gelen artışın sebebinin muzununun zengin nişasta içeriğinden kaynaklandığı öngörülmektedir. Bununla birlikte, Gularte ve ark., 2013 [19] çözünür (inülin ve ksantan gum) ve çözünmez lif (yulaf lifi) ilavesiyle üretilen glutensiz ekmeklerde, lif ilavesi arttıkça ekmek toplam diyet lif içeriklerinin (1.5g'den 8.7 g/100 g'ye) arttığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, lif ilavesi yapılmış diğer ekmek örnekleri ile karşılaştırıldığında lif ilavesi yapılmayan kontrol grubu ekmek (% 100 pirinç unu) sertlik değeri en düşük (4.5 N) bulunmuştur. Bu durum, diyet lif içeriğince zengin bir bileşen olan YMIÜ ikamesi arttıkça kek için sertlik değerinin artmasını açıklamaktadır.

Bütünlük (iç yapışkanlık) gıda maddesini bir arada tutan bağların güçlülüğü olarak ifade edilmektedir. TPA testinde bütünlük prop tarafından uygulanan ikinci sıkıştırma sırasında oluşan çalışma alanın, birinci sıkıştırma sırasında oluşan çalışma alanına bölünmesiyle hesaplanmaktadır [93]. YMIÜ ikamesinin glutensiz keklerin bütünlükleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). YMIÜ ikamesinin kekin bütünlüğü, dolayısıyla keki birarada tutan bağlar üzerine olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir.

Farklı malzemelerin yüzeylerinin birbirleri arasındaki çekim ya da yapışma özelliğini ifade eden [94] dış yapışkanlık değeri TPA testinde, iki sıkıştırma arasında yapılan negatif iş olarak ölçülmektedir. Ferng ve ark., 2016 [94] çalışmalarında, üç farklı ticari pirinç unu ve buğday unu (düşük proteinli) kullanarak kek üretmişler ve

tüm kekler arasında en yüksek dış yapışkanlık değerini yüksek amilopektin içeriğinden dolayı glutinöz pirinç unu ile üretilen keklerde elde etmişlerdir.

Çalışmamızda, YMİU'nun her bir ikame oranının kek dış yapışkanlığı değeri üzerine etkisinin benzer ve kontrol grubu kek örneğinin dış yapışkanlık değerinden (-1.174) istatistiksel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, kontrol grubu kek örneğinin en yüksek oranda pirinç unu ve dolayısıyla amilopektin içermesi ile açıklanabilmektedir [96]. Yapışkanlık, sertlik ve dağılılabirlik (bütünlük özelliği az olan) tüketici tarafından çoğu zaman arzu edilmeyen tekstürel parametrelerdir. Yüksek amilopektinli nişastaca zengin bir gıda olan pirinç ununun YMİU ile ikamesi ile keklerin dış yapışkanlığı azaltılmış ve bütünlük özellikleri korunmuştur.

Elastikiyet değeri ise ardarda iki sıkıştırma arasındaki yükseklik oranı ya da yüzdesini ifade etmekte olup ürünün orijinal durumunu geri kazanma eğilimidir [93] Glutensiz keklerin elastikiyet değerleri üzerine %20, %40 ve %60 YMİU ikame oranının etkisi benzer ve değerler kontrol grubu kek örneğinin elastikiyet değerlerine göre daha yüksek iken %80 YMİU ikamesi ile kekin esneklik değerinin daha düşük (0.945) ve aynı zamanda kontrol kekininki (0.925) ile istatistiksel olarak benzer olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.10. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları

Kek Örneği	Sakızımsılık	Çiğnenebilirlik	Geri Dönme Oranı
Kontrol	172.55 ^c	159.56 ^c	0.287 ^b
%20 YMİU	169.00 ^c	160.66 ^c	0.303 ^{ab}
%40 YMİU	175.79 ^c	167.35 ^c	0.308 ^{ab}
%60 YMİU	212.89 ^b	204.51 ^b	0.322 ^a
%80 YMİU	306.93 ^a	290.21 ^a	0.313 ^{ab}
SD*	14.02	13.24	0.016
P-değeri	<.0001	<.0001	0.1871

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında p<0.05 güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

TPA teknolojisinde sertlik, bütünlük ve dış yapışkanlık bağımsız mekanik parametrelerken sakızimsılık ve çiğnenebilirlik bu parametrelere bağımlıdır.

Sakızimsılık TPA testinde sertlik ve bütünlük değerlerinin çarpılması ile hesaplanmaktadır [93]. %60 ve %80 YMIU ikamesiyle üretilen keklerin sakızimsılık değerleri kontrol grubu kek örneğinin sakızimsılık değerlerinden istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek bulunmuştur.

Çiğnenebilirlik (çiğneme süresi), TPA testinde sertlik, bütünlük ve elastikiyet değerlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır [93]. Özellikle sertlik ve bütünlükle yakından ilişkili parametrelerdir. Çiğnenebilirlik değerinin artması gıdanın çiğnenebilirliğinin yüksek, dolayısıyla çiğneyip yutmak için gerekli süresinin yüksek olması anlamına gelmektedir. Tıpkı sertlik değeri üzerine olduğu gibi, YMIU'nun belirli bir %60 ikame oranına kadar çiğnenebilirlik üzerine olumsuz etkisi yokken ikame oranının artmasıyla (%60 ve %80 YMIU) kekin çiğnenebilirliği (çiğneme süresi) artmıştır.

Geri dönme oranı iki sıkıştırma arasındaki bekleme periyodundan önce, probun geri çekilmesi oluşan çalışma alanının, ilk sıkıştırma sırasında oluşan çalışma alanına bölünmesiyle hesaplanmaktadır [93]. Elastikiyet ile benzer olarak ürünün orijinal durumunu geri kazanma eğilimidir. Artan YMIU ikamesiyle, keklerin geri dönme oranı değerleri %80 ikame oranına kadar artmış %80 ikame oranında ise azalmıştır. Sadece %60 YMIU ikamesiyle üretilen keklerinin kontrol grubu kek örneğinin geri dönme oranı değerinden yüksek ve istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle çekme ve basma gibi dış kuvvetlere karşı % 60 YMIU ikamesi ile üretilen keklerin daha toleranslı özelliğe sahip olduğu söylenebilmektedir.

Bhaduri ve ark., 2012 [95], çalışmalarında, pirinç ununa % 25, % 50, % 75 ve % 100 oranlarında muz unu ikameli glutensiz kekler üreterek, muz unu ikamesinin kekin fiziksel, tekstürel ve duyuşsal karakteristikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Muz unu ikamesi arttıkça kekin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametre değerlerinde artış meydana geldiğine dikkat çekmişlerdir. Bu duruma

benzer olarak, çalışmamızda, % 60 YMIU ikame oranında kadar sertlik sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak önemsizken % 60 ve % 80 YMIU ikamesiyle bu değerler önemli şekilde artış göstermiştir.

4.2.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite

Fenolik bileşikler gıdaların renginden sorumlu olan flavonoidler ve gıdanın tat, koku ve aromasından sorumlu olan fenolik asitler olmak üzere iki ana gruptan oluşan ve binlerce çeşide sahip sekonder metabolitlerdir [96].

Antioksidatif özelliğe sahip olan flavonoidler gıdalarda en yaygın olarak bulunan polifenollerdir. Fenolik bileşikler sahip oldukları antioksidatif ve antimikrobiyal özellikler sayesinde kanser, kalp ve akciğer hastalıkları oluşma riskini azaltma [97, 99, 100, 101] gibi insan sağlığı üzerine sağladığı önemli fizyolojik etkilerinden dolayı fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak önem kazanmışlardır [96].

Hava kirliliği, sigara dumanı, güneş ışınları, egzoz gazlarının yanı sıra kızartılmış yiyecekler, kahve ve yanmış şeker ayrıca bazal metabolizma enerjimizin sağlanması sırasında ortaya çıkan ısı, metabolizmamızda oksidatif hasarlara neden olan oksidan (serbest radikaller) madde kaynaklarını oluşturmaktadır.

Antioksidan maddeler vücudumuzda oluşan ya da maruz kalınan, hücrede yağ, protein ve nükleik asitlere zarar vererek fizyolojik ve patolojik anormalliklere yol açan [98] serbest radikallerin aktivitesini durdurarak oksidasyonun neden olacağı hasarı önleyen yaşlanma karşıtı [97, 99, 100, 101] bileşikler ya da takım halinde çalışan sistemler olarak bilinmektedir.

Önemli doğal antioksidan kaynakları bitkiler, bazı hayvansal ürünler (peptitler, aminoasitler ve karotenoidler) ve enzimlerdir (glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz ve katalaz). Meyve ve sebzelerde bulunan doğal antioksidanların başlıcaları ise vitaminler (C ve E vitamini), mineraller, fenolik bileşikler ve karotenoidlerdir. [97, 103, 104, 105].

Fenolik maddelerin ve antioksidanların doğal bir kaynağı olan meyve tüketiminin obezite ve diyabet gibi kronik hastalıkların oluşma riskini azalttığı bilinmektedir [106].

Çalışmada kekin fonksiyonel özelliğinin geliştirilmesi için un materyali olarak kullanılan ve glutensiz olduğu bilinen yeşil muz meyvesi [4, 41, 60, 104, 107, 108, 109, 110, 111] ve ununun da [29, 112, 113] antioksidan maddelerin doğal ve ekonomik bir kaynağı olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir.

Farklı oranlarda yeşil muz iç unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait toplam fenolik madde miktarları, DPPH radikali giderme aktiviteleri ve FRAP değerleri Tablo 4.11.'de verilmiştir. Glutensiz kek ekstraktlarının toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri artan YMİU ikame oranıyla artış göstermiştir.

Tablo 4.11. incelendiğinde, % 20 ve % 40 YMİU ikame oranlarının glutensiz keklerin toplam fenolik madde içeriklerini istatistiksel olarak etkilemedikleri, % 60 (0.022 mg GAE/g KM) ve % 80 YMİU ikame oranlarının (0.024 mg GAE/g KM) ise fenolik madde miktarını artırma etkilerinin benzer ve bu miktarların kontrol grubu kek ekstraktlarının fenolik madde miktarından (0.015 mg GAE/g KM) istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.11. Kontrol ve Yeşil Muz İçi Unlu Glutensiz Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarları, DPPH Radikali Giderme Aktivitesi ve FRAP Değerleri

Kek örneği	Toplam fenolik madde (mg GAE/g KM)	DPPH radikali giderme aktivitesi (mg Troloks/g KM)	FRAP değeri (mM Fe (II)/g KM)
Kontrol	0.015 ^b	0.357 ^d	1.63 ^d
%20 YMİU	0.017 ^b	0.665 ^{dc}	2.08 ^c
%40 YMİU	0.018 ^b	0.858 ^{bc}	2.43 ^{bc}
%60 YMİU	0.022 ^a	1.119 ^{ab}	2.72 ^b
%80 YMİU	0.024 ^a	1.374 ^a	3.44 ^a
SD*	0.0021	0.22	0.22
P-değeri	0.0029	0.0019	<.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Diğer yandan, YMİU ilaveli glutensiz keklerin DPPH Serbest Radikalini Giderme Aktivesi yöntemi ile tespit edilen toplam antioksidan madde miktarı incelendiğinde, YMİU ikame oranı arttıkça antioksidan madde miktarının arttığı en yüksek antioksidan madde içeriğine % 80 YMİU ikamesiyle üretilen kekin ekstraktlarında (1.374 mg Troloks/g KM) rastlandığı belirlenmiştir. Pirinç ununun %60 ve %80 YMİU ile ikame edildiği kek örneklerine ait ekstraktların antioksidan aktivitesi kontrol grubu kek örneğinkinden istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek olarak saptanmıştır.

YMİU ikamesi ile üretilen glutensiz kek ekstraktlarının demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP) incelendiğinde, en düşük FRAP değeri kontrol grubu kek örneklerinde (1.63 mM Fe (II)/g KM) , en yüksek FRAP değeri ise %80 YMİU kullanılan kek örneklerinde (3.44 mM Fe (II)/g KM) elde edilmiştir.

Kek üretiminde, en düşük ikame oranı (% 20 YMİU) ile üretilen kek örneğinin dahi FRAP değeri (2.08 mM Fe (II)/g KM) kontrol grubu kek örnekleri FRAP değerlerinden istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek bulunmuştur.

YMİU ikamesinin glutensiz keklerin toplam fenolik madde miktarı üzerine ($p<0.01$), DPPH radikali giderme aktivitesi üzerine ($p<0.01$) ve FRAP değeri üzerine etkisi ($p<0.0001$) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Ho ve ark., 2013 [85] buğday ununa % 10 oranında muz iç unu ikamesi ve de aynı oranda muz iç unu içeren ekmeklere %0.8 (un ağırlığı bazında) ksantan gam ya da sodyum karboksimetilselüloz hidrokolloidlerinin ilavesi ile ürettikleri ekmeklerin fizikokimyasal karakteristiklerini incelemiştir. % 10 oranında muz iç unu ilavesi ile üretilen tüm ekmeklerin toplam fenolikleri (2.04 mg GAE/g örnek) ve antioksidan özelliklerinin (0.002 mmol TEAC/g örnek, 0.008 mmol Fe (II)/ g örnek) ,hidrokolloid ilave edilmiş ekmeklerin ve sadece buğday unu içeren kontrol grubu ekmeklerinin toplam fenolikleri (1.39 mg GAE/g örnek) ve antioksidan özelliklerinden (0.001 mmol TEAC/g örnek, 0.006 mmol Fe (II)/g örnek) çok daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Choo ve ark., 2010 [2], besinsel ve duysal özelliklerini belirlemek amacıyla kontrol grubu (%100 buğday unu) dahil buğday unu ve % 30 muz unu; buğday unu ve %10 β -glukan; buğday unu % 30 muz unu ve % 10 β -glukan ilavesi ile hazırlanan 4 farklı grup erişte üretmişlerdir. Eriştelerin antioksidan özelliklerini toplam fenolik madde ve peroksidasyon inhibisyonu (%) bakımından incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, toplam fenolik madde miktarı % 30 muz unlu erişte örneklerinde (0.9 mg GAE/ g ekstrakt) diğer örneklerdeki miktarlardan önemli şekilde yüksek bulunmuştur. En yüksek peroksidasyon inhibisyon (%) oranı, muz unu ve β -glukanı bir arada içeren eriştelerde (% 60.4) daha sonra ise % 30 muz unu içeren eriştelerde (% 52.7) elde edilmiş ve bu değerlerin kontrol grubu eriştenin inhibisyon değerlerinden (% 17.7) önemli şekilde yüksek olduğunu saptanmıştır. Daha önceki çalışmalar [85, 2] benzer şekilde muz unu ilavesinin son ürünün (ekmek, erişte vb.) fenolik ve antioksidan özelliklerini güçlendirdiğini destekler niteliktedir.

4.2.7. Duyusal Değerlendirme

Duyusal özellikler, insan duyuları tarafından belirlenen, tüketicinin bir gıdayı kabul veya reddetmesine yol açan özelliklerdir. Günlük hayatta son tüketici için gıda kalitesi genellikle duysal kalitedir [114].

Bir gıda maddesinin tüketici tarafından ilk izlenimini duysal özellikler olan, görünüş, doku ve lezzet oluşturmaktadır. Gıda örneğinin ilk kalite kontrolü gıdanın görünüş özelliklerinden olan rengine bakılarak yapılmaktadır, renk tüketicide olumlu bir etki bırakmadığı takdirde diğer özellikleri ne kadar iyi olursa olsun o gıda duysal değerlendirmede kötü puan almaktadır.

Gıdanın tüketici tarafından değerlendirilmesinde ilk etkiyi oluşturan ve ürünü satın alma, hazırlama, tüketme kararını etkileyen en önemli kalite özelliği görünüşdür. Parmak hissi (sertlik, yumuşaklık ve sululuk) ve tat sonrası izlenim (çiğnenebilirlik liflilik, tanelilik ve pürüklülük, unluluk, yapışkanlık ve yağlılık) görünüşten sonra algılanan dokusal özelliklerdir. Lezzet, tat ve koku algılarının bir arada yarattığı etkiyi ifade etmektedir [115].

Yeşil muz unlu glutensiz keklerin tüketici kabulünü belirlemek amacıyla duyusal değerlendirme, panelistler tarafından 7 puanlı Hedonik Skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Panelistlerden, değerlendirme öncesinde yapılan test parametrelerinin açıklanması doğrultusunda, keklere ait kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, sertlik, çiğnenebilirlik, tat sonrası izlenim ve genel beğeni parametrelerini 1-7 puan arasında değerlendirmeleri (1=hiç beğenmedim, 2=beğenmedim, 3=biraz beğenmedim, 4=ne beğendim ne beğenmedim, 5=biraz beğendim, 6=beğendim ve 7=çok beğendim) istenmiştir. Genel beğeni parametresi ortalama puanı 4.00'ın üzerinde olan kekler duyusal açıdan kabul edilebilir olarak nitelendirilmiştir.

Farklı oranlarda yeşil muz iç unu ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin duyusal değerlendirme parametrelerinin ortalama sonuç değerleri Tablo 4.12.'de verilmiştir. YMIU ikame oranındaki artış, kek örneklerinin kabuk rengi ve kekin iç rengi kabul edilebilirliklerini olumsuz yönde etkilemiştir.

YMIU'nun keklerde kabuk rengi %40 (5.88), iç renk %20 (5.93), koku % 20 (5.56), lezzet % 20 (5.68), sertlik % 20 (5.83), çiğnenebilirlik % 20 (5.62), tat sonrası izlenim % 20 (5.64) ve genel beğeni için % 20 (5.68) ikamesiyle üretilen keklerin, söz konusu parametreler bakımından en çok kabul gören örnekler olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.12. Duyusal Değerlendirme Analizi İle Elde Edilen Kabuk Rengi, İç Rengi, Koku, Lezzet, Sertlik, Çiğnenebilirlik, Tat Sonrası İzlenim ve Genel Beğeni Değerleri

Kek Örneği	Kabuk rengi	İç Renk	Koku	Lezzet	Sertlik	Çiğnenebilirlik	Tat Sonrası İzlenim	Genel Beğeni
%20 YMIÜ	5.78 ^a	5.93 ^a	5.56 ^a	5.68 ^a	5.83 ^a	5.62 ^a	5.64 ^a	5.68 ^a
%40 YMIÜ	5.88 ^a	5.66 ^{ab}	5.37 ^a	5.54 ^{ab}	5.53 ^{ab}	5.59 ^a	5.62 ^a	5.60 ^a
%60 YMIÜ	5.53 ^{ab}	5.29 ^b	5.09 ^a	5.15 ^b	5.04 ^{bc}	5.19 ^{ab}	5.28 ^a	5.25 ^a
%80 YMIÜ	5.10 ^b	4.74 ^c	4.63 ^b	4.58 ^c	4.35 ^c	4.69 ^b	4.55 ^b	4.5 ^{4b}
SD*	0.27	0.21	0.24	0.242	0.36	0.45	0.24	0.30
P-değeri	0.0339	0.0007	0.0079	0.0026	0.0052	0.1110	0.0018	0.0073

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

YMIÜ ikamesi belli bir orana kadar (% 60) kekin koku, tat sonrası izlenim ve genel beğeni puanlarını etkilemezken % 80 YMIÜ ikamesi, bahsi geçen duyusal parametre puanlarının istatistiksel olarak azalmasına sebep olmuştur.

Duyusal değerlendirmede, keklere ait sertlik puanı % 40 YMIÜ ikamesi ile, gıda maddelerini yutmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme sayısı ve süresi olarak ifade edilen çiğnenebilirlik puanı ise % 60 ve üzeri YMIÜ ikamesi ile azalma göstermiştir.

%20 YMIÜ ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin kabuk rengi, koku, çiğnenebilirlik, tat sonrası izlenim ve genel beğeni parametre puanlarının, %40 YMIÜ ikamesiyle üretilen keklerin söz konusu parametre puanları ile istatistiksel olarak benzer; %20 YMIÜ ikameli keklerin iç renk, lezzet ve sertlik parametrelerine ait puanların ise %40 ve diğer keklerin söz konusu parametre puanlarından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

% 20 ,% 40 ve % 60 YMIU ikamesiyle üretilen keklerin genel beğeni puanı yüksek (sırasıyla 5.68, 5.60 ve 5.25) ve her üç kullanım oranının genel beğeni üzerine etkisinin istatistiksel açıdan aynı olduğu tespit edilmiştir. % 80 YMIU ikameli keklerin genel beğeni puanı diğer keklerden istatistiksel açıdan farklı ve daha düşüktür.

Duyusal değerlendirme sonuç değerleri her bir parametre göz önünde bulunarak incelendiğinde, %80 YMIU ikameli kekler diğer keklerden istatistiksel açıdan daha az kabul görmelerine rağmen 4.35-5.10 puan aralığında olması nedeniyle panelistlerin beğenmeme durumunun söz konusu olmadığı ancak 'biraz beğenme' konusunda kararsız kaldıkları görülmektedir.

Bhaduri ve ark., 2012 [95] çalışmalarında, pirinç ununa % 25, % 50, % 75 ve % 100 oranlarında muz unu ikameli glutensiz kekler üreterek, muz unu ikamesinin kekin fiziksel, tekstürel ve duyusal karakteristikleri üzerine etkilerini incelemiştir. 79 panelistin katılımıyla gerçekleştirilen duyusal değerlendirmede, en beğenilen kek % 25 muz unu ikameli kek olup, kontrol ve % 50 muz unu ikameli keklerin genel beğeni parametre değerindeki farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu bildirilmiştir ($p<0.05$).

Ho ve ark., 2013 [85] buğday ununa % 10 oranında muz iç unu ikamesi ve de aynı oranda muz iç unu içeren ekmeklere % 0.8 (un ağırlığı bazında) ksantan gam ya da sodyum karboksimetilselüloz hidrokolloidlerinin ilavesiyle ürettikleri ekmekleri duyusal değerlendirmeye tabi tutmuşlardır. Çalışmada, muz unlu ekmeklerin renk, koku, yumuşaklık, sakızimsılık, lezzet ve genel beğeni duyusal parametreleri 7 puanlı hedonik skala kullanılarak 30 yarı-eğitilmiş panelist tarafından değerlendirilmiştir. Muz içi ununun % 10 oranında ikamesinin, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, ekmeğin rengi dışındaki hiç bir duyusal özelliğini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Zandonadi ve ark., 2012 [54] tam-buğday unlu makarna (kontrol grubu) ve buna alternatif olarak, formülasyonda % 47 ticari yeşil muz içi unu içeren glutensiz makarna üretmişlerdir. Makarnaların görünüş, koku, lezzet, doku ve genel kaliteden oluşan duyuşal parametreleri, 9 puanlı hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubu makarnalar eğitimsiz 50 panelist, yeşil muz unlu makarnalar ise yine 50 panelist ve ek olarak çölyak hastası olan 25 panelist tarafından duyuşal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Çölyaklı bireylerin duyuşal değerlendirmesi sırasında, yeşil muz unu içeren makarnaların kabul edilebilirliğinin çölyaklı olmayan bireyler tarafından kabul edilebilirliğinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yeşil muz unlu makarna, koku, lezzet, doku ve genel kalite parametreleri bakımından kontrol grubundan daha kabul edilebilir olduğunu tespit etmişlerdir [54].

Yeşil muz unu ikameli glutensiz keklerin duyuşal değerlendirme sonuçları doğrultusunda, yeşil muz unu kullanımıyla üretilen keklerin yanı sıra ekmek ve makarna gibi farklı ürünlerin, çölyaklı ve çölyak hastası olmayan bireyler için ticarileştirilebilme potansiyelinin bulunduğu öngörülmektedir.

4.3. Yeşil Muz Kabuk Unu İlave Edilmiş Glutensiz Keklere Ait Analiz Sonuçları

4.3.1. Kimyasal Bileşim

Farklı oranlarda yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklerin kimyasal bileşimi Tablo 4.13.'te verilmiştir.

Üretilen glutensiz kekin nem miktarları üzerine YMKU ikamesinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). YMKU ikamesi ile kül miktarlarının kuru maddede %1.58 ile %1.94 arasında değiştiiği ve bu değerlerin kontrol grubu kek örneğinin kül miktarından (%1.40) istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.0001$).

Keklerde kül miktarındaki artış, formülasyonda pirinç ununa artan oranlarda ikame edilen yeşil muz kabukunun kül miktarının (% 1.22) pirinç unu kül miktarından

(% 0.16) daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yeşil muz unu kalsiyum, magnezyum, fosfor özellikle potasyum gibi temel mineralleri yüksek miktarda içirdiğinden kül miktarı yüksek bir undur [2].

YMKU ikameli keklerin protein miktarı kontrol grubu kek örneğinden istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durum, formülasyonda kullanılan pirinç unu protein miktarının (% 9.79) YMKU protein miktarından (% 11.16) daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.13.'te yağ analiz sonuçları incelendiğinde, YMKU ikamesinin glutensiz keklerin yağ miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizken ($p>0.05$) %20 YMKU ikamesi ile üretilen keklerin yağ miktarı (% 17.71) kontrol grubu kek örneğinin yağ miktarından (% 16,42) istatistiksel olarak farklı ve yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.13. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Kimyasal Bileşimi

Kek Örneği	Nem (%)	Kül (KM'de %)	Yağ (KM'de %)	Protein (KM'de %)	Karbonhidrat (KM'de %)
Kontrol	18,64 ^a	1,40 ^d	16,42 ^b	7.69 ^b	74.49 ^a
%5 YMKU	18,77 ^a	1,58 ^c	17,15 ^{ab}	7.93 ^a	73.34 ^b
%10 YMKU	19,00 ^a	1,74 ^b	17,49 ^{ab}	8.00 ^a	72.77 ^c
%15 YMKU	18,38 ^a	1,84 ^{ab}	16,97 ^{ab}	8.05 ^a	73.14 ^d
%20 YMKU	18,23 ^a	1,94 ^a	17,71 ^a	7.96 ^a	72.39 ^e
SD*	1.22	0.06	0.56	0.099	0.00
P-değeri	0.9391	<0.0001	0.1280	0.0113	<0.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Muz ununun yağ tutma kapasitesi (YTK) önemli bir fonksiyonel özelliğidir.[50, 116] Alkarkhi ve ark., 2011 [50], yeşil muz kabuk unu YTK değerini 0.80-1.03 g yağ/g KM, Rodriguez ve ark. 2008 [116] ise lifçe-zengin muz tozunun YTK değerini 2.2 g yağ/KM) olarak bildirmişlerdir. YMKU ikame miktarının artmasıyla kek yağ miktarında meydana gelen artışın, son üründe yağı tutacak olan lif miktarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.2. Su Aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliği

Farklı oranlarda yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait su aktivitesi (a_w), pH ve titrasyona asitliği (g malik asit/100g) değerleri Tablo 4.14.'te verilmiştir.

YMKU ikamesinin keklerin pH değerini etkilemediği ($p>0.05$) ancak su aktivitesi ve titre edilebilir asitlik değeri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). YMKU ikamesi ile keklerin su aktivitesi ve titre edilebilir asitlik değerleri artış göstermiştir.

Tablo 4.14. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Su Aktivitesi (a_w), pH ve Titrasyon Asitliği (g Malik Asit/100 g) Değerleri

Kek Örneği	Su aktivitesi (a_w)	pH	Titre edilebilir asitlik (g malik asit/100g)
Kontrol	0,798 ^b	6,45 ^a	0,10 ^d
% 5 YMKU	0,807 ^b	5,56 ^a	0,16 ^c
% 10 YMKU	0,820 ^{ab}	5,38 ^a	0,17 ^{bc}
% 15 YMKU	0,829 ^a	5,28 ^a	0,21 ^b
% 20 YMKU	0,831 ^a	5,26 ^a	0,25 ^a
SD*	0.01	0.66	0.02
P-değeri	0.0229	0.2307	<.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

4.3.3. Fiziksel Analizler

Kekler fırından çıktıktan sonra yapılan fiziksel analiz sonuçlarına göre yeşil muz kabuk unu kullanımının kek hacmi, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kaybı üzerine etkisinin genel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Farklı oranlarda yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait hacim, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kaybı değerleri Tablo 4.15.'te verilmiştir

YMKU ikamesi ile üretilen keklerin hacimlerinin 831.44-1034.11 mL, spesifik hacimlerinin 1.91-2.41 cm³/g, yoğunluklarının 0.41-0.52 g/cm³, yüksekliklerinin 4.36-5.77 cm ve pişme kayıplarının % 17.85-16.38 arasında değiştiği saptanmıştır.

% 5 YMKU ikamesi ile üretilen keklerin hacim (1034.11 mL), spesifik hacim (2.41 cm³/g) ve yoğunluk (0.41 g/cm³) değerleri YMKU kullanılmayan kontrol kekının hacim (1002.11 mL), spesifik hacim (2.35 cm³/g) ve yoğunluk (0.43 g/cm³) değerleri karşılaştırıldığında, % 5 YMKU ikamesinin söz konusu değerler üzerinde, farklılığa sebep olmadığı belirlenmiştir.

Glutensiz keklerin hacimlerine bakıldığında, %5 ve %10 YMKU ikameli keklerin kontrol kek örneği ile istatistiksel olarak aynı olduğu, %15 ve %20 YMKU ikame oranlarında ise hacmin azaldığı ve bu keklerin istatistiksel olarak kontrolden farklı olduğu saptanmıştır.

Glutensiz keklerin hacimlerine benzer şekilde, % 5 ve % 10 YMKU ikamesinin keklerin ağırlık başına kek hacmi olarak ifade edilen spesifik hacimlerinde de olumsuz bir etki yaratmamış olup bu keklerin spesifik hacimleri istatistiksel olarak kontrolden farklı değildir. % 15 ve % 20 YMKU ikame oranlarında spesifik hacim belirgin şekilde azalmış ve kekler istatistiksel olarak kontrolden farklı olarak belirlenmiştir.

Birim kek hacminin ağırlığı olarak ifade edilen kek yoğunluğu artan YMKU oranı ile artış göstermiştir. Keklerin hacim ve spesifik hacim değerlerine benzer şekilde % 5 ve % 10 YMKU ikame edilen keklerin yoğunluğu kontrol kekinden istatistiksel açıdan farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Gerçekte kek hacim, spesifik hacim ve yoğunluğu, hamur viskozitesi ile yakından ilişkilidir. Pişme sırasında kabartma tozu tarafından üretilen havanın ve hamur karıştırma sırasında dışardan katılan havanın tutulabilmesi için hamur viskozitesinin uygun olması gerekmektedir [128]. Bu nedenle, düşük oranda lif kullanıldığında hamur viskozitesinde meydana gelen küçük bir artış, gaz tutulmasına

yardım ederek kek hacmini artırmıştır. Lif yüksek oranda kullanıldığında ise, hamur viskozitesi artmış bu durum genişlemeyi engelleyerek ve kek hacminde azalmaya neden olmuştur [129]. Bu duruma benzer şekilde, yüksek ikame oranları (% 15 ve %20 YMKU) ile üretilen keklerin hacim ve spesifik hacimleri azalırken, yoğunlukları önemli şekilde artmış ve istatistiksel açıdan kontrolden daha düşük oldukları belirlenmiştir ($p < 0.05$). YMKU ikame oranlarının artmasıyla hacim ve spesifik hacimde meydana gelen azalma kek yoğunluğunda artışa neden olmuştur.

Gomez ve ark., 2010 [129] buğday ununa % 12, % 24 ve % 36 oranlarında buğday kepeği, yulaf kepeği ve selüloz ikameleri ile lifçe zenginleştirilmiş kek üretimi gerçekleştirmiştir. Çalışmada, buğday unu içeren kontrol grubu kek örneği (508.0 mL, 2.74 cm³/g) ile karşılaştırıldığında, farklı lif kaynağının belli bir ikame oranına kadar kek hacim ve spesifik hacimlerini arttırdığı ancak %36 ikame oranında üretilen kekin hacim (569.1 mL) ve spesifik hacim (3.10 cm³/g) değerinin kontrol kekinden yüksek ancak % 12 (615.4 mL, 3.35 cm³/g ve % 24 (626.2 mL, 3.40 cm³/g) ikame oranlarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Meyve ve sebze atıklarının buğday unlu kek üretiminde değerlendirildiği bir çalışmada, diyet lif kaynağı olarak portakal atığı, havuç posası, portakal ve yeşil bezelye kabuğundan elde edilen 500-600 µm boyutundaki lif tozları kullanılmıştır [122]. Çalışmada farklı lif tozları buğday ununa % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında ikame edilmiş ve tüm keklerin hacim ve spesifik hacimleri kontrol kekinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, diyet lifi ikame oranlarında artışa gidilmesi, hacim ve spesifik hacimlerde artış eğilimine sebep olmuştur. Kontrol keki hacim (1084.93 mL) ve spesifik hacmi (2.38 cm³/g) ile karşılaştırıldığında en yüksek hacim (1481.28 mL) ve spesifik hacim (3.21 cm³/g) % 20 portakal atığı posası ikamesi ile elde edilmiştir. Bunu, yeşil bezelye kabuğu lifi (1391.24 mL), havuç posası lifi (1357.42 mL) ve patates kabuğu liflerinin (1286.59 mL) % 20 ikame oranları ile üretilen kek hacimleri izlemiştir. Aynı çalışmada, lif kaynakları arasında toplam diyet lif içeriği (% 73.25) ve çözünmez lif içeriği (% 53.39) en yüksek olan patates kabuğu lifi ile üretilen keklerin hacim ve spesifik hacimleri kontrol kekinden yüksek ancak diğer liflerin kullanıldığı keklerden daha düşük bulunmuştur [122].

Ancak, çalışmamızda lif kaynağı olarak kullanılan YMKU'nun ikame oranında artışa gidilmesiyle kek hacim ve spesifik hacminde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, farklı kek formülasyonu, farklı boyut ve çeşitte lif kaynağı kullanımını ile ilgili olabilir.

YMKU ikame edilen glutensiz keklerin yükseklikleri incelendiğinde, en yüksek kek yüksekliğinin %5 YMKU ikameli keklerde elde edildiği tespit edilmiştir. %5 YMKU ikameli kekler kontrol keki yüksekliğinden fazla ve istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$). Kontrol grubu kek örneği ortalama yükseklik değeri (5.32 cm) ve %10 YMKU ikamesi ile üretilen keklerin ortalama yükseklik değerinin (5.44 cm) istatistiksel olarak benzer olduğu ve %10 YMKU ikame oranından sonra ikame oranının artmasıyla ortalama yükseklik değerinin azaldığı saptanmıştır.

Kek örneklerinin diğer fiziksel özelliklerine benzer şekilde pişme kaybı %5 ve %10 YMKU ilave edilen keklerde istatistiksel açıdan kontrol keki ile aynı iken %15 ve %20 ikame oranlarında azalma göstermiş olup istatistiksel açıdan kontrolden farklıdır. En düşük pişme kaybı değeri % 20 YMKU ikamesi ile üretilen keklerde (%16.38), en yüksek pişme kaybı değeri ise kontrol grubu kek örneklerinde (%18.14) elde edilmiştir. Yeşil muz ununda bulunan yüksek su bağlama kapasitesine sahip bileşenler, özellikle çözünmez lifler (lignin, selüloz, hemiselüloz vb.), formülasyonda bulunan diğer bileşenlerdeki suyun çekilmesini direkt olarak etkilemektedir [63]. Yeşil muz ununun yüksek ikame oranlarında kullanımı, ürün formülasyonunda bulunan diğer bileşenlerden fazla miktarda su çekilmesine ve bu durum hamur karışımı ve hacim, sertlik, renk gibi son ürün kalite özelliklerini olumsuz yönde etkilemesine sebep olmaktadır [63]. Tablo 4.15. incelendiğinde, YMKU'nun en yüksek ikame oranlarında (% 15 ve % 20) kullanıldığında kek hacim, spesifik hacim ve yüksekliğinde meydana gelen azalma bu durum ile açıklanabilir. YMKU ikame oranının artmasıyla pişme kaybında meydana gelen azalmanın ise yeşil muz kabuk ununun fonksiyonel bir özelliği olan su tuma kapasitesinden (4.91-5.88 g su/ g KM) [50] kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.15. Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Bazı Fiziksel Özellikleri

Kek Örneği	Hacim (mL)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Yoğunluk (g/cm ³)	Yükseklik (cm)	Pişme kaybı (%)
Kontrol	1002.11 ^a	2.35 ^a	0.43 ^c	5.32 ^b	18.14 ^a
%5 YMKU	1034.11 ^a	2.41 ^a	0.41 ^c	5.77 ^a	17.85 ^{ab}
%10 YMKU	985.11 ^{ab}	2.29 ^{ab}	0.44 ^{bc}	5.44 ^b	17.49 ^{ab}
%15 YMKU	906.44 ^{bc}	2.10 ^{bc}	0.48 ^b	4.74 ^c	17.02 ^{bc}
%20 YMKU	831.44 ^c	1.91 ^c	0.52 ^a	4.36 ^d	16.38 ^c
SD*	48.58	0.11	0.02	1.57	0.50
P-değeri	0.0029	0.0017	0.0012	<0.0001	0.0116

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında p<0.05 güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

4.3.4. Renk Analizi

Farklı oranlarda yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklerin kabuk ve iç kısımlarına ait CIE L^* , a^* ve b^* değerleri Tablo 4.16.'te verilmiştir.

Tablo 4.16. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuk Unlu Glutensiz Keklerin Kabuk ve İç Kısımlarına Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri

Kek Örneği	Kabuk Rengi			İç Renk		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Kontrol	51.95 ^a	17.03 ^a	33.14 ^a	81.23 ^a	6.06 ^a	29.20 ^a
%5 YMKU	45.03 ^b	11.86 ^b	25.18 ^b	44.13 ^b	6.05 ^a	19.30 ^b
%10 YMKU	41.15 ^c	9.95 ^c	20.98 ^c	35.96 ^c	5.98 ^a	17.43 ^c
%15 YMKU	38.76 ^{dc}	9.12 ^d	18.31 ^d	33.46 ^d	5.97 ^a	16.83 ^{dc}
%20 YMKU	35.65 ^c	8.65 ^d	15.45 ^e	31.66 ^e	5.02 ^b	16.23 ^d
SD*	1.73	0.42	0.94	0.57	0.31	0.57
P-değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0091	<.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında p<0.05 güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

YMKU ikamesinin gerek kek kabuğunun gerekse kek içinin aydınlık (L^*), sarılık (b^*) ve kırmızılık (a^*) değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli

bulunmuştur ($p<0.0001$). Kontrol grubu kek örneği ile karşılaştırıldığında, kekin kabuk ve iç renginin aydınlık, kırmızılık ve sarılık değerlerinin YMKU ilave edilmiş keklerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Pirinç ununun YMKU ile ikamesinin glutensiz kekin rengi üzerine etkisi incelendiğinde, kek kabuğunun aydınlık değerinde %10 ve kırmızılık değerinde %15 YMKU ikame oranına kadar azalma görülürken, aydınlık değeri üzerine %10, %15 ve %20 YMKU ikame oranlarının etkisi, kırmızılık değeri üzerine ise %15 ve %20 YMKU ikame oranlarının etkisinin istatistiksel olarak benzer olduğu bulunmuştur.

Artan YMKU ikamesi, kek kabuğunun sarılık değeri ve kek içinin ise aydınlık değerlerinde ciddi şekilde azalmaya sebep olurken bu azalma istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.0001$). Kek kabuğu renginde en yüksek sarılık değeri (33.14) ve kek içi renginde en yüksek aydınlık değeri (81.23) kontrol grubu kek örneğinde elde edilmiştir. Söz konusu değerler, % 20 YMKU ikamesi ile üretilen keklerde en düşük değerlerine ($b^*=15.45$ ve $L^*=31.66$) ulaşmıştır.

Glutensiz un materyeli olarak amarant ve kinoa unlarının pirinç ununa ayrı ayrı ikameleri ile üretilen glutensiz ekmeklerin iç kısmına ait aydınlık değerlerinin (75.25, 73.43) kontrol grubu ekmeğinden (79.00) daha düşük olduğu bildirilmiştir [26].

Al-Sayed ve ark., 2013 [127] doğal bir antioksidan madde ve diyet lif kaynağı olan kavun ve karpuz meyveleri kabuk unlarının buğday unu yerine % 2.5, % 5 ve % 7.5 oranlarında kullanımı ile kek üretimi gerçekleştirmiştir. Kontrol grubu kek örneği ile karşılaştırıldığında, kavun ve karpuz ikame oranı arttıkça kek kabuğunun aydınlık değerlerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. YMKU ikamesinin kek içi aydınlık ve sarılığı üzerine etkisine benzer olarak, kontrol keki ile karşılaştırıldığında, kekte pirinç ununun karpuz kabuğu unu ile ikamesinin kek içinin aydınlık (76.12-67.54) ve sarılık (28.18-26.10) değerlerinde ve kavun unu ile ikamesinin yine kek içinin aydınlık (76.12-68.31) ve sarılık (28.18-26.55) değerlerinde azalmaya sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda kontrol grubu kek örneği (6.06) ile karşılaştırıldığında, %20 YMKU ikame oranına kadar kekin iç kısmına ait kırmızılık değerinde meydana gelen azalma istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, bu değer %20 YMKU oranlı kek (5.02) önemli şekilde azaldığı saptanmıştır. Kek içi renginin sarılık değeri ise YMKU ikame oranı arttıkça azalmış ancak %10 ve %15 YMKU ikame oranlarının ve yine %15 ve %20 YMKU ikame oranlarının kek içi renginin sarılık değeri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak benzer olduğu bulunmuştur.

4.3.5. Doku Profil Analizi

Yeşil muz ununda bol miktarda bulunan toplam diyet lif (56.24 g/100 g KM) [41], kekin tekstürel özelliklerini etkileyen en önemli bileşenlerdendir. Bitkide polisakaritlerin hücre duvarında bulunan lifler, çözünür (pektin, gamlar vb.) ve çözünmez (lignin, selüloz, bazı hemiselülozlar vb.) olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Yeşil muz kabukunun hemiselüloz (%8) ve pektin polisakaritlerini yüksek oranda içeren bir doğal lif kaynağı olduğu bilinmektedir [119] Yine çözünmez liflerden olan lignince (%8.8) zengindir.

Çözünür (inülin ve guar gum) ve çözünmez diyet liflerini (yulaf lifi) pirinç unlu glutensiz kek üretiminde kullanan Gularte ve ark., 2012 [19] lif kullanımının kek sertliğini artırırken yapışkanlık ve geri dönme oranı değerlerini azalttıklarını bildirmiştir.

Sharoba ve ark. 2013 [122] kek üretiminde lif kaynağı olarak meyve ve sebzelerin posası ve kabuklarından elde ettikleri lif tozlarını % 5, % 10, % 15 ve % 20 ikame oranlarında kullanmışlar ve keklerin sertlik özelliklerini incelemişlerdir. Patates kabuğundan elde edilen lif tozu ikame oranının artması, keklerin sertlik (8.90-14.63 N), sakızimsılık (2.89-3.62) ve çiğnenebilirlik (2.96-3.24) değerlerinde artışa sebep olurken elastikiyet (0.74-0.36), geri dönme oranı (0.697-0.197) ve bütünlüğünde (0.68-0.17) azalmaya sebep olmuştur. Patates kabuğu ilavesi ile kekin tekstürel özellikleri olumsuz yönde etkilemiş, daha sert, daha kolay dağılılabilen ancak çiğneme süresi daha uzun olan düşük elastikiyetli kekler üretilmiştir. Diğer lif kaynaklarının (portakal atığı, yeşil bezelye kabuğu havuç posası) söz konusu tekstür parametreleri üzerine etkisi benzer olmuştur.

Çalışmamızda da, lif kaynağı olarak YMKU kullanımının pirinç unlu glutensiz keklerin sertlik değerlerinde artışa, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık (bütünlük) ve geri dönme oranı değerlerinde ise azalmaya sebep olduğu saptanmıştır.

Farklı oranlarda yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait Doku Profil Analiz sonuç değerleri Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.17. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları

Kek Örneği	Sertlik (g)	Dış yapışkanlık (g.s)	Bütünlük	Elastikiyet
Kontrol	257.76 ^d	-2.34 ^a	0.71 ^a	0.88 ^b
%5 YMKU	286.72 ^d	-1.37 ^c	0.72 ^a	0.94 ^a
%10 YMKU	439.49 ^c	-1.15 ^c	0.69 ^a	0.93 ^a
%15 YMKU	649.41 ^b	-1.94 ^b	0.63 ^b	0.88 ^b
%20 YMKU	1027.20 ^a	-1.85 ^b	0.61 ^b	0.90 ^a
SD*	30.28	0.18	0.01	0.02
P-değeri	<.0001	<.0001	0.0001	0.0466

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Tablo 4.18. Kontrol ve Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Doku Profil Analizi (TPA) Sonuçları

Kek Örneği	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik	Geri Dönme Oranı
Kontrol	181.09 ^d	164.52 ^d	0.29 ^b
%5 YMKU	206.69 ^d	195.26 ^d	0.33 ^a
%10 YMKU	304.87 ^c	285.61 ^c	0.32 ^a
%15 YMKU	429.22 ^b	394.32 ^b	0.28 ^c
%20 YMKU	629.77 ^a	567.19 ^a	0.26 ^d
SD*	23.84	25.65	0.008
P-değeri	<.0001	<.0001	<.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekerrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Kabuk unlu glutensiz keklerin Doku Profil Analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol keki ile karşılaştırıldığında, kabuk unu kullanım oranı arttıkça kek sertlik (257.76-1027.20 g), sakızimsılık (181.09-629.77) ve çiğnenebilirlik (164.52-567.19) değerleri artarken bütünlük (0.71-0.619) değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen artış, bu parametrelerin sertlik parametresine bağlı olmasından kaynaklanmaktadır.

YMKU ikamesi ile kek dış yapışkanlığı değerinin azaldığı, % 5 (-1.37) ve % 10 (-1.15) YMKU ikame oranının bu parametre üzerine etkisi istatistiksel olarak benzer ve % 15 (-1.94) ve % 20 (-1.85) YMKU ikameli keklerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranda YMKU ikamesi kek dış yapışkanlığını olumsuz yönde etkilemiştir.

Öte yandan %5 YMKU ikameli kekin sertlik, bütünlük, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin kontrol grubu kek örneğinden istatistiksel olarak farksız olduğu tespit edilmiştir.

% 5 ve % 10 YMKU ikame oranı ile kontrol grubu kek örneğinden daha elastik ve geri dönme oranı daha yüksek olan kekler üretilirken, ikame oranının % 15'e çıkması ile söz konusu parametreleri olumsuz yönde etkilemiştir.

Kabuk ununun glutensiz keke % 5, % 10 ve % 20 oranlarında ilavesinin, kek elastikiyet değeri üzerinde benzer etki yaratırken bu keklerle ait elastikiyet değerlerinin kontrol kekinkinden daha yüksek ve istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir.

% 5 YMKU ikamesiyle üretilen keklerin sertlik, bütünlük, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kontrol grubu kek örneği ile istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Grigelmo-Miguel ve ark., 1999 [130] %32 buğday ununa % 2, % 3, % 4, % 5 ve % 10 oranlarında şeftali diyet lifi ikamesi ile kek formülasyonu geliştirmiş ve kekleri tekstürel özellikleri incelemiştir. Kontrol grubu kek örneği ile

karşılaştırıldığında, şeftali lifi ilavesiyle üretilen keklerin sertlik, sakızımsılık ve yapışkanlık değerlerin kontrolden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. % 5 şeftali lifi ikame oranlı keklerin sertlik (2.83 N) ve sakızımsılık (1.31) değerleri kontrol keki sertlik (2.73 N) ve sakızımsılık (1.30) değerleri ile istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Tüm kekler arasında en yüksek sertlik (9.90 N) , sakızımsılık (4.00) ve çiğnenebilirlik (3.35) değerleri % 10 şeftali lifi ikamesi ile üretilen keklerde elde edilmiştir. Şeftali lifi ikame oranı artışının yarattığı etkiye benzer olarak, yaklaşık % 20 oranında hemiselüloz içeren [69] YMKU ikame oranı arttıkça, kekin sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik parametreleri olumsuz yönde etkilenmiştir.

Çalışmamızda, YMKU'nun belli bir ikame oranına (%15) kadar kek bütünlüğü üzerine olumsuz etkisi yokken ikame oranının artmasıyla (% 15, % 20) kek bütünlüğü azalmıştır. Diğer çalışmada ise % 10 ikame oranına kadar kek bütünlüğü korunurken, % 10 ikame oranında bütünlük değeri azalmış, kek dağılılabirliği artmıştır [130].

4.3.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite

Yeşil muzun kateşin, epikateşin, gallokateşin, dopamin ve tanin gibi toplam fenol ve flavonoidlerin iyi bir kaynağı olduğu bilinmektedir. Yeşil muz iç ununda en yüksek miktarlarda bulunan antioksidan bileşenler gallokateşin ve dopamin olduğu bildirilmiştir [2]. Yeşil muz içi ununun yanı sıra yeşil muz kabuk unu da antioksidan bileşenlerce zengindir. Someya ve ark. 2002 [4], kabuk unu toplam fenolik madde miktarını 9.07 mg/100 g olarak bildirilmiştir.

Formülasyonda kullanılan yeşil muz kabuk unu fenolik madde miktarı (2.497 mg GAE/ g KM) 9.07 mg /100 g KM değerinden [4] daha yüksektir. Artan YMKU ikamesiyle üretilen kek ekstraktlarında antioksidan özellikler, kontrol grubu kek ekstraktından daha yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Farklı oranlarda yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait toplam fenolik madde miktarları, DPPH radikali giderme aktiviteleri ve FRAP değerleri Tablo 4.19.'de verilmiştir.

Yeşil muz kabuk unu ilaveli glutensiz kek ekstraktlarında DPPH Serbest Radikalini Giderme Aktivesi ve FRAP yöntemi ile tespit edilen toplam antioksidan madde miktarları incelendiğinde, kabuk unu ikame oranı arttıkça FRAP değerlerinde (1.84, 2.16, 2.70 ve 3.45 mM Fe (II)/g KM) meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.0001$).

En düşük YMKU ikame oranında (% 5) dahi ekstraktların DPPH radikali giderme aktivitesi (0.42 mg Troloks/g KM) kontrol grubu kek ekstraktlarından (0.19 mg Troloks/g KM) yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.0001$). Benzer şekilde kabukunun en düşük ikame oranında (% 5) dahi ekstraktların toplam fenolik madde miktarı (0.014 mg GAE/ g KM) kontrol grubu kek örneği ekstraktından (0.011 mg GAE/g KM) daha yüksek bulunmuştur. Fenolik madde miktarı (0.02 mg GAE/ g KM) en yüksek olan kekin %20 YMKU ikameli glutensiz kek olduğu tespit edilmiştir.

Rebello ve ark., 2014 [29] muz kabuğu unu ekstraktlarının yüksek toplam fenolik madde içeriğinin undaki yüksek antioksidan aktiviteden sorumlu olduğunu belirtmiştir. Muz kabuğuunun toplam fenolik madde içeriğini GAE cinsinden ve 3 farklı yöntemle (FRAP, ABTS ve ORAC) antioksidan aktivitesini tespit etmiş; toplam fenolik madde miktarı için 29.2 mg GAE/g, antioksidan aktiviteleri için sırasıyla 14.0 μ M Troloks/g, 242 μ M Troloks/g ve 436 μ M Troloks/g sonuçlarına ulaşmıştır. Muz kabuğunun biyoaktif bileşenlerin (özellikle kateşin, 3.9 μ g/g) faydalı ve ekonomik bir kaynağı olduğunu, muz kabuğu ile ilgili çalışmaların artırılması gerektiğini bildirmiştir. Tablo 4.19'dan da görüldüğü gibi YMKU ikamesi ile fenolik maddeler ve antioksidan aktivite bakımından zengin fonksiyonel özellik kazandırılmış glutensiz kekler üretilebilmiştir.

Tablo 4.19. Yeşil Muz Kabuğu Unlu Glutensiz Keklerin Toplam Fenolik Madde Miktarları, DPPH Radikali Giderme Aktivitesi ve FRAP Değerleri

Kek Örneği	Toplam fenolik madde (mg GAE/g KM)	DPPH radikali giderme aktivitesi (mg Troloks/g KM)	FRAP değeri (mM Fe (II)/g KM)
Kontrol	0.011 ^c	0.19 ^d	1.33 ^e
%5 YMKU	0.014b ^c	0.42 ^{dc}	1.84 ^d
%10 YMKU	0.015b ^c	0.54 ^c	2.16 ^c
%15 YMKU	0.018 ^{ab}	1.01 ^b	2.70 ^b
%20 YMKU	0.020 ^a	1.58 ^a	3.45 ^a
SD*	0.002	0.16	0.16
P-değeri	0.0027	<.0001	<.0001

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında p<0.05 güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

4.3.7. Duyusal Değerlendirme

YMKU ilavesiyle üretilen kekler duyusal değerlendirme sırasında, panelistler tarafından kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, sertlik, çiğnenebilirlik, tat sonrası izlenim ve genel beğeni parametreleri bakımından Hedonik Skala kullanarak 1-7 (1=hiç beğenmedim, 2=beğenmedim, 3=biraz beğenmedim, 4=ne beğendim ne beğenmedim, 5= biraz beğendim, 6= beğendim, 7=çok beğendim) puan arasında değerlendirilmiştir.

Farklı oranlarda yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait duyusal değerlendirme sonuç değerleri Tablo 4.20.'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Duyusal Değerlendirme Analizi İle Elde Edilen Kabuk Rengi, İç Rengi, Koku, Lezzet, Sertlik, Çiğnenebilirlik, Tat Sonrası İzlenim ve Genel Beğeni Değerleri

Kek Örneği	Kabuk Rengi	İç Renk	Koku	Lezzet	Sertlik	Çiğnenebilirlik	Tat Sonrası İzlenim	Genel Beğeni
%5 YMKU	5.27 ^a	5.45 ^a	5.36 ^a	5.30 ^a	5.82 ^a	5.49 ^a	5.54 ^a	5.32 ^a
%10 YMKU	5.15 ^a	5.21 ^{ab}	5.12 ^{ab}	5.16 ^a	5.27 ^b	5.33 ^a	5.23 ^a	5.12 ^a
%15 YMKU	4.94 ^a	4.77 ^{bc}	4.87 ^{bc}	4.78 ^a	4.68 ^c	4.81 ^b	4.69 ^b	4.62 ^b
%20 YMKU	4.47 ^b	4.43 ^c	4.66 ^c	4.43 ^a	4.00 ^d	4.39 ^c	4.29 ^c	4.22 ^c
SD*	0.23	0.32	0.18	3.53	0.20	0.14	0.17	0.23
P-değeri	0.0127	0.0214	0.0073	0.1974	<.0001	<.0001	<.0001	0.0127

*Standart Deviasyon

Sonuçlar 3 tekrür ve 3 paralel ölçümün ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

% 5 ,% 10 ve % 15 YMIU ikamesiyle üretilen keklerin kabuk rengi puanları yüksek (sırasıyla 5.27, 5.15, 4.94) ancak her üç ikame oranının kabuk rengi parametre puanı üzerine etkisinin istatistiksel açıdan benzer olduğu bulunmuştur.

% 15 ve % 20 YMKU ikame oranlarının, kekin iç renk, koku, sertlik, çiğnenebilirlik ve tat sonrası izlenim parametrelerini olumsuz yönde etkilediği ve bu durumun aynı ikame oranlarıyla üretilen keklerin genel beğeni parametre puanlarında azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir.

YMKU ikame oranı arttıkça çiğnenebilirlik puanında azalma meydana gelmiştir. % 5 ve % 10 YMKU ikame oranlarında çiğnenebilirlik değerleri istatistiksel olarak benzer puanlar almış ancak ikame oranı arttıkça çiğneme için gerekli süre arttığından dolayı % 15 ve % 20 YMKU ikame oranlarında çiğnenebilirlik puanlarında azalmaya sebep olmuştur.

Öte yandan, YMKU ikame oranında artışa gidilmesiyle, keklerin lezzet parametresi puanlarında meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Bu durumda YMKU ikamesinin glutensiz kek lezzetinde azalmaya sebep olduğu ancak bu azalmanın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır.

Duyusal değerlendirme sonuçların göre, en yüksek genel beğeni puanı (5.32), % 5 YMKU ikame oranlı kekler, en düşük genel beğeni puanı (4.42) ise % 20 YMKU ikame oranlı keklerde elde edilmiştir.

Meyve kabuğu unlarının kek üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, kekler görünüş, kabuk rengi, iç rengi, sertlik, lezzet, koku ve genel beğeni parametreleri bakımından 10 puan üzerinden duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur [127]. Pirinç ununa % 2.5, % 5 ve % 7.5 oranlarında karpuz kabuğu unu ikamesi ile üretilen kekler 7.00-8.80; kavun kabuğu unu ikamesi ile üretilenler ise 7.60-8.80 aralığında puan almışlardır. Karpuz ve kavun kabuğu unlarının ikame oranındaki artış, keklerin duyusal kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemiştir. % 7.5' a kadar karpuz kabuğu unu ikamesinin keklerin sertlik, lezzet ve genel beğeni parametreleri üzerine kontrol keki ile benzerken, en yüksek ikame oranında (% 7.5) söz konusu parametre puanları azalmıştır. % 2.5 karpuz kabuğu unu ikamesi ile üretilen kekin kokusu (8.60), kontrol grubu kek örneğinden (8.00) daha çok kabul edilebilir bulunmuştur. Çalışmamızda da YMKU oranı arttıkça benzer şekilde keklerin duyusal kabul edilebilirliği azalmıştır. Kavun kabuğu ikamesi arttıkça keklerin duyusal kabul edilebilirliği azalmış ancak % 2.5 ikame ile üretilen kekler görünüş, kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet ve genel beğeni parametreleri bakımından kontrol kekinden daha yüksek kabul edilebilirlik sunmuşlardır. Karpuz kabuğu kullanılan keklerde sertlik % 7.5 ikame oranına kadar olumsuz etkilenmezken, % 5 kavun unu ikamesi ile üretilen kek sertliği, kontrol kekinden daha çok beğenilmiştir [127].

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, yeşil muz kabukunun tüm ikame oranlarında glutensiz kek formülasyonları, 4'ün üzerinde puan aldığı için duyusal değerlendirme parametreleri bakımından tüketici tarafından kabul edilebilir bulunmuştur. Diğer yandan, ikame oranı arttıkça bilhassa %15 ve %20 YMKU ikameli keklerde birçok parametre tüketici tercihi bakımından olumsuz etkilenmiştir.

Çalışmamızda, duyuşal değerlendirme ortalama puanları (4.00-5.82) incelendiğinde, yeşil muz kabuğu ununun diyet lif ve antioksidan maddelerin doğal bir kaynağı olan fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak glutensiz kekte kullanımının mümkün olabileceği öngörülmektedir.

4.4. Yeşil Muz İçi Unu İkamesi ile Üretilen Glutensiz Keklerin Analiz Sonuçlarına Ait Korelasyonlar

Çalışma kapsamında farklı oranlarda YMİU ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin analiz sonuç değerleri arasındaki ilişkiler 0.05 düzeyinde incelenmiş olup r değerleri Tablo 4.21-Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.21. Kimyasal Bileşim Analizi ve Fiziksel Analiz Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar

Nem		-0.56 0.0283	-0.52 0.0434	-0.56 0.0265	0.60 0.0179	-0.50 0.0537	-0.35 0.1908	-0.37 0.1655	0.42 0.1119	-0.31 0.2457	0.44 0.0985
Kül			0.47 0.07	0.62 0.0137	-0.89 <.0001	0.94 <.0001	0.67 0.0055	0.64 0.0100	-0.65 0.0086	0.86 <.0001	-0.88 <.0001
Yağ				0.34 0.2021	-0.40 0.1338	0.49 0.06	0.28 0.3046	0.29 0.2878	-0.33 0.2212	0.28 0.3005	-0.65 0.0080
Su aktivitesi					-0.52 0.0427	0.68 0.0052	0.54 0.0339	0.56 0.0281	0.55 0.0328	0.56 0.0286	-0.53 0.0401
pH						-0.81 0.0002	-0.64 0.0092	-0.60 0.0179	0.62 0.0123	-0.78 0.0005	0.72 0.0022
Titre edilebilir asitlik							0.72 0.0023	0.69 0.0038	-0.68 0.0048	0.82 0.0002	-0.93 <.0001
Hacim								0.98 <.0001	-0.98 <.0001	0.84 <.0001	-0.62 0.0135
Spesifik Hacim									-0.99 <.0001	0.81 0.0002	-0.58 0.0218
Yoğunluk										-0.82 0.0001	0.59 0.0199
Yükseklik											-0.72 0.0023
YMIÜ ³ ikame oranı	-0.47 ¹ 0.0742 ²	0.98 <.0001	0.40 0.1323	0.61 0.0148	-0.87 <.0001	0.95 <.0001	0.73 0.0019	0.68 0.0046	-0.69 0.0044	0.88 <.0001	-0.88 <.0001
Nem miktarı											
Kül Miktarı											
Yağ miktarı											
Su Aktivitesi											
pH											
Titre edilebilir asitlik											
Hacim											
Spesifik Hacim											
Yoğunluk											
Yükseklik											
Pişme Kaybı											

¹Pearson Korelasyon Katsayısı, ²P-değeri, ³YMIÜ:Yeşil muz içi unu

Tablo 4.21. İncelendiğinde, glutensiz keklerde YMİU ikame oranları ile keklerin kül miktarı, titre edilebilir asitlik, hacim ve yükseklik değerleri arasında pozitif korelasyonlar olduğu, YMİU ikame oranları ile keklerin pH, yoğunluk ve pişme kaybı değerleri arasında ise negatif korelasyon olduğu görülmektedir.

YMİU ikame oranı arttıkça keklerin kül miktarı ($r= 0.98$), titre edilebilir asitliği ($r= 0.95$) ve yüksekliği ($r= 0.88$) artarken pH ($r= -0.87$) ve pişme kaybı ($r= -0.88$) azalmıştır.

YMİU ikame oranı arttıkça keklerin kül miktarlarında meydana gelen artış, yeşil muz içi ununun kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum minerallerince zengin olması [2] ve bu nedenle kül miktarının, ikame edildiği pirinç unundan daha yüksek olması ile açıklanabilir.

Juarez-Garcia ve ark. [131], ürettikleri yeşil muz (muz içi ve kabuğu) unlu ekmeğin kül seviyesi (% 3.3 KM) kontrol ekmeğinden (% 2.0 KM) daha yüksek olduğu için çalışmada kullanılan yüksek kül içerikli muz ununun (% 4.7 KM) ekmeğin kül içeriğinin yükselttiğini bildirmişlerdir.

YMİU ikame oranı arttıkça keklerin pH değerlerinin azalması yeşil muz içi ununun asidik yapısı gereği (pH=5.05) keklerin aktif asitliğin artırmasıyla açıklanabilir. Genel olarak titre edilebilir asitliğin artması ile aktif asitliğin artması (pH azalması) beklenen bir durumdur. Bu durum keklerin pH değerleri ve titre edilebilir asitlik değerleri arasındaki kuvvetli negatif korelasyonu açıklamaktadır.

YMİU ikame oranı arttıkça keklerin hacim, spesifik hacim ve yükseklik değerleri artarken yoğunluk ve pişme kaybı değerlerinin azaldığı görülmüştür.

YMİU ikameli glutensiz keklerin kimyasal bileşimi ve fiziksel analiz sonuçları arasında en kuvvetli pozitif korelasyon keklerin hacim ve spesifik hacimleri arasında ($r= 0.98$) ve en kuvvetli negatif korelasyonlar ise hacim ve yoğunlukları ($r= -0.98$) ayrıca spesifik hacim ve yoğunlukları ($r= -0.99$) arasında görülmüştür. YMİU ikamesi ve hacim (ve spesifik hacim) arasındaki pozitif kuvvetli ilişki, pirinç unu ve buğday nişastasası karışımına yeşil muz içi ununun % 0-35 oranlarında ikamesinin glutensiz ekmeğin kalitesi üzerine etkisini araştıran Sarawong ve ark. [56] tarafından da desteklenmiştir.

Belli bir oranda nişasta olmayan suda çözünen ya da çözünmeyen polisakkaritlerin ekmek ve kek vb. ürünlerinde kullanımının hacim ve spesifik hacimde önemli bir artış sağladığı bilinmektedir [56, 120, 121].

YMİU ikame oranı arttıkça kek hacim ve spesifik hacimlerde meydana gelen artış, YMİU'nun yüksek su tutma kapasitesine [3.94-6.31 g su /g kuru örnek] [50] sahip olan liflerce zengin olmasıyla [69] açıklanabilir. Kek hacim ve spesifik hacimleri artarken kek yüksekliğinde meydana gelen artma ve kek yoğunluğunda meydana gelen azalma genellikle beklenen bir durumdur.

YMİU ikame oranı artarken pişme kaybı değerlerinde meydana gelen azalma ise muz ununun sahip olduğu yüksek su tutma özelliği [50] ile açıklanabilir.

Çalışma kapsamında farklı oranlarda YMKU ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin renk analizi ve duyusal değerlendirme sonuç değerleri arasındaki ilişki 0.05 düzeyinde incelenmiş olup r değerleri Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. Renk Analizi ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar

Kek kabuğu L*	0.62 0.0295	0.76 0.0035	0.75 0.0048	0.74 0.0057	0.79 0.0021	0.62 0.0314	0.67 0.0161	0.67 0.0165
Kek kabuğu a*	0.82 0.009	0.91 <0.0001	0.93 <0.0001	0.90 <0.0001	0.85 0.0004	0.83 0.0008	0.86 0.0003	0.88 0.0001
Kek kabuğu b*	0.69 0.0126	0.89 <0.0001	0.79 0.0021	0.83 0.0008	0.86 0.0003	0.64 0.0242	0.76 0.0035	0.77 0.0032
Kek içi L*	0.66 0.0184	0.86 0.0003	0.85 0.0003	0.85 0.0004	0.88 0.0001	0.71 0.0092	0.78 0.0027	0.80 0.0016
Kek içi a*	-0.79 0.0021	-0.85 0.0003	-0.89 <0.0001	-0.87 0.0002	-0.90 <0.0001	-0.85 0.0004	-0.84 0.0006	-0.85 0.0004
Kek içi b*	-0.49 0.0985	-0.35 0.2600	-0.43 0.1610	-0.37 0.2232	-0.28 0.3778	-0.49 0.1056	-0.41 0.1774	-0.41 0.1810
YMIU ³ ikame oranı	-0.71 0.0095	-0.92 <0.0001	-0.85 0.0004	-0.87 0.0002	-0.87 0.0002	-0.67 0.0159	-0.82 0.0009	-0.82 0.00112
	Kabuk Rengi	İç Rengi	Koku	Lezzet	Sertlik	Çiğenebilirlik	Tat Sonraası İzlenim	Genel Beğeni

¹Pearson Korelasyon Katsayısı (r) , ²P-değeri, ³YMIU:Yeşil muz içi unu

Tablo 4.22. incelendiğinde, glutensiz keklerde YMİU ikame oranları ile duyusal değerlendirme sonuçları arasında kuvvetli negatif korelasyonlar olduğu görülmektedir. YMİU ikame oranı arttıkça keklerin kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, sertlik, çiğnenebilirlik ve genel beğeni parametrelerinin puanları azalma meydana gelmiştir.

YMİU ikame oranı arttıkça, keklerin duyusal parametrelerinden kabuk rengi ($r = -0.71$), iç rengi ($r = -0.92$), koku ($r = -0.85$), lezzet ($r = -0.87$), sertlik ($r = -0.87$), çiğnenebilirlik ($r = -0.67$), tat sonrası izlenim ($r = -0.82$) ve genel beğeni ($r = -0.82$) puanlarında azalma meydana gelmiştir. Bu duruma benzer şekilde, YMİU ilavesinin tahıl barlarında kullanımının tüketici kabul edilebilirliğinde azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir [132]. Utrilla-coello ve ark. [132], tahıl barı üretiminde kontrol grubu ticari tahıl barı dahil olmak üzere mısır unu ve YMİU içeren 4 farklı formülasyon kullanmıştır. Barların tüketici kabul edilebilirlikleri, değerlendirme yöntemi hakkında kısaca bilgilendirilen 100 tüketicinin katıldığı 9 puanlı hedonik skala yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Mısır unları (5.47, 5.59) ve YMİU (6.08=biraz beğendim) içeren barların kabul edilebilirliği benzerken, ticari tahıl barından (7.55 =beğendim) biraz daha düşük bulunmuştur.

Bu durumun aksine, 200 kişi tarafından 9 puanlı hedonik skala yöntemi kullanılarak belirlenen, formülasyonunda % 100 durum buğdayı unu (kontrol grubu) içeren makarnanın (4.37) duyusal kabul edilebilirliği aynı çalışmada buğday ununa % 15 (4.8) , % 30 (4.42) ve % 45 (4.56) oranlarında YMİU ikamesi ile üretilen makarnaların kabul edilebilirliklerinden daha düşük bulunmuştur [65]. YMİU glutensiz keklerin duyusal değerlendirme puan aralığı (4=ne beğendim ne beğenmedim – 6=beğendim), Agama-acevedo ve ark. [2009] tarafından elde edilen YMİU makarnaların tüketici kabul edilebilirliği puan sonuç aralığı (4=biraz beğenmedim - 6=biraz beğendim) ile uyumludur.

Tablo 4.22. incelendiğinde, glutensiz keklerin kabuk ve iç kısımlarına ait renk değerleri ile keklerin duyusal değerlendirme sonuçları arasında genel olarak kuvvetli pozitif ve negatif korelasyonlar olduğu görülmektedir.

YMİU ikameli glutensiz kek kabuğunun renk analizi ve keklerin duyuşal değerlendirme sonuçları arasında en kuvvetli pozitif korelasyonlar kek kabuğunun kırmızılık değeri ve keklerin duyuşal parametrelerinden kabuk rengi ($r= 0.82$), iç rengi ($r= 0.91$), koku ($r= 0.93$), lezzet ($r=0.90$), sertlik ($r= 0.85$), çiğnenebilirlik ($r= 0.83$), tat sonrası izlenim ($r= 0.86$) genel beğeni ($r= 0.88$) arasında ve ayrıca kek kabuğu sarılığı ve iç rengi ($r= 0.89$), koku ($r= 0.79$), lezzet ($r= 0.83$), sertlik ($r= 0.86$), tat sonrası izlenim ($r= 0.76$), genel beğeni ($r= 0.77$) arasında görölmüştür.

Glutensiz keklerin kabuk kısımlarının aydınlık (L^*) ve sarılık (b^*) değerlerinde azalma duyuşal parametre puanlarında azalmaya neden olurken, kırmızılık değerlerindeki artış ise duyuşal parametre puanlarında artış ile sonuçlanmıştır.

Kek rengi, tüketiciler için önemli bir duyuşal özelliktir. YMİU ikameli glutensiz kek içinin renk analizi ve keklerin duyuşal değerlendirme sonuçları arasında en kuvvetli pozitif korelasyonlar kek içinin aydınlık değeri ve keklerin duyuşal parametrelerinden iç rengi ($r= 0.86$), koku ($r= 0.85$), lezzet ($r= 0.85$), sertlik ($r= 0.88$), tat sonrası izlenim ($r= 0.78$) genel beğeni ($r= 0.80$) arasında ve en kuvvetli negatif korelasyonlar ise kek içinin kırmızılığı ve iç rengi ($r= -0.85$), koku ($r= -0.89$), lezzet ($r= -0.87$), sertlik ($r= -0.90$), çiğnebilirlik ($r= -0.85$) tat sonrası izlenim ($r= -0.84$), genel beğeni ($r= -0.85$) arasında görölmüştür

Kek kabuğu rengi ile benzer şekilde kek içinin aydınlık değerlerinde meydana gelen azalma duyuşal parametre puanlarında azalmaya sebep olmuştur. Öte yandan, kek içinin kırmızılık değerleri azalırken tüm duyuşal parametrelerin puanları artmıştır. Kek içi renginin sarılık değerleri ile tüm duyuşal parametrelerin puanları arasındaki zayıf negatif korelasyonlar ise kek içi sarılığının duyuşal beğeni üzerine etkisinin olmadığını göstermiştir.

Glutensiz keklerin kabuk ve iç kısımlarının aydınlık değerlerinin azalmasıyla tüketici kabul edilebilirliğinde (genel beğeni) meydana gelen azalma, kekta koyuluğun artmasının panelistler tarafından arzu edilmeyen bir özellik olması ile açıklanabilir.

Turkut ve ark. [25] karabuğday unu, pirinç unu ve kinoa unu karışımlarıyla ürettikleri glutensiz ekmeklerin lezzet, sertlik, renk ve genel beğeni parametrelerini 25 yarı-eğitimli panelist tarafından duyuşal değerlendirmeye tabi tutmuşlardır. Glutensiz un materyali olan kinoa unun miktarı arttıkça, ekmeklerin iç kısmına ait aydınlık değerinde meydana gelen farklılıklar panelistler tarafından algılanmış ve bu sonuçlar enstrümental yolla elde edilen renk değerleriyle uyumlu bulunmuştur. Bu durum, YMIU glutensiz keklerin renk değerleri ve duyuşal değerlendirme sonuçları arasındaki kuvvetli korelasyonları desteklemektedir.



Tablo 4.23. Doku Profil Analizi (TPA) ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar

Sertlik	0.90 <.0001	-0.79 0.0018	-0.84 0.0006	-0.81 0.0013	-0.85 0.0004	-0.85 0.0003	-0.70 0.0099	-0.88 0.0001	-0.85 0.0005
Dış yapıışkanlık	-0.11 0.7275	0.33 0.2903	0.19 0.5498	0.44 0.1458	0.38 0.2177	0.41 0.1814	0.55 0.0619	0.43 0.1614	0.44 0.1462
Bütünlük	-0.37 0.2321	0.14 0.6547	0.15 0.6284	0.02 0.9300	0.11 0.7144	0.19 0.5540	-0.04 0.8989	0.10 0.7457	0.09 0.7574
Elastikiyet	-0.04 0.8879	0.09 0.7789	0.09 0.7718	-0.14 0.6580	0.03 0.9125	-0.01 0.96	-0.17 0.58	-0.002 0.9932	-0.003 0.9909
Sakızımsılık	0.90 <.0001	-0.82 0.0011	-0.87 0.0002	-0.86 0.0003	-0.89 <.0001	-0.88 0.0001	-0.75 0.0045	-0.92 <.0001	-0.88 0.0001
Çiğenebilirlik	0.91 <.0001	-0.82 0.0001	-0.88 0.0001	-0.87 0.0002	-0.89 <.0001	-0.89 <.0001	-0.76 0.0035	-0.92 <.0001	-0.89 <.0001
Geri dönme oranı	-0.31 0.3234	-0.23 0.4636	-0.42 0.1707	-0.51 0.0933	-0.40 0.1870	-0.37 0.2339	-0.44 0.1509	-0.37 0.2322	-0.37 0.2244
	YMIU ³ ikame oranı	Kabuk Rengi	İç Rengi	Koku	Lezzet	Sertlik	Çiğenebilirlik	Tat Sonraası İzlenim	Genel Beğeni

¹Pearson Korelasyon Katsayısı (*r*) , ²P-değeri, ³YMIU:Yeşil muz içi unu

Tablo 4.23. incelendiğinde, glutensiz keklerin TPA analizi ve duyuşal değerlendirme sonuç değerleri arasındaki ilişkilerde korelasyon katsayılarının geniş bir aralığa sahip olduğu görülmektedir. Duyusal parametre puanları ile TPA dış yapışkanlık, bütünlük değerleri arasındaki korelasyonlar zayıf pozitif iken söz konusu sertlik sakızımsılık ve çiğnenebilirlik ile kuvvetli negatif, geri dönme oranı ile ise oldukça zayıf negatif korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

YMİU ikame oranı ile keklerin dış yapışkanlık ($r = -0.11$), bütünlük ($r = -0.37$), elastikiyet ($r = -0.04$) ve geri dönme oranı ($r = -0.31$) değerleri arasında ilişki bulunmazken ikame oranı arttığa keklerin sertlik, ($r = 0.90$), sakızımsılık ($r = 0.90$), çiğnenebilirlik ($r = 0.91$) değerlerinde artış grlmştr.

TPA analizinde, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik kek sertliğine bağlı parametrelerdir [122]. Çeşitli meyve ve sebzelerin posa veya kabuklarından (portakal, bezelye, patates, havuç) elde edilen lif tozlarının doğal lif kaynağı olarak kek üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, lif kaynaklarının her bir ikame oranında glutensiz kek içi sertlik değerlerini arttırdığı buna bağlı olarak sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin de arttığı bildirilmiştir [122].

Glutensiz keklerde YMİU ikame oranı ile TPA sertlik değeri arasında kuvvetli pozitif korelasyon, yeşil muz unun su tutma kapasitesine sahip doğal lifleri yüksek miktarda içermesi ve bu liflerin kek hamuru formülasyonunda kullanım oranı arttığa son ürün sertliğini olumsuz yönde etkilemesi [63] ile açıklanabilir. YMİU ikame oranı ile sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri arasındaki kuvvetli pozitif korelasyonun ise kek içi sertliğinde meydana gelen artışa paralel olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

Glutensiz keklerin iç kısımlarına ait sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen artış, duyuşal değerlendirme parametresi olan genel beğenide azalmaya sebep olmuştur. YMİU ikameli glutensiz keklerin TPA analizi ve duyuşal değerlendirme sonuç değerleri arasında en kuvvetli negatif korelasyonlar kek sertlik, sakızımsılık ve iğnenebilirlikleri (sırasıyla) ile keklerin duyuşal

parametrelerinden kabuk rengi ($r = -0.79$, $r = -0.82$, $r = -0.82$), iç rengi ($r = -0.84$, $r = -0.87$, $r = -0.88$), koku ($r = -0.81$, $r = -0.86$, $r = -0.87$), lezzet ($r = -0.85$, $r = -0.89$, $r = -0.89$), sertlik ($r = -0.85$, $r = -0.88$, $r = -0.89$), çiğnenebilirlik ($r = -0.70$, $r = -0.75$, $r = -0.76$), tat sonrası izlenim ($r = -0.88$, $r = -0.92$, $r = -0.92$), genel beğeni ($r = -0.85$, $r = -0.88$, $r = -0.89$) arasında görülmüştür.

Glutensiz keklerin iç kısımlarının sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin artmasıyla tüketici kabul edilebilirliğinde (genel beğeni) meydana gelen azalma, kekta yumuşaklığın sağlanamamasıyla ve yutma için gerekli çiğneme süresinin uzamasının panelistler tarafından arzu edilmeyen özelliklerden olmasıyla açıklanabilir.

Bununla birlikte, TPA çiğnenebilirlik değerleri ile duyuşal değerlendirme parametresi olan çiğnenebilirlik değerleri arasındaki kuvvetli negatif ilişki keklerin çiğneme süreci uzadıkça panelistler tarafından verilen kek çiğnenebilirlik puanının azalmasıyla açıklanabilir. Benzer şekilde, TPA sertlik değerleri ile duyuşal değerlendirme parametresi olan sertlik değerleri arasındaki kuvvetli negatif ilişki görülmüştür.

Grigelmo-Miguel ve ark., 1999 [130] buğday ununa % 2, % 3, % 4, % 5 ve % 10 oranlarında şeftali diyet lifi ikamesi ile ürettikleri keklerin tüketici kabul edilebilirliği ve tekstür parametreleri arasındaki korelasyonları incelemişlerdir. Çalışmada tüketicilerin daha yumuşak ve daha düşük çiğnenebilirlik değerine sahip kekleri daha çok beğendikleri bildirilmiştir. Çalışmada, tüketici kabul edilebilirliği ile TPA sertlik ($r = -0.96$), elastikiyet ($r = -0.07$), sakızımsılık ($r = -0.95$) ve çiğnenebilirlik ($r = -0.96$) değerleri arasında negatif korelasyonlar tespit edilmiştir [130]. YMİU glutensiz keklerin genel beğeni ve TPA sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri arasındaki negatif ve kuvvetli korelasyonlar ($r = -0.85$, $r = -0.88$, $r = -0.89$), Grigelmo-Miguel ve ark., 1999 [130] tarafından elde edilen korelasyon sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Bu durum, glutensiz kek formülasyonlarında ürünün sertliği sakızımsılık ve çiğnenebilirlik özelliklerinin kekin tüketici kabul edilebilirliği üzerine önemli etkisi olduğunu desteklemektedir.

Bu durumun aksine, glutensiz keklerin TPA elastikiyet değerinin kekin tüketicisi kabul edilebilirliği ile ilişkisinin oldukça zayıf olduğu ($r = -0.003$, $r = -0.07$) görülmüştür.

Çalışma kapsamında farklı oranlarda YMIÜ ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki ilişki 0.05 düzeyinde incelenmiş olup r değerleri Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri Arasındaki Korelasyonlar

FRAP değeri	0.94 <0.0001		
DPPH serbest radikali giderme aktivitesi	0.88 <0.0001	0.94 <0.0001	
Toplam fenolik madde	0.85 <0.0001	0.93 <0.0001	0.94 <0.0001
	YMIÜ ³ ikame oranı	FRAP değeri	DPPH serbest radikali giderme aktivitesi

¹Pearson Korelasyon Katsayısı (r), ²P-değeri, ³YMIÜ:Yeşil muz içi unu

YMIÜ ikame oranı arttıķça, keklerin fenolik madde içeriği ($r = 0.85$), DPPH serbest radikali ingirme aktivitesi ($r = 0.88$), FRAP değerleri ($r = 0.94$) artmıştır. Bu durum, ayrıca % 10 YMIÜ ikamesi ile üretilen ekmeklerin toplam fenolik madde içeriği (2.04 mg/ g örnek) ve DPPH (2.41 μ mol Troloks Eşdeğeri/ g örnek) ve FRAP (8.49 μ mol Fe (II)/g örnek) yöntemleriyle belirlenen antioksidan aktivite değerlerinin incelendiği çalışmada [85] gözlemlenmiştir.

Glutensiz keklerde YMIÜ ikame oranı ile toplam fenolik madde, antioksidan aktivite değerleri arasındaki pozitif ve kuvvetli korelasyonlar, antioksidan madde kaynağı olan yeşil muz ununun [29, 112, 113] glutensiz kek formülasyonunda pirinç ununa ikame edilmesi ve ikame oranında artışa gidilmesiyle açıklanabilir.

Toplam fenolik madde içeriğinde meydana gelen artış, keklerin DPPH radikali giderme aktivitesi ($r= 0.94$) ve Frap deperlerinde ($r= 0.93$) artışa sebep olmuştur.

Antioksidan ve fenolik bileşenler indirgeyici ajan ve hidrojen verici olarak davranmalarına sebep olan özel ortak yapılara sahip oldukları için [133], antioksidan aktivitenin genellikle fenolik içerikle ilgili olduğu düşünülmektedir [125]. Bazı araştırmacılar, bitki materyallerinin antioksidan aktivitesinin fenolik bileşen içeriği ile yakından ilişkili olduğunu savunmuştur [134, 135].

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki korelasyonun pozitif ve kuvvetli olması, keklerin sahip olduğu antioksidan aktivite üzerine yine bu keklerde bulunan fenolik maddelerin etkili olduğunu göstermektedir.

Rupasinghe ve ark. 2008 [136], buğday ununa 6 farklı oranda (% 0, % 4, % 8, % 16, % 24, % 32) diyet lif ve fenolik madde kaynağı olarak elma kabuğu tozu ikame ederek kek üretmişler ve elma kabuğu ikame oranı ile keklerin toplam fenolik madde ($r= 0.90$) ve FRAP ($r= 0.99$), ORAC ($r= 0.94$) yöntemleriyle ölçülen toplam antioksidan aktivite değerleri arasındaki korelasyonun pozitif ve kuvvetli olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, farklı ikame oranlarında elma kabuğu tozu içeren keklerin toplam fenolik madde değerleri ile FRAP ($r= 0.94$) ve ORAC ($r= 0.94$) değerleri arasında bulunan pozitif ve kuvvetli korelasyonlar [136], çalışmamızda elde edilen YMIU glutensiz keklerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteleri arasındaki pozitif ve kuvvetli korelasyon sonuçlarını desteklemektedir.

4.5. Yeşil Muz Kabuğu Unu İkamesi ile Üretilen Glutensiz Keklerin Analiz Sonuçlarına Ait Korelasyonlar

Çalışma kapsamında farklı oranlarda YMKU ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin analiz sonuç değerleri arasındaki ilişkiler 0.05 düzeyinde incelenmiş olup r değerleri Tablo 4.25-Tablo 4.28'te verilmiştir

Tablo 4.25. Kimyasal Bileşim Analizi ve Fiziksel Analiz Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar Katsayıları

Nem		0.03 0.9032	-0.46 0.0772	0.07 0.8019	-0.41 0.1216	0.01 0.9628	0.32 0.2440	0.33 0.2152	-0.34 0.2164	0.09 0.7385	0.56 0.0294
Kül			0.50 0.0540	0.79 0.0004	-0.59 0.0208	0.93 0.0046	-0.68 0.0046	-0.70 0.0032	-0.72 0.0021	-0.72 0.0024	-0.71 0.0030
Yağ				0.22 0.4156	-0.21 0.4399	0.39 0.1426	-0.35 0.1907	-0.37 0.1627	0.40 0.1321	-0.17 0.5328	0.63 0.0115
Su aktivitesi					-0.28 0.3004	0.82 0.0001	-0.65 0.0074	-0.66 0.0063	0.68 0.0048	-0.62 0.0120	-0.52 0.0445
pH						-0.46 0.08	0.07 0.7947	0.08 0.7636	-0.05 0.83	0.29 0.2820	0.17 0.5407
Titre edilebilir asitlik							-0.77 0.0007	-0.79 0.0004	0.82 0.0002	-0.70 0.0033	-0.72 0.0024
Hacim								0.99 <.0001	-0.98 <.0001	0.84 <.0001	0.70 0.0032
Spesifik Hacim									-0.99 <.0001	0.83 <.0001	0.74 0.0037
Yoğunluk										-0.82 0.0001	-0.77 0.0007
Yükseklik											0.61 0.0145
YMKU ³ ikame oranı	-0.16 ¹ 0.55 ²	0.95 <.0001	0.52 0.0433	0.78 0.0005	-0.48 0.0644	0.93 <.0001	-0.79 0.0004	-0.81 0.0002	0.83 0.0001	-0.78 0.0005	-0.82 0.0002
Nem miktarı											
Kül Miktarı											
Yağ miktarı											
Su Aktivitesi											
pH											
Titre edilebilir asitlik											
Hacim											
Spesifik Hacim											
Yoğunluk											
Yükseklik											
Pişme Kaybı											

¹Pearson Korelasyon Katsayısı (r), ²P-değeri, ³YMKU:Yeşil muz kabuğu unu

Tablo 4.25. incelendiğinde, glutensiz keklerde YMKU ikame oranları ile keklerin kül miktarı, yağ miktarı titre edilebilir asitlik, yoğunluk değerleri arasında pozitif korelasyonlar olduğu, YMIU ikame oranları ile keklerin pH, hacim, spesifik hacim, yükseklik ve pişme kaybı değerleri arasında ise negatif korelasyon olduğu görülmektedir.

YMKU ikame oranı arttıkça keklerin kül miktarı ($r= 0.95$), su aktivitesi ($r= 0.78$), titre edilebilir asitliği ($r= 0.93$) ve yoğunluğu ($r= 0.83$) artarken hacim ($r= -0.79$), spesifik hacim ($r= -0.81$), yükseklik ($r= -0.78$) ve pişme kaybı değerleri ($r= -0.82$) azalmıştır.

YMKU ikame oranı arttıkça keklerin kül miktarlarında meydana gelen artış, yeşil muz kabuğu ununun kül miktarının (% 1.22) ikame edildiği pirinç unu kül miktarından (% 0.16) daha yüksek olması ile açıklanabilir.

YMKU ikame oranı arttıkça keklerin pH değerlerinin azalması yeşil muz kabuğu ununun asidik yapısı gereği (pH= 4.74) keklerin aktif asitliğin artırmasıyla açıklanabilir. Genel olarak titre edilebilir asitliğin artması ile aktif asitliğin artması (pH azalması) beklenen bir durumdur. Bu durum keklerin pH değerleri ve titre edilebilir asitlik değerleri arasındaki kuvvetli negatif korelasyonu açıklamaktadır.

YMKU ikameli glutensiz keklerin kimyasal bileşimi ve fiziksel analiz sonuçları arasında en kuvvetli pozitif korelasyonlar keklerin hacmi ile spesifik hacim ($r= 0.99$), yükseklik ($r= 0.84$), pişme kaybı ($r= 0.70$), spesifik hacmi ile yükseklik ($r= 0.83$), pişme kaybı değerleri ($r= 0.74$) arasında; en kuvvetli negatif korelasyonlar ise keklerin yoğunluğu ile hacim ($r= -0.98$), spesifik hacim ($r= -0.99$), yükseklik ($r= -0.82$), pişme kaybı değerleri ($r= -0.74$) arasında görülmüştür.

Yeşil muz kabuğu, çözünür liflerden olan pektini ve çözünmez liflerden olan hemiselüloz liflerini önemli miktarda içermektedir. Yeşil muz kabuğunda toplam diyet lif içeriği kuru maddede % 50' e kadar [119] bulunabilirken, kabuğun yaklaşık % 20'sini hemiselüloz [69] oluşturmaktadır. Diyet lifin çözünme özelliği su bağlayarak şişme özelliğini ifade etmektedir bu özellik son üründe sıkı yapı oluşuma neden olmaktadır. Pektin polisakkaritleri asidik ortamda şeker ile bir araya geldiklerinde jelleşme özelliği ile kıvamlı bir yapı meydana getirmektedir [124].

YMKU ikame oranı arttıkça kek hacim, spesifik hacim ve yükseklik değerlerinde meydana gelen azalma, yeşil muz kabuğu ununda oldukça yüksek miktarlarda bulunan hemiselüloz ve pektin polisakkaratlarının çözünme özelliklerinin hamur karışımının reolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilemesi [63] ile açıklanabilir. Keklerin hacim ve yoğunluk değerleri arasında ($r= -0.98$), spesifik hacim ve yoğunluk değerleri arasında ($r= -0.99$) kuvvetli negatif korelasyon olduğu görülmektedir. Keklerin hacim ve spesifik hacim değerleri artıkça yoğunluk değerlerinde meydana gelen azalma beklenen bir durumdur.

YMKU ikame oranı artarken pişme kaybı değerlerinde meydana gelen azalma ise yeşil muz kabuğu ununun sahip olduğu yüksek su tutma özelliği (4.91-5.88 g su/ g KM) [50] ile açıklanabilir.

Çalışma kapsamında farklı oranlarda YMKU ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin renk analizi ve duyusal değerlendirme sonuç değerleri arasındaki ilişki 0.05 düzeyinde incelenmiş olup r değerleri Tablo 4.26'de verilmiştir.

Tablo 4.26. Renk Analizi ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar

Kek kabuğu L*	0.82 0.0010	0.91 <0.0001	0.93 <0.0001	0.86 0.0003	0.96 <0.0001	0.91 <0.0001	0.81 0.0014	0.91 <0.0001
Kek kabuğu a*	0.62 0.0293	0.63 0.0263	0.74 0.0052	0.78 0.0027	0.85 0.0004	0.84 0.0006	0.72 0.0076	0.79 0.0021
Kek kabuğu b*	0.81 0.0011	0.87 0.0002	0.92 <0.0001	0.87 0.0002	0.92 <0.0001	0.92 <0.0001	0.82 0.0010	0.92 <0.0001
Kek içi L*	0.69 0.0129	0.76 0.0040	0.83 0.0007	0.80 0.0018	0.89 <0.0001	0.84 0.0005	0.76 0.0036	0.83 0.0009
Kek içi a*	0.46 0.1326	0.60 0.0380	0.59 0.0402	0.29 0.3521	0.50 0.0934	0.46 0.1287	0.19 0.5373	0.47 0.1158
Kek içi b*	0.72 0.0076	0.83 0.008	0.87 0.0002	0.82 0.0011	0.90 <0.0001	0.84 0.0006	0.79 0.0021	0.83 0.0007
YMKU ³ ikame oranı	-0.81 ¹ 0.0013 ²	-0.82 0.0010	-0.87 0.0002	-0.92 <0.0001	-0.96 <0.0001	-0.95 <0.0001	-0.86 0.0002	-0.93 <0.0001
Kabuk Rengi								
İç Rengi								
Koku								
Lezzet								
Sertlik								
Çiğenebilirlik								
Tat Sonraası İzlenim								
Genel Beğeni								

¹Pearson Korelasyon Katsayısı (r), ²P-değeri, ³YMKU:Yeşil muz kabuğu unu

Tablo 4.26. incelendiğinde, glutensiz keklerde YMKU ikame oranları ile duysal değerlendirme sonuçları arasında kuvvetli negatif korelasyonlar olduğu görülmektedir

YMKU ikame oranı arttıkça, keklerin duysal parametrelerinden kabuk rengi ($r = -0.81$), iç rengi ($r = -0.82$), koku ($r = -0.87$), lezzet ($r = -0.92$), sertlik ($r = -0.96$), çiğnenebilirlik ($r = -0.95$), tat sonrası izlenim ($r = -0.86$) ve genel beğeni ($r = -0.93$) puanlarında azalma meydana gelmiştir.

Glutensiz keklerin kabuk ve iç kısımlarına ait renk değerleri ile keklerin duysal değerlendirme sonuçları arasında genel olarak kuvvetli pozitif korelasyonların yoğunlukta olduğu görülmektedir.

YMKU ikameli glutensiz kek kabuğunun renk analizi ve keklerin duysal değerlendirme sonuçları arasında en kuvvetli pozitif korelasyonlar kek kabuğunun aydınlık değeri ve keklerin duysal parametrelerinden kabuk rengi ($r = 0.82$), iç rengi ($r = 0.91$), koku ($r = 0.93$), lezzet ($r = 0.86$), sertlik ($r = 0.96$), çiğnenebilirlik ($r = 0.91$), tat sonrası izlenim ($r = 0.81$), genel beğeni ($r = 0.91$) arasında; kek kabuğu sarılığı ile kabuk rengi ($r = 0.81$), iç rengi ($r = 0.87$), koku ($r = 0.92$), lezzet ($r = 0.87$), sertlik ($r = 0.92$), çiğnenebilirlik ($r = 0.92$), tat sonrası izlenim ($r = 0.82$), genel beğeni ($r = 0.92$) arasında ve ayrıca kek kabuğu kırmızılığı ile sertlik ($r = 0.85$), çiğnenebilirlik ($r = 0.84$), genel beğeni ($r = 0.79$) arasında görülmüştür. Kek kabuğu renginin aydınlık, sarılık ve kırmızılık değerlerinde meydana gelen değişimlerin, glutensiz keklerin tüketici kabul edilebilirliğinde önemli değişimlere sebep olduğu görülmüştür.

Öte yandan, kek içinin kırmızılık değeri ve duysal parametre puanları arasındaki korelasyonlar çok kuvvetli olmamakla birlikte, bu değerler arasında en yüksek r değerine (0.60) kek içinin kırmızılık değeri ve iç rengi duysal parametre puanı arasındaki korelasyonun sahip olduğu görülmektedir.

Glutensiz keklerin kabuk kısımlarının aydınlık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerindeki azalma, duysal parametre puanlarında azalmaya neden olmuştur.

Kek içi rengine aydınlık ve sarılık değerlerinde meydana gelen azalmanın glutensiz keklerin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinde azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir.

YMKU ikameli glutensiz kek içinin renk analizi ve keklerin duyuşal değerlendirme sonuçları arasında en kuvvetli pozitif korelasyonlar kek içinin aydınlık değeri ile keklerin duyuşal parametrelerinden i rengi ($r= 0.76$), koku ($r= 0.83$), lezzet ($r=0.80$), sertlik ($r= 0.89$), çiğnenebilirlik ($r= 0.84$), tat sonrası izlenim ($r= 0.76$), genel beğeni ($r= 0.83$) arasında; kek kabuğu sarılığı ile kabuk rengi ($r= 0.72$), i rengi ($r= 0.83$), koku ($r= 0.87$), lezzet ($r=0.82$), sertlik ($r= 0.90$), çiğnenebilirlik ($r= 0.84$), tat sonrası izlenim ($r= 0.79$), genel beğeni ($r= 0.83$) arasında görülmüştür.

Glutensiz keklerin genel beğeni parametre puanları ile kabuk ve i kısımlarına ait renk değerleri arasındaki ilişiler incelendiğinde, en yüksek r değerlerine genel beğeni puanı ve kek kabuğunun sarılık değerleri arasındaki ($r= 0.92$), genel beğeni puanı ve kek kabuğu renginin aydınlık değerleri arasındaki ($r= 0.91$) korelasyonların sahip olduğu görülmüştür.

Glutensiz keklerin kabuk ve i kısımlarının aydınlık, kırmızılık ve sarılık değerlerinin azalmasıyla tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinde (genel beğeni) meydana gelen azalma; kek renginin aydınlık, kırmızılık ve sarılık değerlerinde meydana gelen azalmanın, panelistler tarafından arzu edilmeyen bir özellik olması ile açıklanabilir.

Çalışma kapsamında farklı oranlarda YMKU ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin TPA ve duyuşal değerlendirme sonuç değerleri arasındaki ilişiler 0.05 düzeyinde incelenmiş olup r değerleri Tablo 4.27.'da verilmiştir.

Tablo 4.27. Doku Profil Analizi (TPA) ve Duyusal Değerlendirme Sonuçları Arasındaki Korelasyonlar

Sertlik	0.97 <0.0001	-0.86 0.0003	-0.82 0.0009	-0.86 0.0003	-0.94 <0.0001	-0.95 <0.0001	-0.93 <0.0001	-0.89 <0.0001	-0.93 <0.0001
Dış yapışkanlık	0.66 0.0194	-0.53 0.0714	-0.57 0.0521	-0.55 0.0614	-0.61 0.0332	-0.66 0.0192	-0.65 0.0203	-0.38 0.2135	-0.64 0.0245
Bütünlük	-0.97 <0.0001	0.79 0.0020	0.79 0.0020	0.82 0.0011	0.88 0.0002	0.94 <0.0001	0.93 <0.0001	0.92 <0.0001	0.90 <0.0001
Elastikiyet	-0.84 0.0006	0.53 0.0726	0.56 0.0546	0.65 0.0219	0.73 0.0063	0.78 0.0023	0.91 <0.0001	0.77 0.0030	0.78 0.0022
Sakızimsılık	0.98 <0.0001	-0.86 0.0003	-0.85 0.0004	-0.88 0.0001	-0.95 <0.0001	-0.95 <0.0001	-0.93 <0.0001	-0.89 <0.0001	-0.94 <0.0001
Çiğnenebilirlik	0.97 <0.0001	-0.86 0.0003	-0.85 0.0004	-0.88 0.0001	-0.95 <0.0001	-0.95 <0.0001	-0.92 <0.0001	-0.88 0.0001	-0.94 <0.0001
Geri Dönme Oranı	-0.96 <0.0001	0.82 0.0009	0.81 0.0014	0.82 0.0010	0.89 <0.0001	0.93 <0.0001	0.93 <0.0001	0.90 <0.0001	0.91 <0.0001
YMKU ³ ikame oranı									
Kabuk Rengi									
İç Rengi									
Koku									
Lezzet									
Sertlik									
Çiğnenebilirlik									
Tat Sonraaası İzlenim									
Genel Beğeni									

¹Pearson Korelasyon Katsayısı (r), ²P-değeri, ³YMKU: Yeşil muz kabuğu unu

Tablo 4.27. incelendiğinde, glutensiz keklerin TPA analizi ve duyuşal değerlendirme sonuç değerleri arasındaki korelasyon katsayılarının geniş bir aralığa sahip olduğu görülmektedir. Duyusal parametre puanları ile TPA sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik değerleri arasındaki korelasyonlar kuvvetli negatif iken söz konusu parametrelerin bütünlük, elastikiyet, geri dönme oranı ile kuvvetli pozitif, dış yapışkanlık değerleri ile ise zayıf negatif korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

YMKU ikame oranı arttıķa keklerin sertlik ($r= 0.97$), dış yapışkanlık ($r= -0.66$), sakızımsılık ($r= 0.98$) ve çiğnenebilirlik ($r= 0.97$) değerlerinde artış görülürken, bütünlük ($r= -0.97$), elastikiyet ($r= -0.84$) ve geri dönme oranı ($r= -0.96$) değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

Pirinç unlu glutensiz kek üretiminde znr lifler (inülin ve guar gum) ve znmez lif (yulaf lifi) ilavelerinin kontrol grubu kek örneğine göre keklerin sertlik değerini arttırdığı ve geri dönme oranlarını azalttığı, ayrıca znr lif olan inülinin keklerin elastikiyet değerlerini azalttığı bilinmektedir [19]. Bu durum doğal lifleri, özellikle hemiselüloz (znmez lif) ve pektin polisakkaritlerini (znr lif) [119] yüksek oranda içeren yeşil muz kabuğu ununun kek formülasyonunda ki ilave oranları arttıķa keklerin sertlik değerlerinin artmasını ($r = 0.97$) aynı zamanda geri dönme oranı ve elastikiyet değerlerinin azalmasını ($r= -0.96$, $r= -0.84$) açıklamaktadır.

Sakızımsılık ve çiğnenebilirlik kek sertliğine bağlı parametrelerdir [122]. YMİU ikame oranı ile sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri arasındaki kuvvetli pozitif korelasyonun ise kek içi sertliğinde meydana gelen artışa paralel olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

YMKU ikameli glutensiz keklerin TPA analizi ve duyuşal değerlendirme sonuç değerleri arasında en kuvvetli negatif korelasyonlar kek sertlik, sakızımsılık ve iğnenebilirlikleri (sırasıyla) ile keklerin duyuşal parametrelerinden kabuk rengi ($r= -0.86$, $r= -0.86$, $r= -0.86$), i rengi ($r= -0.82$, $r= -0.85$, $r= -0.85$), koku ($r= -0.86$, $r= -$

0.88, $r = -0.88$), lezzet ($r = -0.94$, $r = -0.95$, $r = -0.95$), sertlik ($r = -0.95$, $r = -0.95$, $r = -0.95$), çiğnenebilirlik ($r = -0.93$, $r = -0.93$, $r = -0.92$), tat sonrası izlenim ($r = -0.89$, $r = -0.89$, $r = -0.888$), genel beğeni ($r = -0.93$, $r = -0.94$, $r = -0.94$) arasında görülmüştür.

Glutensiz keklerin iç kısımlarına ait sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri ve duyuşal değerlendirme parametresi olan genel beğeni değerleri arasında kuvvetli negatif korelasyonlar olduğu görülmektedir.

Glutensiz keklerin iç kısımlarının sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin artmasıyla tüketici kabul edilebilirliğinde (genel beğeni) meydana gelen azalma (sırasıyla, $r = -0.93$, $r = -0.94$, $r = -0.94$) kekte yumuşaklığın sağlanamaması ve yutma için gerekli çiğneme süresinin uzamasının panelistler tarafından arzu edilmeyen özelliklerden olmasıyla açıklanabilir.

Bununla birlikte, TPA çiğnenebilirlik değerleri ile duyuşal değerlendirme parametresi olan çiğnenebilirlik değerleri arasındaki kuvvetli negatif ilişki ($r = -0.92$), keklerin çiğneme süreci uzadıkça panelistler tarafından verilen kek çiğnenebilirlik puanının azalmasıyla açıklanabilir.

Benzer şekilde, TPA sertlik değerleri ile duyuşal değerlendirme parametresi olan sertlik değerleri arasındaki kuvvetli negatif ilişki ($r = -0.95$), keklerin çiğneme süreci uzadıkça panelistler tarafından verilen kek çiğnenebilirlik puanının azalmasıyla açıklanabilir.

Çalışma kapsamında farklı oranlarda YMKU ikamesiyle üretilen glutensiz keklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki ilişki 0.05 düzeyinde incelenmiş olup r değerleri Tablo 4.28'da verilmiştir.

Tablo 4.28. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri Arasındaki Korelasyonlar

FRAP değeri	0.97 <0.0001		
DPPH serbest radikali giderme aktivitesi	0.93 <0.0001	0.93 <0.0001	
Toplam fenolik madde	0.86 <0.0001	0.80 0.0003	0.78 0.0005
	YMKU ³ ikame oranı	FRAP değeri	DPPH serbest radikalini giderme aktivitesi

¹Pearson Korelasyon Katsayısı (r), ²P-değeri, ³YMKU: Yeşil muz kabuğu unu

YMKU ikame oranı arttıkça, keklerin fenolik madde içeriği ($r= 0.86$), DPPH serbest radikali giderme aktivitesi ($r= 0.93$), Frap değerleri ($r= 0.97$) artmıştır.

Toplam fenolik madde içeriğinde meydana gelen artış, keklerin DPPH radikali giderme aktivitesi ($r= 0.78$) ve Frap değerlerinde ($r= 0.80$) artışa sebep olmuştur.

Fenolik bileşiklerin antioksidan özelliğe sahip oldukları bilinmektedir [125]. Glutensiz keklerde YMKU ikame oranı ile toplam fenolik madde, antioksidan aktivite değerleri arasındaki pozitif ve kuvvetli korelasyonlar, antioksidan madde kaynağı olan yeşil muz kabuğu [45, 98] ve ununun [29] glutensiz kek formülasyonunda pirinç ununa ikame edilmesi ve ikame oranında artışa gidilmesiyle açıklanabilir.

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki korelasyonun pozitif ve kuvvetli olması, keklerin sahip olduğu antioksidan aktivite üzerine yine bu keklerde bulunan fenolik maddelerin etkili olduğunu göstermektedir. Toplam fenolik madde içeriği ve DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite

arasında yüksek korelasyon ($r= 0.99$), karabuğday yulaf unları ve arpa β -D-glukanının buğday ununa ikamesi ile üretilen ekmeklerin antioksidan kapasitelerinin incelendiği çalışmada gözlemlenmiştir [137].



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde özel bir iklimimize sahip olan Anamur, Bozyazı, Gazipaşa ve Alanya ilçelerini kapsayan dar bir alanda yetiştirilen ancak üretim alanı ve üretim miktarı bahsi geçen ilçelerde giderek artan, besin değeri yüksek ve ekonomik değeri düşük yerli *Musa Cavendishii* yeşil (olgunlaşmamış) muz unu ikamesi ile glutensiz bir atıştırılabilir kek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bu kapsamda yeşil muz unu, kaliteli son ürün elde etme amacıyla yeşil muzun iç ve kabuk kısımları ayrı ayrı dondurarak kurutma yöntemiyle kurutulmuş ve yine kekta optimum son ürün fiziksel özelliklerini sağlayabilmek için ön deneme çalışmaları sonunda muz iç unu ve kabuk unu sırasıyla % 20, 40, 60, 80 ve %5, 10, 15 ve 20 oranlarında pirinç unu bazlı keke ilave edilerek glutensiz ürün pazarında genellikle nişastaca zengin ancak diğer besin elementleri bakımından fakir olan glutensiz ürünlere ek ve alternatif olarak yerli ve yeni bir gıda ürünü geliştirilmiştir. Üretilen glutensiz kek örneklerinde hacim, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kaybı gibi fiziksel analizler, renk ve doku profili analizi, duyu değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Un ve kek örnekleri toplam fenolik madde miktarı ve iki farklı yöntem ile antioksidan aktivite özellikleri bakımından da incelenmiştir.

Glutensiz keklerde pirinç unu yerine besinsel açıdan daha zengin olan yeşil muz iç unununun kullanımı ile keklerin kül ve yağ içerikleri, hacimleri, yükseklikleri ve spesifik hacimleri artmıştır. Yeşil muz iç unu kullanımı ile pirinç unlu kontrol kekenden daha az yoğun, düşük pişme kaybına sahip kekler elde edilmiştir. % 60 yeşil muz iç unu ikame oranına kadar keklerin doku profili analizi ile ölçülen sertlikleri kontrol kekenden farklılık göstermemiştir. Yeşil muz iç unu ikamesiyle keklerin bütünlükleri korunmuş, pirinç unlu kontrol keki ile kıyaslandığında elastikiyetleri % 80 ikame oranına kadar artış göstermiştir. Keklerin çignenebilirlikleri % 60 yeşil muz ikame oranına kadar kontrolden farklılık göstermezken, % 60 ve % 80 ikame oranlarında keklerin çignenebilirliği (çigneme süresi) artmıştır. Yeşil muz iç unlu glutensiz keklerin tamamı çölyak hastası olmayan panelistlerin değerlendirmeleri sonucu genel beğeni parametresinden 4.50 – 5.68 arası puanlar alarak duyu olarak kabul edilebilir olarak nitelendirilmiştir. %40

yeşil muz iç unu ikame oranının üzerinde kekler kek içi rengi, lezzet ve sertlik bakımından daha az beğeni toplarken; %20 – 60 ikame oranlarında kekler koku, çignenebilirlik, tat sonrası izlenim ve genel beğeni bakımından farklılık göstermemiştir. Doğal bir antioksidan ve polifenol kaynağı olduğu bildirilen yeşil muz iç unu kullanılarak üretilen glutensiz kekler artan toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteleri ile fonksiyonel özellik kazanmışlardır.

Besinsel açıdan zengin bir atık olan muz kabuğunun (% 1,22 kül, % 6,17 yağ, % 11.16 protein) glutensiz keklerde pirinç unu yerine kullanımı ile keklerin kül, yağ ve protein içeriklerinde artış sağlanmıştır. % 5 ve % 10 yeşil muz kabuk unu ikame oranlarında keklerin hacim, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kayıpları kontrolden farklılık göstermezken % 15 ve % 20 ikame oranlarında glutensiz keklerin hacim, spesifik hacim, yükseklik ve pişme kayıpları azalırken yoğunlukları artmıştır. Pirinç unlu glutensiz keke yeşil muz kabuk unu ikamesi ile kek kabuğu ve içinin aydınlık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri önemli ölçüde azalmıştır. Kabuk unu kullanım oranındaki artış antioksidan ve fenolik madde miktarında artış ile sonuçlanmıştır. Bu durum kabuk unu ikamesinin glutensiz keke daha fazla besleyici değer ve fonksiyonel özellik kazandırmış olması bakımından önemlidir.

Yeşil muz kabuk unu ikamesi ile üretilen glutensiz keklere ait fiziksel, kimyasal ve duyuşal değerlendirme sonuçları birarada göz önünde bulundurulduğunda %5 ve %10 yeşil muz kabuk unu ikame oranına sahip keklerin % 15 ve % 20 ikame oranlı keklere göre tüketici tarafından daha çok kabul görebileceği düşünülmektedir.

Muz kabuğunu hayvan beslenmesinde kullanan ülkelerin yanı sıra fazla muzların ve muz atığı olan kabuklarının nehirlerle atılarak yok edilmesini yaygın bir uygulama haline getiren ülkeler de mevcuttur. Bu durumda, muz kabuğunun biyokütlesinin yüksek karbonhidrat içeriği nehirlerde oksijen gereksinimini arttırarak ekosistemde yarattığı dengesizlikle suda yaşayan canlıların azalmasına neden olmaktadır.

Tüketici tarafından kabul görebilecek olan yeşil muz kabuğu unlu glutensiz keklerin geliştirilmesi ile endüstriyel ve yerel kullanım potansiyeli göz önünde

bulundurularak muz kabuğunun değerlendirilmesi için yeni bir bakış açısı kazandırılmış olması çalışmanın önemli sonuçlarındandır.

Çölyak ülkemizde ve dünyada genelinde, tanı yöntemlerinin artması ile yaygınlığı giderek artan ve herhangi bir yaşta ortaya çıkabilen gıda kaynaklı ve ömür boyu süren bir otoimmün ince bağırsak rahatsızlığıdır. Bilinen tek tedavi yöntemi ise ömür boyu sürdürülmesi gereken sıkı bir glutensiz diyetdir. Ömür boyu sürdürülmesi gereken glutensiz diyet söz konusu olduğundan, bu durum bazı gıda üreticilerini glutensiz ürün üretmeye teşvik etse de çölyaklı bireyler için özellikle besleyici değeri yüksek olan yerli glutensiz ürün yelpazesinin hala dar olması ve ithal ürünlerin yeterince ekonomik olmaması glutensiz diyetin sürdürülmesini sağlık, sosyal ve ekonomik yönden olumsuz etkilemektedir.

Ülkemizde üretilmekte olan ve besleyici değerinin yüksek olmasının yanı sıra ekonomik değeri düşük olan muz meyvesi ve kabuğunun kullanımı ile üretilen glutensiz keklerin çölyaklı bireylerin diyet çeşitliliğini artırmaya yönelik fonksiyonel ve alternatif yeni bir glutensiz yerli ürün olarak glutensiz gıda pazarında yer alabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Türksoy, S., Özkaya, B. Gluten ve çölyak hastalığı, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Bölümü, Ankara.2006.
2. Choo, C. L., Aziz, N. A. A. 2010.Effects of banana flour and β -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles”, Food Chemistry 119, 34–40.
3. Oliveira, L., Freire, C. S. R., Silvestre, A. J. D., Cordeiro, N. Lipophilic extracts from banana fruit residues, a source of valuable phytosterols. J. Agric. Food Chemistry, 2008, 56, 9520–9524.
4. Someyaa, S., Yoshikib, Y., Okubob, K. Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish), Food Chemistry, 2002, 79, 351–354.
5. González-Montelongo, R., Lobo, M. G., González, M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. Food Chemistry. 2010, 119, 1030–1039.
6. Lionetti E, Catassi C. 2011. New clues in celiac disease, epidemiology, pathogenesis, clinical manifestations and treatment. Int. Rev. Immunol. 2011, 30, 219-31.
7. Demirçeken, FG., Kansu, A., Kuloğlu, Z., Girgin, N., Güriz, H., Ensari A. 2008. “Human tissue transglutaminase antibody screening by immunochromatographic line immunoassay for early diagnosis of celiac disease in Turkish children”, Türk Gastroenterol 19, 14-21.
8. Dalgıç, B., Sarı, S., Baştürk, A., Ensari, A., Eğritaş, Ö., Bükülmez, A., Barış, Z. 2011. “Prevalance of celiac disease in healthy Turkish school children”, Am J Gastroenterol 106: 1512-7.
9. Niewinski, M.M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. Journal Of The American Dietetic Association. 2008, 108,661-672.
10. Balcı, A., Turgut, İ. Bazı ekmeklik buğday (Triticum aestivum var.aestivum) hat ve çeşitlerinde uyum yetenekleri üzerine araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.2002, 16, 225-234.
11. Ertugay, Z.Buğday, Un ve Ekmek Arasındaki Kalite İlişkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 1982, 13(1-2),165.
- 12.<http://www.akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Tahil%20Teknolojisi%20I.pdf> Ulaşım Tarihi:23.07.2016
13. Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology. 2004, 15, 143–152.
14. <http://www.bakeinfo.co.nz/Facts/Gluten/Uses-of-Gluten> Ulaşım Tarihi:22.06.2016
15. Sivaramakrishnan, H. P., Senge, B., and Chattopadhyay, P. K. Rheological properties of rice dough for making rice bread. Journal of Food Engineering. 2004, 62(9), 37–45.
16. Vici, G., Belli, L., Biondi, M., Polzonetti, V. Gluten free diet and nutrient deficiencies:Areview. Clinical Nutrition 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2016.05.002>
17. Hışır, Y., Ötleş, S., Vitamin and mineral contents of wheat germ. Gıda, 1991, 16 (5), 303-306.
18. Kim, J., & Shin, M. (2014). LWT - Food Science and Technology Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. LWT - Food Science and Technology, 59(1), 526–532.

19. Gularte, M.A., Hera, E.D.L., Gómez, M., Rosell, C.M. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. 2012LWT - Food Science and Technology, 48, 209-214.
20. http://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/149_Alternatif%20Tah%C4%B1%20ve%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri_26_09_2014.pdf
Ulaşım Tarihi: 30.07.2016
21. Kaur, M., Sandhu, K.S., Arora, A., Sharma, A. Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physicochemical and sensory properties. LWT - Food Science and Technology, 2015, 62, 628-632.
22. Costantini L., Lukšić, L., Molinari, R., Kreft, I., Bonafaccia, G., Manzi, L., Merendino, N. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients, Food Chemistry, 2014, 165, 232–240.
23. Pongjaruvat, W., Methacanon, P., Seetapan, N., Fuongfuchat, A. Chaiwut Gamonpilas: Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. Food Hydrocolloids, 2014, 36, 143–150.
24. Elgeti, D., Nordlohne, S.D., Föste, M., Besl, M., Linden, M.H., Volker, H., Jekle, M., Thomas Becker. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. Journal of Cereal Science, 2014, 59, 41-47.
25. Turkut, G. M., Cakmak, H., Kumcuoglu, S., & Tavman, S. Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. Journal of Cereal Science, 2016, 69, 174–181. <http://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.03.005>
26. Alencar N.M.M., Steel, C.Y., Alvim, I.D., Morais, E.C, Bolini, H.M.A. Addition of quinoa and amaranth flour in gluten-free breads: Temporal profile and instrumental analysis. LWT - Food Science and Technology, 2015, 62.
27. Inglett, G.E., Chen, D., Liu, S.X. Physical properties of gluten-free sugar cookies made from Amaranth-oat composites. LWT - Food Science and Technology, 2015, 63, 214-220.
28. Adao, R. C., Beatriz, M., Glória, A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*). Food Chemistry, 2005, 90 (4), 705–711.
29. Rebello, L.P.G., Ramos, A.M., Pertuzatti, P.B., Barcia, M.T., Castillo-Muñoz, N., Herмосín-Gutiérrez, I. Flour of banana (*Musa* AAA) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. Food Research International, 2014, 55, 397–403.
30. FAOSTAT, 2014. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>, Ulaşım tarihi: 05 Şubat 2015.
31. Selli, S., Gubbuk, H., Kafkas, E., Güneş, E. Comparison of aroma compounds in Dwarf Cavendish banana (*Musa* spp. AAA) grown from open-field and protected cultivation area. Scientia Horticulturae, 2012, 141, 76–82.
32. Pınar, H., Türkay, C., Canan, İ. Türkiye’de muz yetiştiriciliği, sorunları ve çözüm önerileri. Alatarım 6 2007 (2), 15-20.
33. Aurore, G., Parfait, B., Fahrasmane, L. Bananas, raw materials for making processed food products”, Trends in Food Science & Technology. 2009, 20 (2), 78-91.
34. Razak, N. A. B. 2013. “Production of gluten-free bread from unripe banana flour”, Food Science and Technology in the Faculty of Applied Sciences Universiti Teknologi MARA.

- 35.** Wall, M. M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006, 19, 434–445.
- 36.** Gouveia, P. F. D., Zandonadi, R. P. Green banana: New alternative for gluten free products', *Agro Food Industry Hi Tech*, 2013, 24 (3) May/June.
- 37.** Ekesa B., Poulaert M., Davey M.W., Kimiywe J., Van den Berg I., Blomme G., Dhuique-Mayer C. Bioaccessibility of provitamin A carotenoids in bananas (*Musa* spp.) and derived dishes in African countries 2012. *Food Chemistry*, 133 (4) ,1471-1477.
- 38.** Da Mota, D. R. V., Lajolo, F. M., Ciacco, C., Cordenunsi, B. R. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch/Stärke*, 2000, 52, 63–68.
- 39.** Haslinda, W. H., Cheng, L. H., Chong, C., & Noor Aziah, A. A. Chemical composition and physicochemical properties of green banana (*Musa acuminata* – balbisiana Colla cv. Awak) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2009, 60 (S4), 232–239
- 40.** Ramli, S. B., Alkarkhi, A. F. M., Yong, Y. S., & Easa, A. M. The use of principle component and cluster analyses to differentiate banana pulp flours based on starch and dietary fiber components. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2009, 60(S4), 317–325.
- 41.** Menezes, E. W., Tadini, C. C., Tribess, T. B., Zuleta, A., Binaghi, J., Pak, N., Vera, G., Dan, M.C.T., Bertolini, A.C., Cordenunsi, B.S., Lajolo F.M. Chemical composition and nutritional value of unripe banana flour (*Musa acuminata*, var: Nanicão). *Plant Foods for Human Nutrition*, 2011, 66, 231–237.
- 42.** Bezerra, C.V., Amante, E.R., Oliveira, D.C., Rodrigues, A.M.C., Silva, L.H.M. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – effect drying on physic—chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Industrial Crops and Products*, Netherlands, 2013, 41, 241-249.
- 43.** Türker, B., Savlak, N. Dirençli nişasta tipleri, kaynakları, fizyolojik etkileri ve fonksiyonel özellikleri. *Akademik Gıda Dergisi*. 2015, 13(4), 354-359.
- 44.** Anyasi, T. A., Jideani, A. I. O., Mchau, G. R. A. Functional properties and postharvest utilization of commercial and noncommercial banana cultivars. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2013, 12(5), 509–522.
- 45.** Bertolini, C. A., Bello-Pérez, L. A., Méndez-Montealvo, G., Almeida, C. A. S., Lajola, F. Rheological and functional properties of flours from banana pulp and peel. *Starch/Stärke*, 2010, 62, 277–284.
- 46.** Pan, Z., Shih, C., McHugh, T.H., Hirschberg, E. 2008. “Study of banana dehydration using sequential infrared radiation heating and freeze-drying”, *LWT - Food Science and Technology* 41 (2008) 1944-1951
- 47.** Pekke, M.A., Pan, Z., Atungulu G.G., Smith, G., Thompson, J.F. 2013. “Drying characteristics and quality of bananas under infrared radiation heating”, *Int J Agric & Biol Eng*, 6(3), 58-70.
- 48.** Bezerra, C.V., Rodrigues, A M.C., Amante, E. R., Silva, L. H. M., 2013. “Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed” *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP*, 35 (4), 1140-1146.
- 49.** Tribess, T. P., Hernández-Uribe, J.P. Méndez-Montealvo, M.G.C., Menezes, E.W., Bello-Pérez, L.A., Tadini, C. C. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 2009, 42, 1022–1025.

- 50.** Alkarkhi, A.F.M., Ramli, S.B., Yong, Y.S., Easa, A.M. Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. 2011, *Food Chemistry* 129, 312–318.
- 52.** Boudhrioua, N., Michon, C., Cuvelier, G., Bonazzi, C. 2002. “Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying”, *Journal of Food Engineering* 55, 115–121.
- 53.** Nguyen, M.H., Price, W.E. Air-Drying of Banana: Influence of experimental parameters, slab thickness, banana maturity and harvesting season”, *Journal of Food Engineering*, 2007,79(1), 200-207.
- 54.** Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Gandolfi, L., Ginani, J. S., Montenegro, F. M., & Pratesi, R. Green banana pasta: An alternative for gluten-free diets”, *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 2012, 112(7), 1068–1072.
- 55.** Sarawong, C., Gutiérrez, Z. C. R., Berghofer, E., Schoenlechner, R. Gluten-free pasta: effect of green plantain flour addition and influence of starch modification on the functional properties and resistant starch content. *International Journal of Food Science and Technology*, 2014, 49, 2650–2658.
- 56.** Sarawong, C., Gutiérrez, Z. R., Berghofer, E., Schoenlechner, R. 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*, 2014, 49, 1825–1833.
- 57.** Flores-Silva, P.C., Berrios, J.J., Pan, J., Osorio-Díaz, P., Bello-Pérez, L. A. Gluten-free spaghetti made with chickpea, unripe plantain and maize flours: functional and chemical properties and starch digestibility. *International Journal of Food Science and Technology*, 2014, 49, 1985–1991.
- 58.** Flores-Silva, P. C., Berrios, J. J., Pan, J., Agama-Acevedo, E., Monsalve-González, A., Bello-Pérez, L. A. Gluten-free spaghetti with unripe plantain, chickpea and maize: physicochemical, texture and sensory properties. *CyTA – Journal of Food*, 2015, 13(2), 159–166.
- 59.** Zhang, P., Hamaker, B. R. 2012. “Banana starch structure and digestibility”, *Carbohydrate Polymers*, 87 (2), 1552-1558.
- 60.** Kanazawa, K., & Sakakibara, H. (2000). High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3), 844-848.
- 61.** Emaga, T.H., Robert, C., Ronkart, S.N., Wathelet, B., Paquot, M. 2008. “Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties”, *Bioresource Technology* 99, 4346–4354.
- 62.** Aparicio-Saguilan, A., Osorio-Díaz, P., Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J.J., Bello-Pérez, L.A. Tortilla added with unripe banana and cassava flours: chemical composition and starch digestibility. *CyTA – Journal of Food*, 2013,11 (1), 90-95.
- 63.** Mohamed, A., Xu, J., Singh, M. 2010. “Yeast leavened banana bread: formulation, processing, colour and texture analysis”, *Food Chemistry* 118, 620–626.
- 64.** Karim, R., Sultan, M.T. Yellow alkaline noodles. *SpringerBriefs in Food, Health, and Nutrition*, 2015, 19-33.
- 65.** Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J.J., Osorio-Díaz, P., Rendón-Villalobos, R., Utrilla-Coello, R.G., Angulo, O., Bello-Pérez, L.A. Pasta with unripe banana flour: physical, texture, and preference study. *Journal Of Food Science*, 2009, 263-267.

66. Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J.J., Pacheco-Vargas, G., Osorio-Díaz, P., Bello-Pérez, L.A. Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT - Food Science and Technology*, 2012, 46, 177-182.
67. Wang, Y., Zhang, M., Mujumdar, A.S. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *LWT - Food Science and Technology*. 2012, 47, 175-182.
68. Ramli, S., Alkarkhi, A.F.M., Yong, Y.S., Min-Tze, L., Easa, A.M. Effect of banana pulp and peel flour on physicochemical properties and in vitro starch digestibility of yellow alkaline noodles. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2009, 60(4), 326-340.
69. Zhang, P., Whistler, R. L., BeMiller, J. N., & Hamaker, B. R. Banana starch: production, physicochemical properties and digestibility – a review. *Carbohydrate Polymers*, 2005, 59, 443–458.
70. Seguchi, M. “Development of gluten-free bread baked with Banana (*Musa spp.*) Flour”, *J-STAGE* https://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/20/3/20_613/_article Son erişim tarihi: 20.03.2015.
71. <http://www.akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Tahil%20Teknolojisi%20II.pdf> Ulaşım Tarihi: 24.07.2016
72. Bödoşov, A. Halka Kek Pişirilmesinin Isı Ve Kütle Transferi Olarak Matematiksel Modellenmesi. Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bişkek, 2011, (Yüksek Lisans Tezi).
73. Süfer, Ö., Bazı Gıda Maddelerinin Pişirilmesinde Sıcaklık Dağılımının Nümerik Ve Deneysel Olarak İncelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2012, (Yüksek Lisans Tezi).
74. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1412&context=extensi> onhist Ulaşım Tarihi: 24.07.2016
75. Dizlek, H., 2002. Farklı Kabartma Tozlarının Değişik Oranlarda Kullanılmasının ve Kek Hamurunun Pişirme Öncesinde Bekletilmesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 85s.
76. <http://www.slideshare.net/ReinaLovesPinkForever0703/basic-bakingingredients> Ulaşım Tarihi: 24.07.2016
77. Krog, N. Theoretical aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking. *Cereal Chemistry*. 1981, 58, 158-164.
78. Orthofer, F. T. Applications of Emulsifiers in Baked Foods, In *Food Emulsifiers and Their Applications*. Ed.; Hasenhuettl, G. L., Hartel, R.W. International Thompson Publishing. 1997. 211-234.
79. Çelik, İ., Çakmakçı, S., ve Kotancılar, H. G. Bazı Gum Katkılarının Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. 2001.
80. Preichardt, D., Vendruscolo, C.T., Gularte, M.A., Moreira . A.S. 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*, 2011, 46 (12), 2591–2597
81. Yaseen, E. I., Herald, T. J., Aramouni, F. M., and Alavi, S., Rheological Properties Of Selected Gum Solutions. *Food Research International*. 2005, 38(2), 111–119.
82. Nelson, S. Postharvest Rots of Banana. *Plant Disease*, Oct. 2008, PD-54.

- 83.** Nelson, S. “Banana ripening: Principles and practice.”
<http://www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/banana/ripeningbunchmanagement.pdf>, Ulaşım Tarihi: 16.08.2015.
- 84.** http://www.vertex.es/portal/docs/elementar/C_Elementar_rapid_N_cube.pdf.
Ulaşım Tarihi: 25.07.2016
- 85.** Ho, L. H., Aziz, N. A. A. A, Azahari, B. 2013. “Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour”, *Food Chemistry* 139, 532–539.
- 86.** Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. “Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents”, *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144-158.
- 87.** Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S., Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract”, *Food Chemistry.* 2006, 96, 254–260.
- 88.** Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology.* 1995, 28 (1), 25–30.
- 89.** Singh, R. P., Murthy, K. N. C., and Jayaprakasha, G. K. Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models”, *J. Agric. Food Chemistry.* 2002, 50 (1), 81–86.
- 90.** Liu, H. Y., Qiu, N. X., Ding, H. H., & Yao, R. Q. Polyphenols contents and antioxidant capacity of Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Research International.* 2008, 41, 363-370.
- 91.** Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C.G. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering,* 2007, 79 (3), 1033–1047.
- 92.** Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology,* 2009, 42 (8), 1380–1389.
- 93.** <http://texturetechnologies.com/texture-profile-analysis/texture-profile-analysis.php#section-05>
Ulaşım tarihi:30.07.2016
- 94.** Ferng, L.H., Chiung-Mei Liou, C.M., Reming Yeh, R., Chen, S.H. Physicochemical property and glycemic response of chiffon cakes with different rice flours. *Food Hydrocolloids,* 2016,53, 172-179.
- 95.** Bhaduri, K. Ng. S., Ghatak, N., Navder, K.P.Effect of Banana Flour on the Physical, Textural and Sensory Characteristics of Gluten-Free Muffins. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics,* 2012, 112(9), 58.
- 96.** Nizamoglu, N.M., Nas, S. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* ,2010 5(1), 20-35.
- 97.** Wang, H., Cao, G., Prior, R.L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 1997, 45,304–309.
- 98.** Pereira, A., Maraschin, M. Banana (*Musa spp*) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology,* 2015,160, 149-163.
- 99.** Bae, J.M., Lee, E.J., Guyatt, G. Citrus fruit intake and pancreatic cancer risk: a quantitative systematic review. *Pancreas,* 2008, 38,168–174.

- 100.** Kawasaki, B. T., Hurt, E. M., Mistree, T., Farrar, W. L. Targeting cancer stem cells with phytochemicals. *Molecular Interventions*, 2008, 8, 174–184.
- 101.** Wright, M. E., Park, Y., Subar, A. F., Freedman, N. D., Albanes, D., Hollenbeck, A., Leitzmann, M. F., Schatzkin, A. Intakes of fruit, vegetables, and specific botanical groups in relation to lung cancer risk in the NIH-AARP Diet and Health Study. *American Journal of Epidemiology*, 2008, 168, 1024–1034.
- 103.** Filiz, B. E., Seydim, A. C., Bazı kurutulmuş meyvelerin antioksidan özellikleri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2014, 2(3): 128-131.
- 104.** Saura-Calixto, F., Goni, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chemistry*, 2006, 94, 442–447.
- 105.** Arts, I. C., & Hollman, P. C. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2005, 81(1 Suppl), 317–325.
- 106.** Mozaffarian, D. Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity: A comprehensive review. *Circulation*, 2016, 133, 187–225.
- 107.** Nguyen, T. B. T., Ketsa, S., & Van Doorn, W. G. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 30, 187–193.
- 108.** Sajilata, M. G., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., Resistant starch – A review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2006, 5, 1–17.
- 109.** Schmarr, H., Gross, H. B., Shibamoto, T., Analysis of polar cholesterol oxidation products, evaluation of a new method involving transesterification, solid phase extraction, and gas chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44, 512–517.
- 110.** Bertolini, A. C., Mestres, C., Colonna, P., Rheological properties of UV-irradiated starches. *Starch/Stärke* 2000, 52, 340–344.
- 111.** Aparicio-Saguilan, A., Flores-Huicochea, E., Tovar, J., Garcia-Suarez, F. et al., Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: Partial characterization. *Starch/Stärke* 2005, 57, 405–412.
- 112.** Arvanitoyannis, I. S., Mavromatis, A., Banana cultivars, cultivation practices, and physicochemical properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2009, 49, 113–135.
- 113.** Vergara-Valencia, N., Granados-Pérez, E., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., Ruales, J., & Bello-Pérez, L. A. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 2007, 40, 722–729.
- 114.** <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/DuyusalTestTeknikleri.pdf>
Ulaşım tarihi: 30.07.2016
- 115.** Yrd. Doç. Dr. Didem Şahiner/ <http://slideplayer.biz.tr/slide/8834522/>
Ulaşım tarihi: 26.07.2016
- 116.** Rodriguez-Ambriz, S. L., Islas-Hernández, J. J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., Bello-Pérez, L. A. Characterization of a fiber-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 2008, 107, 1515–1521.
- 117.** <http://elynxsdk.free.fr/ext-docs/ColorSpace/HunterLab.pdf>
Ulaşım Tarihi: 24.07.2016
- 118.** Aksoylu, Z. Bisküvinin Fonksiyonel Özellik Taşıyan Bazı Bitkisel Ürünlerce Zenginleştirilmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 2012, (Yüksek Lisans Tezi).

- 119.** Emaga, T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 2007, 103, 590–600.
- 120.** Martínez, M. M., Díaz, A., Gómez, M. Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *Journal of Food Engineering*, 2014, 142, 49–56.
- 121.** Rao, R. S. P., Manohar, R. S., & Muralikrishna, G. Functional properties on water-soluble non-starch polysaccharides from rice and ragi: Effect on dough characteristics and baking quality. *LWT-Food Science and Technology*, 2007, 40, 1678–1686.
- 122.** Sharoba, A.M., Farrag, M. A. , Abd El-Salam, A.M. Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 2013, 19(4), 429-444.
- 123.** Koolen, H. H. F., Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., Souza, A. Q. L., & Souza, A. D. L. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, 2013, 51, 467–473.
- 124.** Dülger, D., Şahan, Y. Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011, 25 (2), 147-157.
- 125.** Saifullah, R., Abbas, F. M. A., Yeoh, S.-Y. and Azhar, M. E. Utilization of green banana flour as a functional ingredient in yellow noodle. *International Food Research Journal*, 2009, 16, 373-379.
- 126.** Bath, D. E., Shelke, K., and Hoseney, R. C. Fat Replacers in High Ratio Layer Cakes. *Cereal Chemistry*, 1992, 67(5), 451-457.
- 127.** Al-Sayed, H.M.A., Ahmed, A.R. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*, 2013, 58(1), 83–95.
- 128.** Stauffer, C. E. Functional additives for bakery foods. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.
- 129.** Gomez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., Caballero P.A. Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT - Food Science and Technology*, 2010, 43, 33–38.
- 130.** Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., Martín-Belloso, O. Development of high-fruit-dietary-fibre muffins, 1999, 210, 123–128.
- 131.** Juarez-Garcia, E., Agama-Acevedo, E., Sáyago-Ayerdi, S. G., Rodríguez-Ambriz, S. L., Bello-Pérez, L. A. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant Food for Human Nutrition*, 2006, 61, 131–137.
- 132.** Utrilla-Coello, R.G., Agama-Acevedo, E., Osorio-Dí'az, P., Tovar, J., and Bello-Pérez, L. A. 2011. “Composition and starch digestibility of whole grain bars containing maize or unripe banana flours”, *Starch/Stärke* 63, 416–423
- 133.** Pietta, P.-G. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 2000, 63, 1035–1042.
- 134.** Turkoğlu, A., Duru, M.E., Mercan, N., Kivrak, İ., Gezer, K. Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill.. *Food Chemistry*, 101 (1), 2007, Pages 267–273.
- 135.** Katalinić, V., Milos, M., Modun, D., Musić, L.,Boban., M. Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. *Food Chemistry*, 2004, 86 (4), 593–600

- 136.** Rupasinghe, H. P. V., Wang, L., Huber, G. M., Pitts, N. L. Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*, 2008, 107, 1217–1224.
- 137.** Brindzova, L., Takacsova, M., Mikusova, L., Zalibera, Michal. Antioxidant capacity and sensory evaluation of wheat bakery products supplemented with buckwheat and oat flour and barley β -D-glucan. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2009, 3 (1) 56-61.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burcu Türker
Doğum Yeri ve Yılı : Antalya,1989
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : burcuturker@ogr.cbu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : Antalya Gazipaşa Anadolu Lisesi, 2007
Lisans : Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2012

Mesleki Deneyim

Beyaz Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimi (C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı) 2013
Hayati Özer Tarım Ürünleri Tic. San. A.Ş. (Gıda Mühendisi) 2014
Celal Bayar Üniversitesi (Tübitak Proje Bursiyeri) 2016

Yayınları

Çağındı, Ö., Uyanık, B., Türker, B. β -glukanın önemi ve gıda ürünlerinde kullanımı. Gıda & Yem ANALİZ'35 Dergisi. 2015, 24, 32-37.

Türker, B., Savlak, N. Dirençli nişasta tipleri, kaynakları, fizyolojik etkileri ve fonksiyonel özellikleri. Akademik Gıda Dergisi. 2015, 13(4), 354-359.

Savlak, N., Türker, B., Yeşilkanat, N. Effects of particle size distribution on some physical, chemical and functional properties of unripe banana flour. Food Chemistry. 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.064>.

Türker, B., Savlak, N., Kaşıkçı, M., B. Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten free cakes. 1st International Conference on Nutraceuticals and Functional Foods, 7-9 July, 2016, Kalamata (Bildiri Özetleri, 54-55).