

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇÖLYAK HASTALARININ TÜKETİMİNE UYGUN KURABIYE
FORMÜLASYONU GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS

Batuhan BURSA

MAYIS-2023
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇÖLYAK HASTALARININ TÜKETİMİNE UYGUN KURABIYE
FORMÜLASYONU GELİŞTİRİLMESİ**

**DEVELOPMENT OF COOKIE FORMULATION FOR CONSUMPTION OF
CELIAC PATIENTS**

YÜKSEK LİSANS

Batuhan BURSA

**MAYIS-2023
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇÖLYAK HASTALARININ TÜKETİMİNE UYGUN KURABIYE
FORMÜLASYONU GELİŞTİRİLMESİ**

**DEVELOPMENT OF COOKIE FORMULATION FOR CONSUMPTION OF
CELIAC PATIENTS**

YÜKSEK LİSANS

Batuhan BURSA

Danışman: Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU

MAYIS-2023

GÜMÜŞHANE

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Çölyak Hastalarının Tüketimine Uygun Kurabiye Formülasyonu Geliştirilmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

31/05/2023

Batuhan BURSA

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmamın her aşamasında engin bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösterici olan, araştırmam boyunca desteğini esirgemeyen, örnek aldığım saygı değer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım için bana yardımcı olan Gümüşhane Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik bölümünde bulunan hocalarıma ve öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak çalışmalarım sürecinde maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan babam Adnan BURSA'ya, sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma GÜBAP 2907: Lisansüstü Öğrenci Destek Programı tarafından desteklenmiştir (Proje No: 22.E0106.07.01).

Batuhan BURSA

GÜMÜŞHANE - 2023

ÖZET

Bu çalışmanın amacı çölyak hastalarının tüketimine uygun mısır unu bazlı kurabiye formülasyonu geliştirilmesidir. Yanıt yüzey metodu uygulanarak kurabiye formülasyonuna mercimek unu ikamesinin ve limon kabuğu tozu ilavesinin kurabiyelerin fiziksel özellikleri ve genel beğeni düzeyine etkisini incelenmiş ve kurabiye formülasyonu optimize edilmiştir. Kurabiye formülasyonu için optimum değerler mercimek unu ikamesi (16 g/100g un) ve limon kabuğu tozu ilavesi (1 g/100 g un) olarak belirlenmiş ve kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Mısır unu (MU) ve buğday unundan (BU) kontrol kurabiyeleri hazırlanmıştır. Kurabiye örneklerinde fiziksel, fizikokimyasal, kimyasal ve duysal analizler yapılmıştır.

Kurabiye formülasyonuna mercimek unu ikamesi ve limon kabuğu tozu ilavesiyle kurabiyelerin besin değerinde artış gözlenmiştir. Mısır unu-yeşil mercimek unu ve limon kabuğu tozu (MYL) içeren kurabiyenin MU içeren kurabiyeden daha yüksek miktarda protein (% 36.7), ham lif (> % 100.0) ve kül (%14.5) içerdiği tespit edilmiştir. MU kurabiye C vitamini içermezken MYL kurabiyenin C vitamini içerdiği tespit edilmiştir. MYL kurabiyenin BU kurabiyeyle kıyaslandığında daha yüksek miktarda ham lif (> % 100.0), kül (% 31.8) ve C vitamini (> % 100.0) içerdiği belirlenmiştir. Kurabiye formülasyonuna mercimek unu ikamesi ve limon kabuğu tozu ilavesiyle kurabiyelerin duysal özelliklerinde istatistiksel olarak önemli olmayan değişimler meydana gelmiştir. MYL kurabiye MU kurabiyeye kıyasla renk, görünüş, tat ve genel beğeni açısından daha düşük puanlar alırken koku, sertlik, kırılabilirlik ve gevreklik açısından daha yüksek puan almıştır. MYL kurabiye BU kurabiye kıyasla duysal özellikler açısından daha yüksek puanlar almıştır. Çalışma sonuçları mısır unuyla birlikte yeşil mercimek unu ve limon kabuğu tozunun glutensiz kurabiye üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çölyak, Kurabiye, Limon kabuğu, Mercimek, Mısır unu

SUMMARY

The aim of this study was to develop a cookie formulation based on corn flour (CF) for the consumption of celiac patients. The effects of the replacement of lentil flour (LF) and addition of lemon peel powder (LPP) on the physical properties and general acceptability were investigated via response surface methodology and cookie formulation was optimized. Optimum values were 16 g LF and 1 g LPP for 100 g flour, and the cookie was produced. Control cookies from corn flour (CFC) and wheat flour (WFC) were prepared. Physical, chemical and sensorial analyses of the cookies were performed.

An increase in the nutritional value of cookie was observed with the replacement of LF and addition of LPP. The cookie with CF, LF and LPP (DC) was found to contain higher amounts of protein (36.7%), crude fibre (>100.0%) and ash (14.5%) than the CFC. The CFC did not contain vitamin C, while the DC contained vitamin C. The DC was found to contain higher amounts of crude fibre (>100.0%), ash (31.8%) and vitamin C (>100.0%) compared to the WFC. Non-significant changes in the sensorial properties were observed with the replacement of LF and addition of LPP. The DC had lower scores in terms of colour, appearance, taste and general acceptability and higher scores in terms of odour, hardness and brittleness compared to the CFC. The DC had higher sensorial scores than the WFC. The findings of study showed that the LF and LPP with CF can be used in gluten-free cookie production.

Keywords: Celiac, Cookie, Lemon peel, Lentil, Corn flour

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IVIII
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIVV
EKLER DİZİNİ.....	XV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XVI
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Çölyak Hastalığı.....	3
2.2. Mısır	4
2.3. Yeşil Mercimek.....	6
2.4. Limon Kabuğu	7
2.5. Fonksiyonel Kurabiye	8
2.6. Glutensiz Kurabiye.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal	16
3.2. Kimyasallar	16
3.3. Limon Kabuğu Tozunun Elde Edilmesi.....	16
3.4. Limon Kabuğu Tozunun Partikül Boyutunun Belirlenmesi	17
3.5. Kurabiye Üretim Metodu	17
3.6. Kurabiye Formülasyonun Geliştirilmesi	18
3.7. Yanıt Yüzey Metodu	18
3.8. Üretim Metodunun Validasyonu.....	19
3.9. Unlarda Yapılan Analizler	20
3.9.1. Nem Miktarı Tayini	20
3.9.2. Kül Miktarı Tayini	20

3.9.3. Yağ Miktarı Tayini.....	21
3.9.4. Protein Miktarı Tayini.....	21
3.9.5. Toplam Karbonhidrat Tayini	21
3.9.6. Ham Lif Tayini.....	22
3.9.7. Renk Tayini.....	22
3.9.8. C Vitamini Tayini	22
3.9.9. Fenolik Madde Ekstraksiyonu.....	23
3.9.10. Toplam Fenolik Madde Analizi	23
3.9.11. Antioksidan Aktivite Tayini.....	23
3.9.12. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi	23
3.9.13. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP).....	24
3.10. Kurabiyelerde Yapılan Analizler	24
3.10.1. Nem Miktarı Tayini	24
3.10.2. Kül Miktarı Tayini	24
3.10.3. Protein Miktarı Tayini.....	25
3.10.4. Yağ Miktarı Tayini.....	25
3.10.5. Toplam Karbonhidrat Tayini	25
3.10.6. Ham Lif Analizi	25
3.10.7. Renk Tayini.....	25
3.10.8. Fiziksel Analiz	25
3.10.9. Duyusal Analiz.....	26
3.10.10. Fenolik Madde Ekstraksiyonu.....	26
3.10.11. Toplam Fenolik Madde Analizi	26
3.10.12. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi	26
3.10.13. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP).....	27
3.11. İstatistiksel Analiz.....	27
4. BULGULAR.....	28
4.1. Limon Kabuğu Tozu Analizi Sonuçları	28
4.2. Un Analizi Sonuçları.....	29
4.2.1. Nem Analizi Sonuçları.....	29
4.2.2. Kül Analizi Sonuçları.....	29
4.2.3. Yağ Analizi Sonuçları	30
4.2.4. Protein Analiz Sonuçları	30
4.2.5. Toplam Karbonhidrat	30
4.2.6. Ham Lif Analizi	31

4.2.7. Renk Analizi Sonuçları	31
4.2.8. C Vitamini Analiz Sonuçları	32
4.2.9. Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları	32
4.2.10. Antioksidan Aktivite Analizi Sonuçları	33
4.2.11. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi	33
4.2.12. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü	34
4.3. Kurabiye Formülasyonun Belirlenmesi	34
4.3.1. Çap	36
4.3.2. L*	37
4.3.3. b*	38
4.3.4. Genel Beğeni	39
4.4. Validasyon	40
4.5. Kurabiye Analiz Sonuçları	41
4.5.1. Nem Analizi Sonuçları	41
4.5.2. Kül Analizi Sonuçları	41
4.5.3. Yağ Analizi Sonuçları	42
4.5.4. Protein Analiz Sonuçları	42
4.5.5. Toplam Karbonhidrat	42
4.5.6. Ham Lif Analizi Sonuçları	43
4.5.7. Fiziksel Analiz Sonuçları	43
4.5.8. Kalınlık Ölçümü Sonuçları	43
4.5.9. Çap Ölçümü Sonuçları	44
4.5.10. Yayılma Faktörü Sonuçları	44
4.5.11. Tekstür Analizi Sonuçları	44
4.5.12. Sertlik Tayini Sonuçları	44
4.5.13. Kırılmalık Tayini Sonuçları	45
4.5.14 Renk Analizi Sonuçları	45
4.5.15. C Vitamini Analiz Sonuçları	46
4.5.16. Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları	46
4.5.17. Antioksidan Aktivite Analizi Sonuçları	47
4.5.18. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi Sonuçları	47
4.5.19. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü Sonuçları	47
4.5.20. Duyusal Analiz	48
5. TARTIŞMA	50
5.1. Limon Kabuğu Tozu Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	50

5.2. Kurabiye Formülasyonu Geliştirilmesi	51
5.3. Kurabiyelerin Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	51
5.4. Kurabiyelerin Fiziksel Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	53
5.5. Kurabiyelerin Renk Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	53
5.6. Kurabiyelerin C Vitamini Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	54
5.7. Kurabiyelerin Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	54
5.8. Kurabiyelerin Antioksidan Kapasitesinin Değerlendirilmesi	55
5.9. Kurabiyelerin Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	55
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKÇA.....	59
EKLER.....	68
ETİK KURUL KARARI	74
ÖZGEÇMİŞ	77

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Toplam danede bulunan besin maddelerinin oranları (Yıldırım ve Öner, 2020).....	4
Tablo 2. Mısır ununun besin ögesi içeriği (USDA, 2019).....	6
Tablo 3. Türkiye yeşil mercimek denge tablosu (Tepge, 2020).	6
Tablo 4. Türkiye yeşil mercimek tüketimi (Tepge, 2020).	7
Tablo 5. Mercimek besin bileşimi (USDA, 2019).	7
Tablo 6. Türkiye limon verileri (Tepge, 2021).	8
Tablo 7. Glutensiz ürün geliştirme çalışmaları	13
Tablo 8. Kontrol kurabiye formülasyonları	17
Tablo 9. Bağımsız değişkenler ve faktör seviyeleri	18
Tablo 10. Deney Tasarımı.....	19
Tablo 11. Optimizasyon: Yanıtlar ve Hedef Değerler	19
Tablo 12. HPLC koşulları	22
Tablo 13. Limon kabuğu tozu analiz sonuçları.....	28
Tablo 14. Un nem analizi sonuçları	29
Tablo 15. Un kül analizi sonuçları	30
Tablo 16. Un yağ analizi sonuçları	30
Tablo 17. Un protein analizi sonuçları.....	30
Tablo 18. Un toplam karbonhidrat miktarı	31
Tablo 19. Un ham lif analizi sonuçları.....	31
Tablo 20. Un renk analizi sonuçları	32
Tablo 21. Un C vitamini analizi sonuçları	32
Tablo 22. Un toplam fenolik madde analizi sonuçları	33
Tablo 23. Un ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları.....	33
Tablo 24. Un demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü analizi sonuçları	34
Tablo 25. Bağımsız değişkenler ve yanıtların deneysel değerleri.....	35
Tablo 26. Kurabiyelerin çap değerlerine ait korelasyon katsayıları	36
Tablo 27. Kurabiyelerin L* değerlerine ait korelasyon katsayıları.....	37
Tablo 28. Kurabiyelerin b* değerlerine ait korelasyon katsayıları	38
Tablo 29. Kurabiyelerin genel beğeni değerlerine ait korelasyon katsayıları.....	39

Tablo 30. Deneysel ve tahmini değerler	41
Tablo 31. Kurabiye nem analizi sonuçları	41
Tablo 32. Kurabiye kül analizi sonuçları	42
Tablo 33. Kurabiye yağ analizi sonuçları	42
Tablo 34. Kurabiye protein analizi sonuçları	42
Tablo 35. Kurabiye toplam karbonhidrat miktarı	43
Tablo 36. Kurabiye ham lif analizi sonuçları	43
Tablo 37. Kalınlık lm sonuçları	43
Tablo 38. ap lm sonuçları	44
Tablo 39. Yayılma faktörü sonuçları	44
Tablo 40. Sertlik Tayini sonuçları	45
Tablo 41. Kırılma ayini sonuçları	45
Tablo 42. Kurabiye renk analiz Sonuçları	45
Tablo 43. Kurabiye C vitamini analizi sonuçları	46
Tablo 44. Kurabiye toplam fenolik madde analizi sonuçları	46
Tablo 45. Kurabiye ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları	47
Tablo 46. Kurabiye demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü analizi sonuçları	48
Tablo 47. Kurabiye duyusal analiz sonuçları	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Çölyak tanısı alan kişilerin yaş grupları ve cinsiyete göre dağılımı (HSGM 2021).	3
Şekil 2. Türkiye mısır üretimi ve üretim alanları (BUGEM, 2022).	5
Şekil 3. Türkiye mısır ithalat miktarı (BUGEM, 2022).	5
Şekil 4. Parçalara ayrılmış limon kabukları.....	16
Şekil 5. Kurutulmuş limon kabukları	16
Şekil 6. Limon kabuğu tozu	17
Şekil 7. Mısır unlu kurabiye.....	18
Şekil 8. Buğday unlu kurabiye	18
Şekil 9. Mısır-mercimek unu-limon kabuğu tozu içeren kurabiye	20
Şekil 10. Kontur grafiği: Çap	37
Şekil 11. Kontur grafiği: L*	38
Şekil 12. Kontur grafiği: b*	39
Şekil 13. Kontur grafiği: Genel beğeni	40

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Katılımcı Onam Formu.....	68
Ek 2. Duyusal Analiz Formu.....	70
Ek 3. Sağlık Bilimleri Fakültesi Onay Yazısı	73



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABTS : 2,2- azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu

A.Ş. : Anonim Şirket

BPU : Beyaz pirinç unu

BU : Buğday unu

BUGEM : Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü

ÇH : Çölyak Hastalığı

daa : dekar

dk : dakika

DM : Diyabet Mellitus

DPPH : 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil radikali

FRAP : Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü

g : Gram

HSGM : Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Ha : hektar

KBTM: Kişi başı tüketim miktarı

kg : Kilogram

KPU : Kahverengi pirinç unu

LF : Uyum eksikliği

Mg : miligram

mm : milimetre

ml : mililitre

MU : Mısır unu

MYL : Mısır unu- mercimek unu- limon kabuğu tozu

nm : Nanometre

P : Önem derecesi

Rpm : Dakikadaki devir sayısı

R^2 : Regrasyon katsayısı

R^2 adj : Düzeltilmiş regrasyon katsayısı

San : Sanayi

TED : Tespit edilemeyen düzey

Tepge : Tarımsal ekonomi ve politika geliştirme

TFM : Toplam fenolik madde

Tic : Ticaret

TPTZ : 2,3,5- trifenil tetrazolium klorür

USDA : Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı

YMU : Yeşil mercimek unu

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

μm : Mikrometre

μg : Mikrogram

μL : Mikrolitre

μmol : Mikromol

1. GİRİŞ

Kurabiye tüm yaş grupları tarafından sevilerek tüketilen fırıncılık ürünlerinden birisidir. Farklı tat ve dokuda çeşitli ürünler üretilebilmesi ve ürünlerin ucuz ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle ülkemizde ve dünyada popüler atıştırmalık ürünler arasında yer almaktadır (Atasoy ve Turhan, 2020). Kurabiye üretiminde un, şeker ve yağ olmak üzere üç ana bileşen kullanılmaktadır. Un gluten proteini içermektedir. Çölyak hastaları gluten içeren ürünleri tüketememektedir (Dizlek, 2020; Akkelle ve Ertem, 2017).

Çölyak hastalığı gluten proteini içeren tahılların tüketimi sonucu gelişen otoimmün bir hastalıktır. Çocukluk yıllarında başlayarak kendini göstermektedir. Çölyak hastası bireyler gluten içermeyen besinleri tüketmelidir. Çölyak hastası bireylerin tüketebileceği ürün çeşitliliğinin artırılmasına ihtiyaç duyulduğundan son yıllarda çölyak hastalarının tüketimine uygun fırıncılık ürünlerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Buğday unu yerine gluten içermeyen mısır, pirinç, karabuğday, kinoa ve amarant gibi tahıl unları ile kurubaklagil unları içeren fırıncılık ürünleri geliştirilmektedir (Kurtoglu ve Tekedereli 2018; Çölyak Rehberi, 2019; Madiha Jaffar vd., 2022).

Mısır insan beslenmesinde önemli bir tahıl ürünüdür. Mısır unu protein, karbonhidrat, yağ, lif, vitamin ve mineral içerir. Mısır unu gluten içermez (Nikolic vd., 2019). Mısır unu fenolik asitler, flavonoidler, steroller ve ligninler gibi fitokimyasallar açısından zengindir (Sheng, 2018). Mısır ve ürünlerinin tüketiminin kardiyovasküler hastalıklar, tip-2 diyabet ve obezite riskini azaltabileceği belirtilmiştir (Patıl vd., 2021).

Mercimek tüketimi en yaygın olan kurubaklagil olup önemli bir bitkisel protein kaynağıdır. Mercimek protein, karbonhidrat, yağ, lif ve mineral içerir (USDA, 2019). Mercimek ayrıca fenolik asitler, flavonoller, tanenler ve fitik asit gibi fitokimyasallar içermektedir. Mercimek tokluk hissi vermesi ve glisemik indeksinin düşük olması nedeniyle vücut ağırlığının korunmasına yardımcı olur (Joshi vd., 2017). Kanseri ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu özellik gösterir (Hefnawy, 2011).

Rutacea familyasına ait bir meyve olan limon gıda endüstrisinde meyve suyu, reçel, jöle ve pekmez gibi çeşitli ürünlere işlenmektedir (Szczykutowicz vd., 2020). Limon kabukları limonun çeşitli gıda ürünlerine işlenmesi sırasında meydana gelen gıda atığıdır. Limon kabuğu protein, karbonhidrat, lif, vitamin ve mineral içermektedir (USDA, 2019). Limon kabuğu pektin, uçucu yağ ve flavonoidler gibi yüksek katma

değerli maddeler açısından zengindir. Gıda atıklarının diyet lifi, fenolik maddeler ve uçucu yağ gibi



bileşenler açısından zengin olmaları nedeniyle geri kazanılması ve katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi önem kazanmıştır (Jiang., 2022).

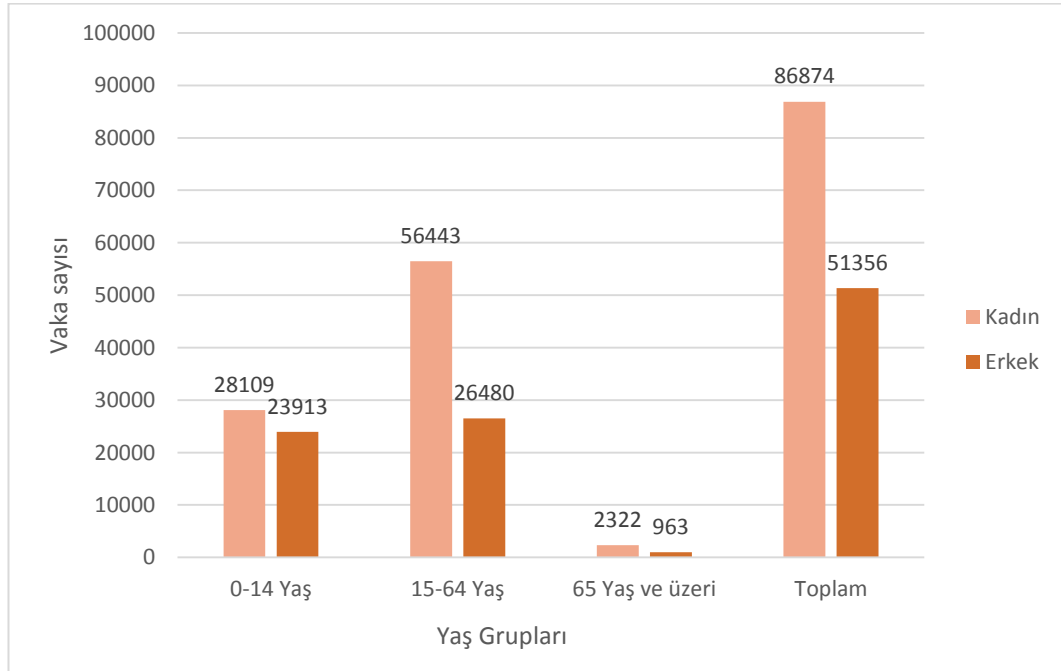
Bu çalışmanın amacı çölyak hastalarının tüketimine uygun kurabiye formülasyonu geliştirilmesidir. Çölyak hastaları gluten içeren ürünleri tüketememektedir. Çölyak hastaları buğday unu bazlı fırıncılık ürünlerini tüketemediğinden gluten içermeyen unlardan üretilecek fırıncılık ürünlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada mısır unu yerine mısır ve mercimek unu karışımı ve ürünün duysal özelliklerini iyileştirmek için limon kabuğu tozu kullanılarak çölyak hastalarının tüketimine uygun kurabiye formülasyonu geliştirilmesi planlanmıştır. Çalışma sonuçlarının gluten içermeyen fırıncılık ürünleri alanında yapılan çalışmalara katkı sağlaması beklenmektedir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Çölyak Hastalığı

Çölyak hastalığı (ÇH) genetik yatkınlığı olan bireylerde görülen gluten proteinini kaynaklı otoimmün hastalıktır (Yıldırım, 2020). Karın ağrısı, ishal ve gelişme geriliği en çok karşılaşılan belirtilerdir. Bazı otoimmün hastalıklarında özellikle tip 1 diyabet mellitus (DM) ve otoimmün tiroiditte hastalık riski atmaktadır. Tip 1 DM olan çocuklarda çölyak hastalığı görülme oranı % 3-14 arasında değişmektedir. Down, Turner ve William gibi kromozomal bozuklukların çölyak hastalığı riskinin arttığı belirlenmiştir (Akkelle ve Ertem, 2017). Buğday, arpa, çavdar, yulaf ve bu tahıllardan üretilen tüm gıdalar, nişasta, irmik, bulgur, kuskus, erişte, ekmek, makarna, kahvaltılık gevrekler, simit, pasta ve börek gibi fırıncılık ürünleri, çölyak hastaları için risk içiren gıdalar arasında yer alır (Çölyak Rehberi, 2019). Mısır, darı, pirinç ve karabuğday gibi gluten içermeyen tahıllar tüketilebilir (Green vd., 2007). Çölyak hastalığının tanımı 1888’li yıllarda Samuel Gee tarafından yapılmıştır (Akkelle ve Ertem 2017). Epidemiyolojik araştırmalarda dünyada tahmini prevalansı % 0.05-0.1 olarak bildirilmiştir (Kuloğlu, 2014). Ülkemizde çölyak hastalığı tanısı alan kişi 138.230 olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde çölyak hastalığı tanısı alan kişilerin, yaş grupları ve cinsiyete göre dağılımı Şekil 1’ de verilmiştir (HSGM, 2021).



Şekil 1. Çölyak tanısı alan kişilerin yaş grupları ve cinsiyete göre dağılımı (HSGM 2021).

Çölyak hastalığının klinik türleri tipik (klasik), atipik, sessiz, potansiyel ve latent çölyak hastalığı olarak ayrılmaktadır (Kuloğlu, 2014). Tipik (klasik) çölyak hastalığı çocuklarda (6-24. aylarda) glutenin tüketilmesiyle olgunlaşma geriliği, karında şişlik, ishal, karın ağrısı, yemek yememe ve hipotoni gibi gastrointestinal semptomlarla kendini gösterir. Gluten tüketildikten sonra semptomların kendini göstermesi süre alabilir. Çölyak hastalığı görünen çocuklar üzgün ve sinirli olabilirler (Demirçeken, 2011). Atipik ise çoğunlukla 5-7 yaş üstü çocuklar ve yetişkinlerde gözlenir. Malabsorbsiyon semptomları yoktur. Boy kısalığı, dermatitis herpetiformis, dişte bozukluk, demir eksikliği ve nörolojik semptomlar gözükabilir (Kuloğlu 2014). Sessiz çölyak hastalığı sağlıklı bilinen çocuk veya yetişkinde 1. derece akrabalarının çölyak hastası olmasıyla sebebiyle yapılan araştırmalarla ve testlerle çölyak hastalığının tespit edilmesidir. Son yapılan araştırmalarda sessiz çölyak hastalarının büyük bölümünde bulguların hafif seyrettiği ve çölyak diyetiyle beraber hastaların kendilerini iyi hissettikleri gözlenmiştir (Demirçeken, 2011). Potansiyel çölyak hastalığı olan bireyler denk doku uyumuna sahiptir. Bu bireylerin ileriki yıllarda hastalığı geçirme potansiyeli yüksektir. Bu yüzden bireylerin belli zaman dilimlerinde kontrol altında tutulup gözlenmesi gerekmektedir. Latent çölyak hastaları çölyak hastalığıyla uyumlu olan insan lökosit antijeni türüne sahip, ancak bağırsak hastalığı görülmeyen ömrünün belli bir zamanında glutene duyarlılığı olan bireylerdir. Çölyak bulguları gözlenebilir veya gözlenmeyebilir. (Kuloğlu, 2014).

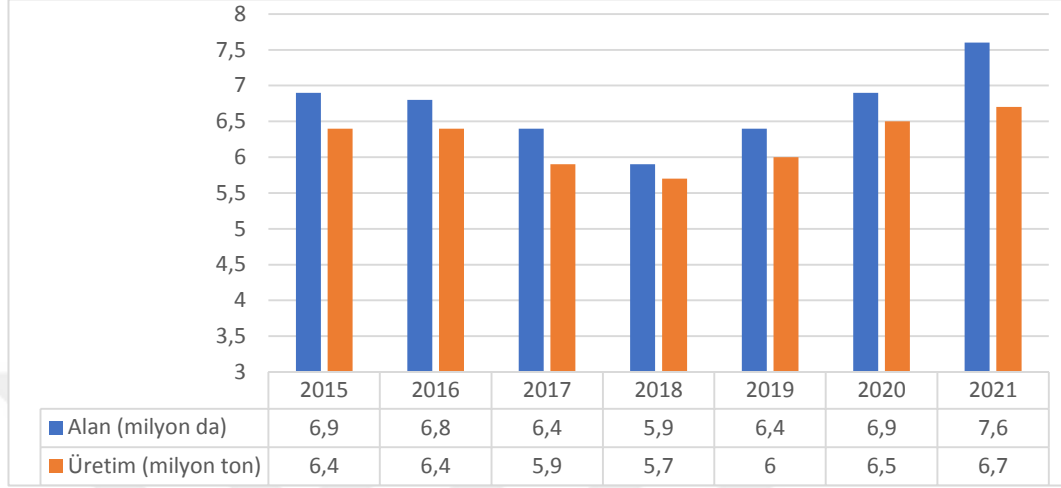
2.2. Mısır

Mısır (*Zea mays* L.) Poaceae familyasına ait bir tahıldır (Shah vd., 2016). Mısır, at dişi mısır, sert mısır, patlak mısır, şeker mısır, mumsu mısır, unlu mısır ve kavuzlu mısır olmak üzere yedi alttür içermektedir. Mısır danesi nişasta, protein, yağ ve kül içermekte olup mısır danesindeki oranları Tablo 1’de verilmiştir (Yıldırım ve Öner, 2020). Mısırdaki başlıca karbonhidrat nişastadır. Mısırın karbonhidrat içeriği yüksektir, vitamin ve mineraller bakımından da zengindir (Özcan, 2009).

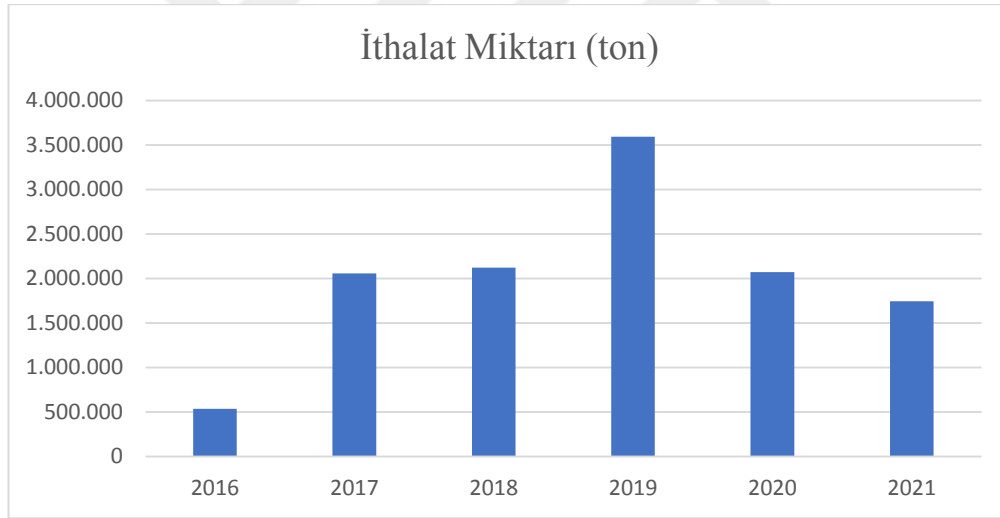
Tablo 1. Toplam danede bulunan besin maddelerinin oranları (Yıldırım ve Öner, 2020).

Besin maddeleri	Danedeki oranı (%)
Nişasta	70
Protein	10
Yağ	5
Şeker	2
Kül	2

Ülkemizde mısır üretimi 2020 yılında 6.5 milyon tondan 2021 yılında 6.75 milyon tona yükselmiştir (BUGEM, 2022) (Şekil 2). Ülkemizde 2019 yılında 3.6 milyon ton mısır ithal edilmişken, 2020 yılında üretimdeki artış sebebiyle 2.1 ton mısır ithal edilmiştir (BUGEM, 2022) (Şekil 3).



Şekil 2. Türkiye mısır üretimi ve üretim alanları (BUGEM, 2022).



Şekil 3. Türkiye mısır ithalat miktarı (BUGEM 2022).

Mısır insan gıdası olarak kullanılmasının yanısıra hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır. Mısır bitkisi yemeklik yağ, mısır şurubu, etanol ve biyoyakıt üretiminde kullanılmaktadır. (Kara, 2022). Mısırın sap ve yaprakları kâğıt üretimi ve bazı el işlerinde değerlendirilmektedir (Öztürk vd., 2019). Mısır unu, karbonhidrat, protein, yağ, lif, kalsiyum, magnezyum ve fosfor içermektedir. Tablo 2’de mısır ununun besin bileşimi ve değerleri verilmiştir (USDA, 2019). Mısır fenolik asitler ve flavonoidler gibi fitokimyasallar içermekte olup fitokimyasalların çoğunun mısırın endosperm kısmında değil kepek ve embriyo kısımlarında bulunduğu ve toplam fenolik madde içeriğinin

yaklaşık % 87'sinin kepek ve embriyo kısımlarında bulunduğu belirlenmiştir (Sheng vd., 2018).

Tablo 2. Mısır ununun besin ögesi içeriği (USDA 2019).

Mısır Unu	100 g
Protein	8.46 g
Yağ	3.69 g
Karbonhidrat	76.60 g
Kül	1.48 g
Lif	6.40 g
Kalsiyum	0.14 g
Magnezyum	0.09 g
Fosfor	0.23 g

Bazı tüketiciler gluten içeren ürünleri tüketememektedir, buğday unu yerine besleyici değeri olan başka unlar kullanılarak hazırlanabilen ürünlere yönelmektedir (Namrata vd., 2019). Mısır gibi gluten içermeyen tahıllar ile kurubaklagillerden elde edilen unlar alternatif olarak çölyak hastalarına yönelik üretilecek olan ürünlerde kullanılabilir (Brites vd., 2018).

2.3. Yeşil Mercimek

Yeşil mercimek başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere en yaygın tüketilen kurubaklagillerden birisidir. Ülkemizde yeşil mercimek üretimi 2019 yılında 43.6 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde ihracat 5.044 ton ve ithalat ise 25.671 tondur. (Tepge 2020) (Tablo 3). Ülkemizde yeşil mercimek tüketimi 2018/2019 yıllarında 43.3 ton, kişi başı tüketim ise 0.5 kg olarak belirlenmiştir (Tepge 2020) (Tablo 4).

Tablo 3. Türkiye yeşil mercimek denge tablosu (Tepge 2020).

	2015	2016	2017	2018	2019
Alan (1000 ha)	164	168	232	342	396
Üretim (bin ton)	20	20	30	43	43.6
İthalat (ton)	30.758	21.742	25.801	21.697	25.671
İhracat (ton)	1.710	2.122	1.416	3.632	5.044

Tablo 4. Türkiye yeşil mercimek tüketimi (Tepge 2020).

	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Tüketim (bin ton)	47.3	42.7	39.9	48.6	43.3
KBTM (kg)	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5

KBTM: Kişi başı tüketim miktarı

Mercimeğin besin bileşimi ve değerleri Tablo 5’te verilmiştir. Mercimek, 100 gramda yaklaşık 24.6 g protein, 63.4 g karbonhidrat, 1.6 g yağ, 2.71 g kül ve 10.7 g lif içerir (USDA, 2019). Mercimeğin protein oranı buğdayın protein oranının yaklaşık 2 katı kadardır. Protein miktarı ve sindirilebilirlik oranının yüksek olması nedeniyle yeşil mercimek besin değeri bakımından tahıllara göre üstündür (Hakkoymaz ve Önder, 2022). Yeşil mercimeğin diyet lifi içeriği yüksektir. Lif içeriği yüksek besinler kabızlığı önlemeye yardımcı olur (Hefnaawy, 2011). Yeşil mercimek çözünür ve çözünür olmayan diyet liflerini içerir (Erdil ve Gedik, 2018). Çözünür lif serum kolesterolünü düşürmeye ve kalp krizini ve kolon kanseri riskini azaltmaya yardımcı olur. Yapılan çalışmalar mercimek tüketiminin diyabet, kardiyovasküler rahatsızlıklar, kanser, osteoporoz ve gastrointestinal rahatsızlık riskini azaltabileceğini göstermiştir (Joshi vd., 2017).

Tablo 5. Mercimek besin bileşimi (USDA, 2019).

Mercimek	100 g
Protein	24.60 g
Karbonhidrat	63.40 g
Yağ	1.06 g
Kül	2.71 g
Lif	10.70 g

2.4. Limon Kabuğu

Limon (*Citrus limon* L.) kış aylarında yaprakları dökülmeyen gelişimi sene boyunca devam eden küçük ağaç çeşididir. Ülkemizde Ege ve Akdeniz bölgesinde yetişmektedir (Topal, vd., 2011). Limon üretimi ülkemizde her yıl artmaktadır. 2018/2019 yılında 1.110 bin ton üretim yapılmış olup, 497 bin ton tüketilmiş ve 543 bin ton ihraç edilmiştir (Tepge 2021) (Tablo 6).

Tablo 6. Türkiye limon verileri (Tepge 2021).

	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Toplu meyveliklerin alanı (1000 daa)	277	286	300	24	359
Ağaç başına ortalama verim¹ (kg/ağaç)	109	107	96	121	126
Üretim (bin ton)	725	751	851	1.007	1.100
Tüketim (bin ton)	250	272	332	377	497
İthalat (bin ton)	8	4	5	10	2
İhracat (bin ton)	449	446	503	590	543

Limon en çok tüketilen narenciye türlerinden biridir. Limon kabukları, limonun çeşitli gıda ürünlerine işlenmesi sırasında açığa çıkan atık üründür. Limon kabuğunun 100 gramında; 81.6 g su, 0.3 g toplam yağ, 1.5 g protein, 10.6 g diyet lifi, 6 mg sodyum, 134 mg kalsiyum, 160 mg potasyum ve 129 mg C vitamini bulunduğu rapor edilmiştir (USDA, 2019). Limon kabuğu selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi lifler içermektedir. (Topal, vd., 2011). Limon kabuğu doğal bir flavonoid kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Kılınç, vd., 2018). Limon kabuğundan elde edilen yağın gıda ve içecek sektöründe geniş kullanım alanının olduğu ve özellikle gazlı içeceklerde kullanımının yaygın olduğu bilinmektedir. Ağırlığı 100 gram olan bir limondan ortalama 50 gram kabuk elde edilmektedir (Yaman, 2012).

Limon meyvesinin ve limon kabuğu gibi türevlerinin zengin kimyasal bileşimi nedeniyle gıda endüstrisinde kullanımı yaygındır. Limon meyvesi esas olarak taze bir meyve olarak kullanılır, ancak aynı zamanda meyve suyu, reçel, jöle ve pekmez gibi ürünlere de işlenir. Limon kabuğu, reçel ve jöle üretimi de dahil olmak üzere bir jelleştirici ajan olarak kullanılan pektin açısından zengindir. Jelleştirici özelliklerinden dolayı pektin farmasötik, dişçilik ve kozmetik formülasyonlarda da kullanılmaktadır (Szczykutowicz vd., 2020).

2.5. Fonksiyonel Kurabiye

Fonksiyonel gıda terimi ilk kez 1980'li yıllarda Japonya'da özel olarak üretilmiş fizyolojik etkisi olan; bireyin sağlığını, fiziksel ve ruhsal durumunu olumlu etkileyen gıdalar olarak tanımlanmıştır (Erbaş, 2006). Kurabiye, herkes tarafından sevilerek tüketilen tadı ile ilgi çeken ürünlerden birisidir. Maliyetinin ucuz ve doyurucu olmasıyla beraber ilave edilen bileşenlerle besin değeri zenginleştirilebilen bir ürün olarak tercih edilmektedir (Yıldız ve Gocmen, 2021). Albenisi yüksek hemen hemen bütün tüketicilerin damak tadına hitap eden her kesimin tüketebildiği bu atıştırma gıdaları, endüstriyel açıdan yaygın biçimde üretilmeye ve pazarlanmaya başlanmıştır. Kurabiye

formülasyonunda genel olarak un, şeker ve yağ gibi temel maddelerin yanı sıra kabartma tozu, süt, lezzet vericiler, çerezler ve bazı katkı maddeleri kullanılmaktadır (Dizlek, 2020). Kurabiye gibi unlu mamullerin üretiminde fonksiyonel özellikler taşıyan bileşenler ilave edilerek üretilen ürünlerin tüketilmesiyle insan sağlığına yararlı olan bileşenlerde vücuda alınmış olur. Ekmek, kurabiye ve kek gibi unlu mamullerde besinsel lifler fonksiyonel bileşen olarak sıkça kullanılmaktadır. Besinsel liflerin ilavesiyle gıdaların büyük ölçüde fonksiyonel özelliği artmaktadır (Meral ve Doğan 2009). Mercimek gibi kurubaklagillerin fonksiyonel kurabiye ürünlerinde kullanılmasıyla aminoasitler, lifler ve fenolik bileşikler açısından zengin ürünler elde edilebilir (Hajas vd., 2022). Gıda endüstrisinde sağlık üzerine olumlu etkileri olan gıda ürünlerine yönelik artan bir talep vardır. Bu nedenle, yemeye hazır ve kolay saklanabilmeleri, farklı çeşitlerde bulunabilmeleri ve düşük maliyetli olmaları nedeniyle kurabiyeler dünya çapında en popüler atıştırmalıklardan birisi olup fonksiyonel bileşenlerle zenginleştirilmiş kurabiyeler bu talebin karşılanmasına yardımcı olabilir (Baumgartner vd., 2018). Glutensiz diyet ürünlerine artan talep ve bu ürünlerin tüketimi, üreticiler içinde ilgi çekici olmaktadır. 2019'da 21.61 milyar dolar değerinde olan ve 2027'de yaklaşık 24 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilen glutensiz diyet ürünlerine olan talep sürekli olarak artmaktadır (Etiene vd., 2021).

2.6. Glutensiz Kurabiye

Herkes tarafından sevilip tüketilen buğday unu bazlı fırıncılık ürünlerini çölyak hastaları tüketememektedir. Çölyak hastalarına yönelik kısıtlı sayıda ürün bulunmaktadır. Sadece çölyak hastaları değil toplumun diğer kesimleri de gluten içermeyen fırıncılık ürünlerini talep etmektedir (HSGM, 2018; Ceylan ve Muştı 2021). Glutensiz fırıncılık ürünlerinin üretiminde pirinç, mısır, nohut, patates, kinoa, karabuğday, soya ve teff unu gibi çeşitli unlar kullanılmaktadır. Bu unlar tek başlarına kullanılabildiği gibi belli oranlarda formülasyona karıştırılarak kullanılabilmektedir (Aydar, vd., 2019). Glutensiz ürünlerin daha çok geliştirilip üretimin standart hale getirilmesi gerekmektedir (Özer ve Tuncel 2016). Çölyak hastalarına yönelik geliştirilen kurabiye tipi ürünler ile ilgili çalışmalar Tablo 7'de özetlenmiştir.

Bolarinwa ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan bir çalışmada beyaz pirinç (çimlenmiş ve çimlenmemiş) unu, kahverengi pirinç (çimlenmiş ve çimlenmemiş) unu ve patates nişastası kullanılarak kurabiyeler üretilmiştir. Kurabiyelerde fiziksel ve duyu analizler yapılmıştır. Pirinç ununa patates nişastası ilavesiyle kalınlık, çap ve

sertlik değerlerinde azalma ve yayılma faktöründe artış meydana geldiği belirlenmiştir.
Genel



beğeni düzeyi en yüksek formülasyonun % 75 çimlenmiş kahverengi pirinç unu ve % 25 patates nişastası içeren formülasyon olduğu belirlenmiştir.

Glutensiz kurabiye üretiminde hindistan cevizi ve pirinç unu karışımının (100:0, 50:50 ve 30:70) kullanıldığı bir çalışmada kurabiye formülasyonda hindistan cevizi oranı arttıkça protein, yağ ve kül değerlerinde artış saptanmıştır. Kurabiyelerin hoş bir lezzete sahip olduğu belirlenmiştir (Paucean, vd., 2016).

Başka bir çalışmada tatlı patates, pirinç, sorgum ve mısır unları kullanılarak proteince zenginleştirilmiş kalorisi azaltılmış glutensiz kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Kurabiye formülasyonu standardize edilmiştir. Standart formülasyonda % 55 tatlı patates unu, % 5 mısır unu, % 15 sorgum unu ve % 25 pirinç unu kullanılmıştır. Proteince zenginleştirilmiş kalorisi azaltılmış kurabiye üretimi için formülasyona tatlı patates unu yerine peynir altı suyu proteini izolatu (%0-%15) ilave edilmiştir. Peynir altı suyu protein izolatu ilavesiyle kurabiyelerin kalınlık ve sertlik değerlerinde artış meydana geldiği çap ve yayılma faktöründe azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Protein, kül ve ham lif miktarında artış, yağ ve karbonhidrat miktarında ise azalma gözlenmiştir (Namrata, vd., 2019). Duyusal özellikler açısından en yüksek puanı peynir altı suyu tozu (% 15) içeren kurabiyenin aldığı belirlenmiştir.

Parente ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan pirinç unu ve yeşil muzun kullanıldığı bir çalışmada % 100 pirinç unu, % 100 muz unu, %50 pirinç unu ve % 50 muz unu kullanılarak 3 farklı formülasyonda kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Üç formülasyonunda duysal açıdan kabul edilebilir olduğu ve formülasyonda yeşil muz oranı arttıkça duysal beğeni düzeyinin azaldığı tespit edilmiştir.

Ogunbusola ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan bir çalışmada pirinç unu ve soya proteini izolatu (%0-%20) karışımından kurabiye üretimi gerçekleştirilmiş ve kurabiyelerin kimyasal ve duysal özellikleri belirlenmiştir. Kurabiye formülasyonuna soya proteini izolatu ilavesiyle protein ve yağ miktarında artış kül ve ham lif miktarında azalma gözlenmiştir. Pirinç unu-soya protein izolatu içeren kurabiyelerin duysal beğeni skorlarının sadece pirinç unu içeren kurabiyelere oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Taro (%40-%60), pirinç (%20-%25), sorgum (%15-%20) ve manyok unu (%5-%15) kullanılarak glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirilmiştir. Glutensiz kurabiyenin yayılma faktörü, sertlik değeri ve protein miktarının beyaz undan hazırlanan kontrol kurabiyesi göre düşük, kül ve ham lif miktarının ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Taro unu (% 50), pirinç unu (% 25), sorgum unu (% 15) ve manyok unu

(%10) içeren kurabiyelerin duyusal açıdan kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir (Giri, vd., 2020).



Glutensiz kurabiye üretiminde pirinç unu yerine hafif karabuğday unu (%0-%30) kullanılmıştır. Kurabiyelerde kimyasal ve duyu analizler yapılmıştır. Pirinç unu yerine karabuğday unu kullanımı ile kurabiyelerin mineral, toplam diyet lifi ve toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesinde artış gözlenmiştir. Duyusal özellikler açısından en kabul edilebilir kurabiye karabuğday ununu % 20 oranında içeren kurabiye olduğu belirlenmiştir. (Sakac vd., 2015).

Glutensiz kurabiye mısır nişastası, pirinç unu ve şeker pancarı pekmezi kullanılarak hazırlanmıştır. Şeker pancarı pekmezi ile zenginleştirilmiş glutensiz kurabiyelerin besinsel ve fonksiyonel özellikleri araştırılmıştır. Şeker pancarı pekmezi ilave edilmesiyle kurabiyelerin mineral madde ve toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitenin arttığı tespit edilmiştir (Filipcev vd., 2016).

Mısır ununa elma posası (% 15-% 60) ilave edilerek glutensiz kurabiye üretilmiş ve kurabiyelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Elma posası ilavesiyle protein miktarında azalma gözlenirken ham lif ve kül miktarında artış gözlenmiştir. Elma posası ilavesiyle toplam fenolik madde miktarı ve ABTS radikal temizleme aktivitesinde de artış gözlenmiştir (Kruczek vd., 2022).

Kaur ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan bir çalışmada pirinç, yulaf ve kinoa unu kullanılarak glutensiz kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda kurabiye üretiminde en fazla % 10 oranında kinoa unu kullanılabileceği belirlenmiştir. Kinoa (% 10) içeren kurabiye beyaz undan hazırlanan kontrol kurabiyesine göre daha fazla miktarda protein, yağ, ham lif ve kül içerdiği belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada karabuğday unu bazlı darı unu ve chia tohumu içeren glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirilmiştir. Formülasyonda darı unu ve chia tohumu oranı arttıkça kurabiyelerin çap, yayılma faktörü ve sertlik değerinin arttığı belirlenmiştir. Fiziksel özelliklerdeki değişime etkisi en fazla olan değişkenin darı unu olduğu belirlenmiştir. Karabuğday ve darı unu ve chia tohumu kombinasyonunun glutensiz kurabiye üretimi için uygun bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır (Brites, vd., 2018).

Inglett ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada amarant unuyla ve amarant-yulaf unu karışımıyla glutensiz kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Beyaz una göre amarant unu ve amarant-yulaf unu karışımının su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Glutensiz kurabiyelerin yayılma faktörü ve sertlik değerinin de daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Amarant-yulaf unu içeren glutensiz

kurabiye ile gluten içeren kurabiyenin lezzet ve genel beğeni skorları arasında fark bulunmamıştır.

Glutensiz kurabiye formülasyonu için çimlenmemiş ve çimlenmiş amaranth unu kullanılmıştır. Amarant unu ile hazırlanan kurabiyelerinin yayılma faktörünün buğday



unu ile hazırlanan kurabiyeye göre daha yüksek sertlik değerin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çimlenmiş amarant unu ile hazırlanan kurabiye'nin toplam diyet lifi miktarı ve antioksidan aktivitesinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. Renk, tat ve genel beğeni gibi duyuşal özellikler açısından en yüksek puanları çimlenmiş amarant unu içeren kurabiye almıştır (Chauhan vd., 2015).

Nohut, karabuğday, mısır ve badem sütü atığı kullanılarak şeker içeriğı düşük ve protein içeriğı yüksek glutensiz kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretim koşulları optimize edilerek kurabiyelerin şeker içeriğı % 20 oranında azaltılmıştır. Optimum proses koşullarında üretilen kurabiye'nin 15 gram protein içerdiği rapor edilmiştir (Özer, 2022).

Torra ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan nohut ve kestane unu karışımının (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0) kullanıldığı bir çalışmada kestane ununun çap ve yayılma faktöründe azalmaya, sertlik değeriinde artışa ve renkte koyulaşmaya neden olduğu belirlenmiştir. Kestane unu (% 25) içeren kurabiye'nin diğer kurabiyelere göre daha yüksek genel beğeni skoruna sahip olduğu belirlenmiştir.

Ceylan ve Muştı (2020) tarafından yapılan bir çalışmada buğday unu yerine, keçiyoynuzu unu, glutensiz un ve fındık unundan oluşan karışım kullanılmıştır. % 21.4 glutensiz un, % 18.7 keçiyoynuzu unu ve % 15 fındık unu içeren formülasyonun panelistler tarafından kabul gördüğü belirlenmiştir. Keçiyoynuzu ve fındık unu kombinasyonunun glutensiz fırıncılık ürünlerinin üretiminde alternatif bileşen olarak kullanılabileceğı sonucuna varılmıştır.

Glutensiz un yerine farklı oranlarda kenevir tohumu unu (%5-%30) kullanılarak glutensiz kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Kurabiyelerde kimyasal ve duyuşal analizler yapılmıştır. Kenevir tohumu kullanımı ile protein ve toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitenin arttığı tespit edilmiş ve % 15 oranında kenevir tohumu unu içeren kurabiye'nin en yüksek beğeni düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir (Cingöz, 2022).

Pirinç unu yerine badem unu ve sakaroz yerine stevia bitkisi kullanılarak glutensiz kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Badem unu kullanımı ile protein, yağ, diyet lifi ve kül miktarında artış meydana geldiğı belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite de artış gözlenmiştir (Yıldız, vd., 2021).

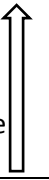
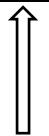
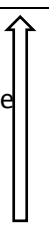
Glutensiz kurabiye üretiminde kinoa ununun kullanıldığı bir çalışmada proses koşulları optimize edilmiştir. Formülasyonda yağ ve şeker miktarı arttıkça yayılma faktörünün arttığı sertlik değeriinde azaldığı belirlenmiştir. Pişirme sıcaklığı ve süresi arttıkça yayılma faktörü azaldığı sertlik değeriinde arttığı belirlenmiştir. Kinoa unu ile

gluten içermeyen kurabiye üretiminin gerçekleştirilebileceği doğrulanmıştır (Jan, vd., 2018).

Tablo 7. Glutensiz ürün geliştirme çalışmaları

Formülasyon bileşenleri	Analiz Edilen Özellikler	Sonuçlar	Kaynak
Çimlenmemiş BPU-patates nişastası Çimlenmiş BPU-patates nişastası Çimlenmemiş KPU-patates nişastası Çimlenmiş KPU-patates nişastası	Fiziksel ve duyuşal özellikler	Yayılma faktörü ↑ Çap Kalınlık ↓	(Bolarinwa vd., 2019)
Pirinç unu-hindistan cevizi unu	Duyusal ve kimyasal özellikler	Lezzet ↑ Protein ↑ Yağ ↑ Kül ↑	(Paucean vd., 2016)
Tatlı patates unu-pirinç unu-sorgum unu-mısır unu-peynir altı suyu protein izolatı	Fiziksel ve kimyasal özellikler	Kalınlık ↑ Sertlik ↑ Protein ↑ Kül ↑ Ham lif ↑ Çap ↓ Yayılma faktörü ↓ Yağ ↓ Karbonhidrat ↓	(Namrata vd., 2019)
Pirinç unu-yeşil muz unu	Duyusal özellikler	Lezzet ↑ Genel beğeni ↑	(Parente vd., 2012)
Pirinç unu-soya proteini izolatı	Kimyasal ve duyuşal özellikler	Protein ↑ Yağ ↑ Renk ↑ Lezzet ↑ Genel beğeni ↑ Kül ↓ Ham lif ↓	(Ogunbusola vd., 2020)

Tablo 7. (Devamı)

Formülasyon bileşenleri	Analiz Edilen Özellikler	Sonuçlar	Kaynak
Taro unu-pirinç unu-sorgum unu-manyok unu	Fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler	Ham lif Kül  Yayılma faktörü Sertlik Protein 	(Giri vd., 2020)
Pirinç unu-karabuğday unu	Kimyasal ve duyuşal özellikler	Mineral madde TFM Antioksidan aktivite 	(Sakac vd., 2015)
Mısır nişastası-pirinç unu-şeker pancarı pekmezi	Kimyasal özellikler	Mineral Madde TFM Antioksidan aktivite 	(Filipcev vd., 2016)
Mısır unu-elma posası	Kimyasal özellikler	Ham lif Kül TFM Antioksidan aktivite  Protein 	(Kruczek vd., 2022)
Kinoa unu-pirinç unu-yulaf unu	Kimyasal özellikler	Protein Yağ Ham lif Kül 	(Kaur vd., 2018)
Karabuğday unu-darı unu-chia	Fiziksel özellikler	Çap Yayılma faktörü Sertlik 	(Brites vd., 2018)
Amaranth unu-yulaf unu	Fiziksel özellikler	Yayılma faktörü Sertlik 	(Inglett vd., 2015)
Çimlenmiş amarant unu Çimlenmemiş amarant unu	Fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler	Yayılma faktörü Toplam diyet lifi Antioksidan aktivite Renk Tat Genel beğeni  Sertlik 	(Chauhan vd., 2015)

Tablo 7. (Devamı)

Formülasyon bileşenleri	Analiz Edilen Özellikler	Sonuçlar	Kaynak
Nohut unu- karabuğday unu- mısır unu-badem sütü atığı	Fiziksel ve kimyasal özellikler	Protein Çap Kalınlık	(Özer, 2022)
Nohut unu- kestane unu	Fiziksel ve duyuşal özellikler	Sertlik	(Torra vd., 2021)
Keçiboynuzu unu- glutensiz un- fındık unu	Duyuşal özellikler	Görünüş Lezzet	(Ceylan ve Muştı, 2020)
Pirinç unu-badem unu	Kimyasal özellikler	Protein Yağ Toplam diyet lifi Kül TFM Antioksidan aktivite	(Yıldız vd., 2021)
Kinoa unu	Fiziksel ve duyuşal özellikler	Yayıma faktörü Sertlik	(Jan vd., 2018)

↑ : Artış görülmüş

↓ : Azalma görülmüş

BPU: beyaz pirinç unu KPU: kahverengi pirinç unu

TFM: toplam fenolik madde

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Kurabiye formülasyonlarında buğday unu (Söke Değirmencilik San. ve Tic. A.Ş., İstanbul), mısır unu (İngro Gıda Bilişim Pazarlama, Karaman), mercimek unu (İngro Gıda Bilişim Pazarlama, Karaman), fındık yağı (Altaş Yağ Su ve Tarım Ürünleri Gıda İnşaat Otomotiv Nakliyat San. ve Tic. A.Ş., Ordu), pudra şekeri (Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş., İzmir), kabartma tozu (Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş., İzmir), süt (Pınar Süt Mamulleri A.Ş., İzmir) ve tuz (Anadolu, Genel Gıda Madencilik, Sanayi ve Ticaret A.Ş., Konya) kullanılmıştır.

3.2. Kimyasallar

Çalışmada analitik saflıkta aseton, metanol, etanol, hidroklorik asit, nitrik asit, sülfirik asit, asetik asit, metafosforik asit, sodyum hidroksit, oktanol, sodyum karbonat, petrol eteri, hekzan, demir klorür, potasyum persülfat, gallik asit, Folin Chiocalteu reaktifi, 2,3,5-trifeniltetrazolyum klorür (TPTZ) ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) kullanılmıştır.

3.3. Limon Kabuğu Tozunun Elde Edilmesi

Limon kabuğu tozu eldesinde Gümüşhane’de yerel marketten temin edilen limonlar kullanılmıştır. Yıkandıktan sonra limonlar 4 parçaya ayrılmış ve kabuğu ve meyve eti birbirinden ayrılmıştır. Kesilerek küçük parçalara ayrılan limon kabukları tepsiye alınmış (Şekil 4) daha sonra etüvde 40°C’de 96 saat kurutulmuştur. Kurutulmuş limon kabukları (Şekil 5) öğütücüde (IKA-Universalmühle-M20, Almanya) öğütülerek toz haline (Şekil 6) getirilmiştir.



Şekil 4. Parçalara ayrılmış limon kabukları



Şekil 5. Kurutulmuş limon kabukları



Şekil 6. Limon kabuğu tozu

3.4. Limon Kabuğu Tozunun Partikül Boyutunun Belirlenmesi

Limon kabuğu tozunun partikül boyutunun belirlenmesi için 500 μm , 250 μm ve 150 μm boyutları olan laboratuvar elekleri (Retsch Milling Sieving Assisting, Düsseldorf, Almanya) kullanılmıştır. 5 gram limon kabuğu tozu tartılmış ve sırasıyla 500 μm , 250 μm ve 150 μm elekten geçirilmiştir. Limon kabuğu tozunun ortalama partikül boyutu 200 μm olarak belirlenmiştir.

3.5. Kurabiye Üretim Metodu

Kontrol örneği olarak buğday unlu (BU) ve mısır unlu (MU) olmak üzere 2 tane formülasyon hazırlanmıştır. BU kontrol örneğinin hazırlanmasında (Pestorić vd. 2017) referans alınmıştır. MU formülasyonda buğday unu yerine mısır unu kullanılmıştır. Formülasyonlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Kontrol kurabiye formülasyonları

Bileşenler	Mısır unlu kurabiye	Buğday unlu kurabiye
Buğday unu (g)	0	100
Mısır unu (g)	100	0
Kabartma tozu(g)	1	1
Pudra şekeri (g)	30	30
Yağ(ml)	30	30
Süt(ml)	25	25
Tuz(g)	1	1

Kurabiye hamurunun yapımında öncelikle un, kabartma tozu ve tuz bir kapta karıştırılmıştır. Farklı bir kapta pudra şekeri ve fındık yağı karıştırılarak un karışımının içine eklenerek yoğrulmuştur. Karışımın yapısına göre süt miktarı yavaş yavaş eklenerek hamur haline getirilmiştir. Kurabiyeler 180 °C’de 12 dakika pişirilmiştir.

Mısır unlu

kurabiye'nin görüntüsü Şekil 7'de, buğday unlu kurabiye'nin görüntüsü Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 7. Mısır unlu kurabiye



Şekil 8. Buğday unlu kurabiye

3.6. Kurabiye Formülasyonunun Geliştirilmesi

3.7. Yanıt Yüzey Metodu

Kurabiye formülasyonunun belirlenebilmesi için yanıt yüzey metodu kullanılmıştır. Yanıt yüzey metodu, deney tasarımı yapılarak optimum koşulları belirlemek için kullanılan istatistiksel bir analiz yöntemidir. Bağımsız değişkenlerin yanıtlara olan tepkilerinin belirlenmesinde, değişkenlerin yanıtlara ne düzeyde etkili olduğunun ve değişkenlerin kendi içinde etkileşimlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Türken ve Pala 2016).

Çalışmada iki-faktörlü ve üç-seviyeli merkezi kompozit tasarım uygulanmıştır. Bağımsız değişken olarak formülasyondaki un karışımının mercimek unu oranı (10-15-20 g/100 g un) ve formülasyona limon kabuğu tozu ilavesi oranı (1-3-5 g/100 g un) belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler ve faktör seviyeleri Tablo 9'de ve deney tasarımı Tablo 10'de verilmiştir. Faktör seviyeleri ön denemeler sonucu belirlenmiştir.

Tablo 9. Bağımsız değişkenler ve faktör seviyeleri

Bağımsız Değişkenler	Birim	Kod	Kodlanmış Seviyeleri		
			-1	0	+1
Mercimek unu	g/100 g	X ₁	10	15	20
Limon kabuğu tozu	g/100 g	X ₂	1	3	5

Tablo 10. Deney Tasarımı

Deney No	Bağımsız Değişkenler	
	Mercimek unu (g/100 g)	Limon kabuğu tozu (g/100 g)
1	10 (-1)	1 (-1)
2	20 (1)	1 (-1)
3	10 (-1)	5 (1)
4	20 (1)	5 (1)
5	10 (-1)	3 (0)
6	20 (1)	3 (0)
7	15 (0)	1 (-1)
8	15 (0)	5 (1)
9	15 (0)	3 (0)
10	15 (0)	3 (0)

Yanıt olarak çap, kalınlık, yayılma faktörü, sertlik, kırılmalık, L^* , a^* , b^* değerleri ve genel beğeni skoru seçilmiştir. Bağımsız değişkenlerin yanıtlara olan etkisi incelenmiştir. Regresyon analizi yapılmıştır. Yanıtlar için modeller belirlenmiştir. Optimum formülasyonun belirlenebilmesi için regresyonun önemli olduğu yanıtlar seçilmiş ve hedef değerler belirlenmiştir. Optimizasyon için seçilen yanıtlar ve hedef değerler Tablo 11’de verilmiştir. Optimizasyon amaçlanan verilerin maksimum veya minimum oranda oluşabilecek koşullarını belirleme işlemidir. Modde 11 (Sartorius, Almanya) paket programı kullanılarak optimum koşullar belirlenmiştir. Kurabiye formülasyonu için hedef değerler olarak çap ve genel beğeni için maksimum değerler ve L^* ve b^* değerleri için aralıktaki değerler seçilmiştir.

Tablo 11. Optimizasyon: Yanıtlar ve Hedef Değerler

Yanıt	Kriter	Değer
Çap	Maksimum	44.49
L^*	Tahmini	72.71
b^*	Tahmini	40.89
Genel beğeni	Maksimum	6.09

3.8. Üretim Metodunun Validasyonu

Belirlenen optimum formülasyonda kurabiye üretimi yapılmış ve kurabiye örneklerinde çap, L^* ve b^* değerlerinin ölçümleri yapılmış ve genel beğeni düzeyi belirlenmiştir. Analizler sonucu elde edilen değerler (deneysel değerler) ve model denkleminde elde edilen değerler (tahmini değerler) ile karşılaştırılmıştır. Mısır unu-mercimek unu ve limon kabuğu tozu içeren kurabiye’nin görüntüsü şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Mısır-mercimek unu-limon kabuğu tozu içeren kurabiye

3.9. Unlarda Yapılan Analizler

Un örneklerinde nem, kül, yağ, protein, ham lif, renk, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayinleri (ABTS ve FRAP) yapılmıştır.

3.9.1. Nem Miktarı Tayini

Nem miktarı tayini AOAC 925.10 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Nem \%} = (m_2 - m_3) * 100 / (m_2 - m_1) \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Bu eşitlikte:

m_1 : Petri kabının ağırlığı (g)

m_2 : Petri kabı + numune miktarı (kurutmadan önce) (g)

m_3 : Petri kabı + numune miktarı (kurutmadan sonra) (g)

3.9.2. Kül Miktarı Tayini

Kül miktarı tayini AOAC 923.03 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Kül \%} = (m_3 - m_1) * 100 / (m_2 - m_1) \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Bu eşitlikte:

m₁: Kroze ağırlığı (g)



m₂: Kroze ağırlığı + numune miktarı (g)

m₃: Kroze ağırlığı + kül miktarı (g)

3.9.3. Yağ Miktarı Tayini

Yağ miktarı tayini AOAC 922.06 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Yağ \%} = (m_3 - m_2) / (m_1 * 100)$$

(Eşitlik

3)

Bu eşitlikte:

m₁: Numune miktarı (g)

m₂: Balon ağırlığı (g)

m₃: Balon ağırlığı + yağ miktarı (g)

3.9.4. Protein Miktarı Tayini

Protein miktarı tayini Kjeldahl yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (AOAC 920.87). Hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Protein \%} = N * V * 0.014 * F * 100 / m$$

(Eşitlik

4)

Bu eşitlikte:

N: Harcanan HCl normalitesi (0.1 N)

V: Harcanan HCl hacmi (ml)

m : Numune miktarı (g)

F: Protein faktör değerini (5.70) ifade etmektedir.

3.9.5. Toplam Karbonhidrat Tayini

Unlarda toplam karbonhidrat miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam karbonhidrat \%} = 100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ kül} + \% \text{ yağ} + \% \text{ protein})$$

(Eşitlik

5)

Bu eşitlikte:

Nem: Unların nem miktar yüzdesini,

Kül: Unların kül miktarı yüzdesini,



Yağ: Unların yağ miktarı yüzdesini,

Protein: Unların protein miktarı yüzdesini ifade etmektedir.

3.9.6. Ham Lif Tayini

Ham lif tayini AOAC 962.09 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Analiz için %1.25 sülfirik asit ve %1.25 sodyum hidroksit çözeltileri hazırlanmıştır. Yağı alınmış numunelerde ham lif analizi yapılmıştır.

$$\text{Ham lif \%} = (m_2 - m_1) / m * 100$$

(Eşitlik

6)

Bu eşitlikte:

m: Numune miktarı (g),

m₁: Kül fırını kalıntı miktarı (g),

m₂: Etüv kalıntı miktarını (g) ifade etmektedir.

3.9.7. Renk Tayini

Mısır, yeşil mercimek ve buğday unlarına ait L*, a* ve b* değerlerinin ölçümleri kolorimetre cihazı (Konica Minolta CR-400, Japonya) ile yapılmıştır.

3.9.8. C Vitamini Tayini

C vitamini tayini kromatografik metoda göre gerçekleştirilmiştir (CSN EN 14130). Numuneden 1 g deney tüpüne alınarak üzerine 10 ml metafosforik asit (% 3) ilave edilip, deney tüpü çalkalamalı su banyosunda (Wisd Laboratory Instruments, Güney Kore) 30 dakika 250 rpm’de çalkalanmıştır. Deney tüpü 5000 rpm’de 5 dakika santrifüj edilmiş ve filtre kağıdından süzölmüştür. Metafosforik asit ile çözelti 10 ml’ye tamamlanmış, 0.45 µm (Sartorius PTFE) filtreden geçirilmiş ve filtrat HPLC şişesine alınmıştır. HPLC cihazı analiz koşulları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. HPLC koşulları

HPLC sistemi	Hewlett Packard Series, UV 1100 dedektör
Kolon	RPC18 (250*4.6 mm, 5µm)
Hareketli faz	Metanol:su (5:95, v/v), pH=3 (H ₃ PO ₄)
Akış hızı	1 ml/dk
İnjesiyon hacmi	20 µl
Dalga boyu	UV 254 nm
Sıcaklık	Laboratuvar sıcaklığı

3.9.9. Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Ekstraksiyon yöntemi için Vitali vd. (2009) tarafından yapılan çalışma referans alınmıştır. Ekstraksiyondan önce numunelerin yağı alınmıştır. Numunelerden 1 g deney tüpüne tartılıp 10 ml hekzan ilave edilmiştir. Çalkalamalı su banyosunda 250 rpm'de 1 saat çalkalandıktan sonra hekzan fazı süzölmüş ve işlem tekrar edilmiştir. Hekzan fazının uçması ve tüplerin kuruması için tüpler çeker ocakta bekletilmiştir.

Birinci ekstraksiyonda numunelere 10 ml hidroklorik asit/metanol/saf su (1:80:10, v/v) ilave edilmiştir. Ultrasonik banyoya (Bandelin Sonorex, Almanya) alınan deney tüpleri ekstraksiyon işlemi (1 saat) sonrası santrifüj edilip üst faz alınmıştır. Aynı işlem tekrar uygulanmıştır. Numuneler fitre kağıdından süzölüp ekstraktlar birleştirilmiştir. Ekstrakt çözücü ile 20 ml'ye tamamlanıp -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

İkinci ekstraksiyon için birinci ekstraksiyonda deney tüpünde kalan kalıntıya 10 ml metanol/sülfirik asit (10:1) ilave edilmiştir. Deney tüpleri 80°C'de su banyosunda 16 saat çalkalandıktan sonra filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Ekstrakt metanol ile 10 ml tamamlanıp -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.9.10. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde analizi Folin Ciocalteu yöntemine gerçekleştirilmiştir (Singleton vd., 1999). Deney tüpüne 0.2 ml ekstrakt koyularak üzerine 0.5 ml Folin çözültisi ilave edilmiştir. Deney tüpleri karanlıkta 5 dakika bekletildikten sonra üzerine 0.4 ml %10'luk sodyum karbonat ile birlikte 3.9 ml saf su eklenmiştir. Deney tüpleri karıştırıldıktan sonra karanlıkta 1 saat bekletilmiştir. UV-VIS spektrofotometreyle (Shimadzu UV-1800, Japonya) 760 nm'de absorbans ölçülmüştür. Kalibrasyon eğrisi hazırlamak için gallik asit (0, 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50, 100 mg/L) kullanılmıştır.

3.9.11. Antioksidan Aktivite Tayini

Unların antioksidan kapasitesini belirlemek için ABTS radikal temizleme aktivitesi ve demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) belirlenmiştir. Toplam fenolik madde analizi için hazırlanan ekstraktlar kullanılmıştır.

3.9.12. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi

Re vd. (1999) tarafından geliştirilen yöntemle göre ABTS radikal temizleme aktivitesi tayini yapılmıştır. Potasyum persülfat (2.45 mM) ve ABTS (7 mM)

hazırlanmıştır. Potasyum sülfat ve ABTS karıştırılarak 16 saat karanlıkta bekletilmiştir. Hazırlanan reaktif etanol (%70) ile seyreltilerek absorbans değeri 0.70'ye ayarlanmıştır (734 nm, ± 0.02). Birinci ekstrakt için 0.2 ml ekstrakt ve 1.4 ml ABTS reaktifi ve ikinci ekstrakt için 0.1 ml ekstrakt ve 1.5 ml ABTS reaktifi alınıp deney tüplerinde karıştırılmıştır. Deney tüpleri karanlıkta 6 dakika bekledikten sonra absorbans değeri 734 nm'de ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiği Troloks (1. ekstrakt:0, 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50, 100 μM ; 2. ekstrakt:0, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300 μM) ile hazırlanmıştır.

3.9.13. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP)

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde Benzie ve Strain (1999) tarafından geliştirilen FRAP yöntemi kullanılmıştır. FRAP reaktifi asetat tamponu (pH 3.6), 20 mM demir (III) klorür ve 20 mM TPTZ 10:1:1 oranında karıştırılıp hazırlanmıştır. Numunenin üzerine (0.2 ml) 1.8 ml FRAP reaktifi ilave edilerek karıştırılıp 20 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda absorbans değeri 595 nm'de ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiği Troloks (1. Ekstrakt: 0, 9.375, 18.75, 37.5, 75, 150, 200, 300 μM ; 2. Ekstrakt:0, 37.5, 75, 150, 200, 300, 400, 500 μM) ile hazırlanmıştır.

3.10. Kurabiyelerde Yapılan Analizler

Kurabiye örneklerinde nem, kül, protein, yağ ve ham lif analizleri, renk, çap, kalınlık, sertlik ve kırılabilirlik ölçümleri, duyu analizi, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri (DPPH radikal temizleme ve demir (III) iyonu indirgeme antioksidan gücü) yapılmıştır.

Kurabiye örnekleri havanda dövülerek un haline getirilmiştir. Bu örneklerde nem, kül, protein, yağ, ham lif, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri yapılmıştır.

3.10.1. Nem Miktarı Tayini

Kurabiye örneklerinde nem miktarı tayini AOAC 925.10 metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

3.10.2. Kül Miktarı Tayini

Kurabiye örneklerinde kül miktarı tayini AOAC 923.03 metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

3.10.3. Protein Miktarı Tayini

Kurabiye örneklerinde protein miktarı tayini Kjeldahl yöntemiyle yapılmış olup tayin AOAC 920.87 metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

3.10.4. Yağ Miktarı Tayini

Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Numune (5 g) filtre kağıdına tartılıp filtre kağıdı katlanarak Soxhlet kartuşuna konmuş ve kartuş Soxhlet aparatına yerleştirilmiştir. Sabit tartıma getirilmiş balona 150-200 mL petrol eteri konularak, balon yağ tayini için kullanılacak cihaza (Gerhardt, Almanya) yerleştirilmiştir. Altı saat ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Ekstraksiyon işlemi sonunda çözücüyü buharlaştırmak için döner buharlaştırıcı (Janke&Kunkel-RV05-ST, Almanya) kullanılmıştır. Balonlar etüvde sabit tartıma getirilerek yağ miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ \%} = (m_2 - m_1) / m * 100$$

(Eşitlik

7)

Bu eşitlikte:

m: Numune ağırlığı (g),

m₁: Darası alınan cam balon ağırlığı (g),

m₂: Cam balon + yağ ağırlığını (g) ifade etmektedir.

3.10.5. Toplam Karbonhidrat Tayini

Kurabiye örneklerinde toplam karbonhidrat miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam karbonhidrat \%} = 100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ kül} + \% \text{ yağ} + \% \text{ protein})$$

3.10.6. Ham Lif Analizi

Ham lif tayini AOAC 962.09 metoduna göre yapılmıştır. Yağı alınmış kurabiye örneklerinde analiz yapılmıştır.

3.10.7. Renk Tayini

Kurabiyelerin renk ölçümleri kolorimetre cihazı ile yapılmıştır. Ölçümler her bir kurabiye için 3 kez tekrar edilmiştir.

3.10.8.

Fiziksel

Analiz

Fırından çıkarılan kurabiyeler soğuduktan sonra kumpas (YU-SU, 0-150 mm, 6") kullanılarak kalınlık ve çap ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler her bir kurabiye için 3 kez tekrarlanarak, 4 farklı noktadan ölçüm alınmıştır. Yayılma faktörü aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yayılma faktörü} = \frac{\text{Çap (mm)}}{\text{Kalınlık (mm)}} \quad (\text{Eşitlik 8})$$

Bu eşitlikte:

Çap: Kurabiyelerin çapını (mm)

Kalınlık: Kurabiyelerin kalınlığını (mm) ifade etmektedir.

Kurabiyelerin sertlik ve kırılabilirlik analizi Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

3.10.9. Duyusal Analiz

Kurabiye örneklerinin duyusal analizleri Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü Besin Hazırlama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. 25 erkek ve 25 kadın olmak üzere elli kişiden oluşan panelistlere kurabiye örnekleri sunulmuş ve değerlendirmeleri istenmiştir. Yaş aralıkları 18-22 olan panelistlerin ortalama yaşı 20'dir. Kurabiyeler görünüş, renk, koku, tat, sertlik, kırılabilirlik, gevreklik ve genel beğenisi açısından değerlendirilmiştir. Panelistler dokuz puanlı hedonik skalayı (1=çok kötü, 9=çok iyi) kullanarak değerlendirme yapmıştır. Tatların birbirine karışmaması için panelistlere örnekler arasında su verilmiştir.

Çalışmanın yapılabilmesi için Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan izin (29/12/2021 tarih ve 2021/08 sayılı) alınmıştır.

3.10.10. Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Ekstrakt hazırlama işlemi 3.18 başlığı altında belirtilen yöntem uyarınca gerçekleştirilmiştir.

3.10.11. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde analizi 3.19 başlığı altında belirtilen yöntem uyarınca gerçekleştirilmiştir.

3.10.12. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi

ABTS radikal temizleme aktivitesi 3.21 başlığı altında belirtilen yöntem uyarınca gerçekleştirilmiştir.

3.10.13. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP)

FRAP iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) 3.22 başlığı altında belirtilen yöntem uyarınca gerçekleştirilmiştir.

3.11. İstatistiksel Analiz

Kurabiye formülasyonu geliştirmek için yanıt yüzey metodu kullanılmıştır. Regrasyon analizi Modde 11 (Sartorius, Almanya) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Un ve kurabiye örneklerinde ortalama değerler ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Un örnekleri arasında ve kurabiye örnekleri arasındaki farklılıkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Varyans analizi ve Duncan testi SPSS 22.00 (IBM, USA) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Limon Kabuğu Tozu Analizi Sonuçları

Limon kabuğu tozunda nem, kül, yağ, ham lif, protein, renk, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite (ABTS radikal temizleme aktivitesi ve demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü tayinleri) analizleri yapılmış olup analiz sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Limon kabuğu tozu analiz sonuçları

Analiz	Sonuçlar
Nem (%)	9.85±0.19
Kül (%)	4.15±0.03
Yağ (%)	5.00±0.01
Protein (%)	4.54±0.04
Karbonhidrat (%)	76.45±0.01
Ham lif (%)	10.46±0.40
L*	85.56±0.51
a*	-2.60±0.08
b*	24.52±0.08
C vitamini (mg/kg)	385.51±7.78
TFM ₁ (mg/100 g)	340.92±45.92
TFM ₂ (mg/100 g)	249.04±23.75
TFM (mg/100 g)	589.96±69.61
ABTS ₁ (μmol/100 g)	191.09±14.32
ABTS ₂ (μmol/100 g)	271.87±4.77
ABTS (μmol/100 g)	462.96±18.88
FRAP ₁ (μmol/100 g)	230.88±20.50
FRAP ₂ (μmol/100 g)	291.38±50.96
FRAP (μmol/100 g)	522.26±50.49

TFM₁: 1. ekstrakt toplam fenolik madde miktarı TFM₂: 2. ekstrakt toplam fenolik madde miktarı TFM: Toplam fenolik madde miktarı

ABTS₁: 1. ekstrakt ABTS radikal temizleme aktivitesi ABTS₂: 2. ekstrakt ABTS radikal temizleme aktivitesi ABTS: ABTS radikal temizleme aktivitesi toplamı

FRAP₁: 1. ekstrakt demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü FRAP₂: 2.ekstrakt demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü FRAP: Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü toplamı

Analiz sonuçlarına göre limon kabuğu tozunun % 9.85±0.19 oranında nem, % 4.15±0.03 oranında kül, % 5.00±0.01 oranında yağ, % 4.54±0.04 oranında protein, % 76.45±0.01 oranında karbonhidrat ve % 10.46±0.40 oranında ham lif içerdiği saptanmıştır.

Renk analizi sonucunda L* değeri 85.56±0.51, a* değeri -2.60±0.08 ve b* değeri 24.52±0.08 olarak belirlenmiştir.

C vitamini analizi sonucuna göre limon kabuğu tozundaki C vitamini miktarı 385.51 ± 7.78 mg/kg olarak bulunmuştur.

Toplam fenolik madde tayini sonuçlarına göre limon kabuğu tozunda 1.ekstraktın fenolik madde miktarı 340.92 ± 45.92 mg/100 g, 2. ekstraktın fenolik madde miktarı 249.04 ± 23.75 mg/100 g ve toplam fenolik madde miktarı 589.96 ± 69.61 mg/100 g olarak bulunmuştur.

ABTS radikal temizleme aktivitesi tayini sonuçlarına göre 1.ekstraktın antioksidan aktivitesi 191.09 ± 14.32 μ mol/100 g, 2.ekstraktın antioksidan aktivitesi 271.87 ± 4.77 μ mol/100 g ve antioksidan aktivite toplamı 462.96 ± 18.88 μ mol/100 g olarak bulunmuştur.

FRAP demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü tayini sonuçlarına göre 1.ekstraktın antioksidan aktivitesi 230.88 ± 20.50 μ mol/100 g, 2.ekstraktın antioksidan aktivitesi 291.38 ± 50.96 μ mol/100 g ve antioksidan aktivite toplamı 522.26 ± 50.49 μ mol/100 g olarak bulunmuştur.

4.2. Un Analizi Sonuçları

Buğday, mısır ve mercimek ununda nem, kül, yağ, protein, ham lif, renk, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite (ABTS radikal temizleme aktivitesi ve demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü tayinleri) analizleri yapılmıştır.

4.2.1. Nem Analizi Sonuçları

Nem analizi sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. Nem analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek nem miktarına sahip örnek mısır unu (%14.15), en düşük nem miktarına sahip örnek yeşil mercimek unu (% 9.86) bulunmuştur.

Tablo 14. Un nem analizi sonuçları

Örnek	Nem (%)
Buğday unu	11.69 ± 0.48^b
Mısır unu	14.15 ± 1.04^a
Yeşil mercimek unu	9.86 ± 0.39^c

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

4.2.2. Kül Analizi Sonuçları

Kül analizi sonuçları Tablo 15’te verilmiştir. Kül analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek kül

miktarına sahip örnek yeşil mercimek unu (% 2.44) bulunurken en düşük kül miktarına sahip örnek buğday unu (% 0.47) bulunmuştur.

Tablo 15. Un kül analizi sonuçları

Örnek	Kül (%)
Buğday unu	0.47± 0.02 ^c
Mısır unu	0.99± 0.08 ^b
Yeşil mercimek unu	2.44± 0.11 ^a

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

4.2.3. Yağ Analizi Sonuçları

Yağ analizi sonuçları Tablo 16'da verilmiştir. Yağ tayini sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). Yağ miktarı en yüksek olan örnek mısır unu (% 4.57), yağ miktarı en düşük örnek buğday unu (% 1.99) bulunmuştur.

Tablo 16. Un yağ analizi sonuçları

Örnek	Yağ (%)
Buğday unu	1.99 ± 0.23 ^b
Mısır unu	4.57 ± 0.07 ^a
Yeşil mercimek unu	2.15± 0.17 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

4.2.4. Protein Analiz Sonuçları

Protein analizi sonuçları Tablo 17'de verilmiştir. Protein analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek protein miktarına sahip örnek yeşil mercimek unu (% 25.79), en düşük protein miktarına sahip örnek mısır unu (% 7.05) olarak bulunmuştur.

Tablo 17. Un protein analizi sonuçları

Örnek	Protein (%)
Buğday unu	11.71± 0.10 ^b
Mısır unu	7.05± 0.10 ^c
Yeşil mercimek unu	25.79± 0.25 ^a

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

4.2.5. Toplam Karbonhidrat

Toplam karbonhidrat miktarı Tablo 18'de verilmiştir. Karbonhidrat miktarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05).

Karbonhidrat miktarı yüksek olan örnek buğday unu (% 74.14), karbonhidrat miktarı en düşük örnek yeşil mercimek unu (% 59.78) bulunmuştur.

Tablo 18. Un toplam karbonhidrat miktarı

Örnek	Karbonhidrat (%)
Buğday unu	74.14±0.78 ^a
Mısır unu	73.24±1.10 ^a
Yeşil mercimek unu	59.78±0.81 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.2.6. Ham Lif Analizi

Ham lif analizi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir. Ham lif analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek lif miktarına sahip örnek yeşil mercimek unu (% 3.67), en düşük ham lif miktarına sahip örnek buğday unu (% 0.10) bulunmuştur.

Tablo 19. Un ham lif analizi sonuçları

Örnek	Ham lif (%)
Buğday unu	0.10± 0.00 ^c
Mısır unu	0.70 ± 0.1 ^b
Yeşil mercimek unu	3.67 ± 0.25 ^a

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.2.7. Renk Analizi Sonuçları

Renk analizi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir. Renk analizi sonuçlarına göre L* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek L* değerine sahip örnek buğday unu (92.54), en düşük L* değerine sahip örnek yeşil mercimek unu (85.12) bulunmuştur.

a* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek a* değerine sahip örnek buğday unu (-1.85), en düşük a* değerine sahip örnek yeşil mercimek unu (-3.14) bulunmuştur.

b* değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek b* değerine sahip örnek mısır unu (28.62), en düşük b* değerine sahip örnek buğday unu (11.98) bulunmuştur.

Tablo 20. Un Renk Analizi Sonuçları

Örnek	L*	a*	b*
Buğday unu	92.54±0.04 ^a	-1.85±0.02 ^a	11.98±0.08 ^c
Mısır unu	88.80±0.34 ^b	-2.99±0.25 ^b	28.62±1.22 ^a
Yeşil mercimek unu	85.12±0.09 ^c	-3.14±0.06 ^b	18.15±0.67 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.2.8. C Vitamini Analiz Sonuçları

C vitamini analizi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). Mısır ununda C vitamini tespit edilmezken, en yüksek C vitamini miktarına sahip örnek yeşil mercimek unu (47.15 mg/kg), en düşük C vitaminine sahip örnek buğday unu (5.96 mg/kg) bulunmuştur.

Tablo 21. Un C vitamini analizi sonuçları

Örnek	C vitamini (mg/kg)
Buğday unu	5.96±0.82 ^b
Mısır unu	TED
Yeşil mercimek unu	47.15±2.05 ^a

TED: Tespit edilemeyen düzey

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

4.2.9. Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları

Toplam fenolik madde analizi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir. Birinci ekstraktların toplam fenolik madde analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek fenolik madde miktarı mısır ununda (105.71 mg/100 g) bulunurken en düşük fenolik madde miktarı yeşil mercimek ununda (62.82 mg/100 g) bulunmuştur.

İkinci ekstraktların toplam fenolik madde analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek fenolik madde miktarı yeşil mercimek ununda (339.28 mg/100 g) bulunurken en düşük fenolik madde miktarı mısır ununda (233.60 mg/100 g) bulunmuştur.

İki ekstraktın toplamı alınmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek toplam fenolik madde miktarı yeşil mercimek ununda (402.10 mg/100 g) bulunurken en düşük toplam fenolik madde miktarı mısır ununda (329.31 mg/100 g) bulunmuştur.

Tablo 22. Un toplam fenolik madde analizi sonuçları

Örnek	TFM ₁ (mg/100 g)	TFM ₂ (mg/100 g)	TFM (mg/100 g)
Buğday unu	97.41±3.14 ^a	277.39±27.48 ^b	374.79±30.35 ^{ab}
Mısır unu	105.71±9.82 ^a	233.60±10.17 ^c	329.31±12.42 ^b
Yeşil mercimek unu	62.82±7.32 ^b	339.28±18.99 ^a	402.10±26.07 ^a

TFM₁: 1. Ekstrakt toplam fenolik madde miktarı TFM₂: 2. Ekstrakt toplam fenolik madde miktarı TFM: Toplam fenolik madde miktarı

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.2.10. Antioksidan Aktivite Analizi Sonuçları

Unların antioksidan aktivitesini belirlemek için ABTS radikal temizleme aktivitesi ve demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) analizleri yapılmıştır.

4.2.11. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi

ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları Tablo 23'de verilmiştir. Birinci ekstraktların ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek antioksidan aktivite yeşil mercimek ununda (111.39 µmol/100 g) bulunurken en düşük antioksidan aktivite buğday ununda (19.02 µmol/100 g) bulunmuştur.

İkinci ekstraktların ABTS radikal temizleme aktivitesi analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek antioksidan aktivite yeşil mercimek ununda (229.56 µmol/100 g) bulunurken en düşük antioksidan aktivite mısır ununda (147.93 µmol/100 g) bulunmuştur.

İki ekstraktın toplamı alınmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek toplam antioksidan aktivite yeşil mercimek ununda (340.95 µmol/100 g) bulunurken en düşük toplam antioksidan aktivite buğday ununda (206.60 µmol/100 g) bulunmuştur.

Tablo 23. Un ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları

Örnek	ABTS ₁ (µmol/100 g)	ABTS ₂ (µmol/100 g)	ABTS (µmol/100 g)
Buğday unu	19.02±5.18 ^c	187.59±3.72 ^b	206.60±1.50 ^b
Mısır unu	69.74±7.82 ^b	147.93±0.98 ^c	217.67±7.97 ^b
Yeşil mercimek unu	111.39±5.41 ^a	229.56±10.41 ^a	340.95±15.7 ^a

ABTS₁: 1. Ekstrakt ABTS radikal temizleme aktivitesi ABTS₂: 2. Ekstrakt ABTS radikal temizleme aktivitesi

ABTS: ABTS radikal temizleme aktivitesi toplamı

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.2.12. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü

Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü analizi sonuçları Tablo 24’de verilmiştir. Birinci ekstraktların antioksidan aktivite analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek antioksidan aktiviteye sahip örnek yeşil mercimek unu ($114.00 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktiviteye sahip örnek buğday unu ($25.67 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunmuştur.

İkinci ekstraktların antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek antioksidan aktiviteye sahip örnek mısır unu ($387.30 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktiviteye sahip örnek yeşil mercimek unu ($98.13 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunmuştur.

İki ekstraktın antioksidan aktivite toplamı alınmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek toplam antioksidan aktivite mısır ununda ($489.63 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktivite yeşil mercimek ununda ($212.14 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunmuştur.

Tablo 24. Un demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü analizi sonuçları

Örnek	FRAP ₁ ($\mu\text{mol}/100 \text{ g}$)	FRAP ₂ ($\mu\text{mol}/100 \text{ g}$)	FRAP ($\mu\text{mol}/100 \text{ g}$)
Buğday unu	25.67 ± 1.95^b	299.30 ± 17.37^b	324.96 ± 18.03^b
Mısır unu	102.33 ± 7.81^a	387.30 ± 8.26^a	489.63 ± 3.07^a
Yeşil mercimek unu	114.00 ± 8.27^a	98.13 ± 6.33^c	212.14 ± 14.52^c

FRAP₁: 1. Ekstrakt demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü

FRAP₂: 2. Ekstrakt demir iyonu indirgeyici

FRAP: Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü toplamı

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

4.3. Kurabiye Formülasyonun Belirlenmesi

Kurabiye formülasyonun belirlenmesi için yanıt yüzey metodu uygulanmıştır. Merkezi kompozit tasarım kullanılmıştır. Deney tasarımına göre kurabiye formülasyonları hazırlanmış ve kurabiyelerde fiziksel (kalınlık ve çap) ve tekstürel (sertlik ve kırılabilirlik) ölçümler alınmış ve genel beğeni düzeyi belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler ve deney tasarımına göre elde edilen yanıtlara ait deneysel değerler Tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 25. Bağımsız değişkenler ve yanıtların deneysel değerleri

Bağımsız değişkenler			Yanıt								
Deney no	Mercimek unu (g/100g un)	Limon kabuğu tozu (g/100g un)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma faktörü	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)	L*	a*	b*	Genel beğeni
1	10	1	44.32	11.74	3.78	2021.57	10.04	74.42	-1.5	41.18	6.1
2	20	1	44.85	11.42	3.93	1535.9	9.78	72.01	-0.9	39.51	5.84
3	10	5	43.94	11.69	3.76	2234.64	9.71	74.74	-1.5	43.16	5.22
4	20	5	43.95	11.28	3.90	2119.60	9.48	72.05	-1.1	39.86	4.74
5	10	3	44.00	11.69	3.76	1999.35	9.43	74.74	-1.6	42.82	5.88
6	20	3	44.39	11.86	3.74	1789.37	9.7	72.05	-1.3	40.34	5.36
7	15	1	44.42	11.56	3.84	1314.25	9.82	73.84	-1.3	41.44	5.92
8	15	5	43.96	11.6	3.79	2315.85	9.34	73.25	-1.3	41.79	5.38
9	15	3	44.03	11.21	3.93	2310.52	9.34	73.14	-1.2	41.56	5.8
10	15	3	43.73	11.21	3.9	2472.11	9.35	73.37	-1.2	41.76	6.28
P	-	-	0.036	0.805	0.742	0.309	0.122	0.000	0.171	0.001	0.051
LF	-	-	0.806	-	0.153	0.233	0.029	0.854	0.050	0.367	0.827
R ²	-	-	0.905	0.354	0.403	0.683	0.816	0.995	0.777	0.982	0.885
R ² adj.	-	-	0.786	-0.453	-0.342	0.287	0.586	0.990	0.498	0.959	0.741

P: Önem derecesi LF: Uyum eksikliği R²: Regrasyon katsayısı R²adj: Düzeltilmiş regrasyon katsayısı

Merkezi kompozit tasarıma göre mercimek unu (X_1) ve limon kabuğu tozu (X_2) bağımsız değişkenlerinin seviyelerinin yanıtlar üzerinde meydana getirdiği değişimi ortaya koyan ikinci dereceden polinomial model denklemler elde edilmiştir. Regresyon analizi sonucu $\hat{y}$ ($p<0.05$), L^* ($p<0.05$), b^* ($p<0.05$) ve genel beğeni ($p<0.10$) yanıtları için regresyonun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Model denklemleri aşağıda verilmiştir.

$$\hat{y} = 43.9436 + 0.126557X_1 - 0.236785X_2 + 0.118492X_1^2 + 0.115317X_2^2 - 0.086X_1X_2$$

$$L^* = 73,2316 - 1,06016X_1 + 0,0966265X_2 - 0,125875X_1^2 - 0,0864893X_2^2 - 0,0466701X_1X_2$$

$$b^* = 41,78 - 1,11589X_1 + 0,262642X_2 - 0,212762X_1^2 - 0,190536X_2^2 - 0,146667X_1X_2$$

$$\text{Genel beğeni} = 5,96998 - 0,171473X_1 - 0,342947X_2 - 0,186178X_1^2 - 0,167128X_2^2 - 0,0366687X_1X_2$$

Kalınlık, yayılma faktörü, sertlik, kırılmalık ve a^* yanıtları için regresyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

4.3.1. Çap

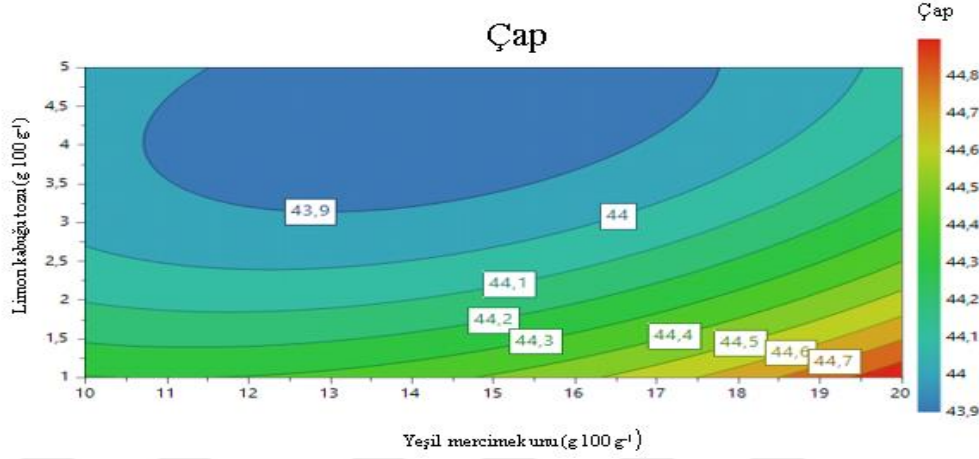
Korelasyon katsayıları Tablo 26’da verilmiştir. Çap üzerine etkisi en fazla olan bağımsız değişkenin limon kabuğu tozu (LKT) olduğu belirlenmiştir. LKT’nin lineer etkisi negatif yönde istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$) yeşil mercimek ununun (YMU) lineer etkisi pozitif yönde istatistiksel olarak önemli ($p<0.10$) bulunmuştur.

Tablo 26. Kurabiyelerin çap değerlerine ait korelasyon katsayıları

Yanıt	Korelasyon katsayısı	P
Model	43.9486	1.12E-10
YMU (X_1)	0.126557	0.067982
LKT (X_2)	-0.23679	0.009691
YMU*YMU (X_1*X_1)	0.118492	0.150443
LKT*LKT (X_2*X_2)	0.115317	0.159037
YMU*LKT (X_1*X_2)	-0.08667	0.164267

*YMU: Yeşil mercimek unu LKT: Limon kabuğu tozu

Çap yanıtına ait kontur grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Formülasyonda YMU oranı arttıkça çap değerinin arttığı görülmektedir. LKT oranı arttıkça orta noktaya kadar çap değerinin azaldığı orta noktadan sonra önemli bir değişim olmadığı görülmektedir.



Şekil 10.Kontur grafiği: Çap

4.3.2. L*

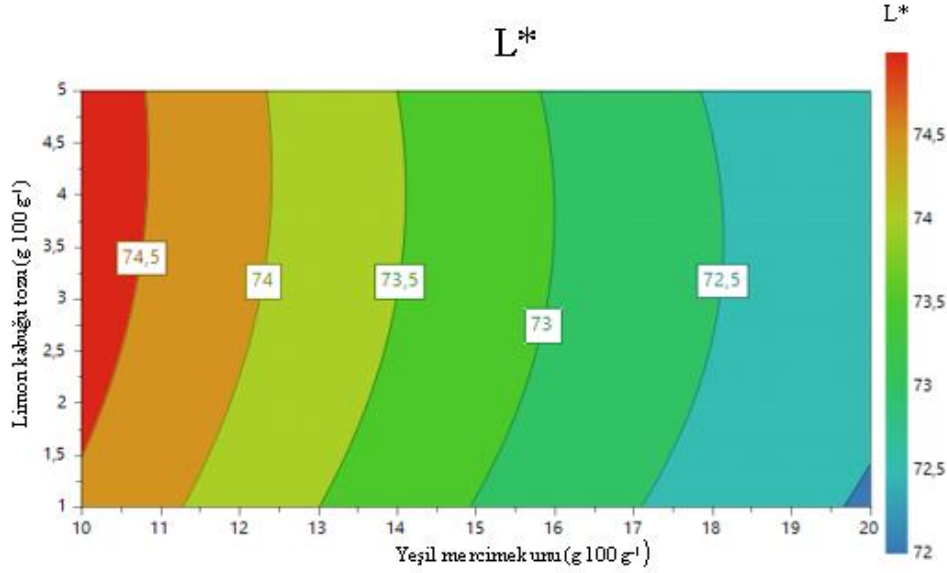
Korelasyon katsayıları Tablo 27'de verilmiştir. L* değeri üzerine etkisi en fazla olan bağımsız değişkenin YMU olduğu belirlenmiştir. YMU'nun lineer etkisi negatif yönde istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0.05$) LKT'nin lineer etkisi pozitif yönde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.10$). YMU'nun kuadratik etkisi pozitif yönde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.10$).

Tablo 27. Kurabiyelerin L* değerlerine ait korelasyon katsayıları

Yanıt	Korelasyon katsayısı	P
Model	73.2316	3.72E-12
YMU (X₁)	-1.06016	8.12E-06
LKT (X₂)	0.096627	0.056
YMU*YMU (X₁*X₁)	0.125875	0.056791
LKT*LKT (X₂*X₂)	-0.08649	0.142376
YMU*LKT (X₁*X₂)	-0.04667	0.267211

*YMU: Yeşil mercimek unu LKT: Limon kabuğu tozu

L^* yanıtına ait kontur grafiği Şekil 11’de verilmiştir. Formülasyonda YMU oranı arttıkça L^* değerinin azaldığı görülmektedir. LKT oranı arttıkça orta noktaya kadar L^* değerinin arttığı orta noktadan sonra önemli bir değişim olmadığı görülmektedir.



Şekil 11. Kontur grafiği: L^*

4.3.3. b^*

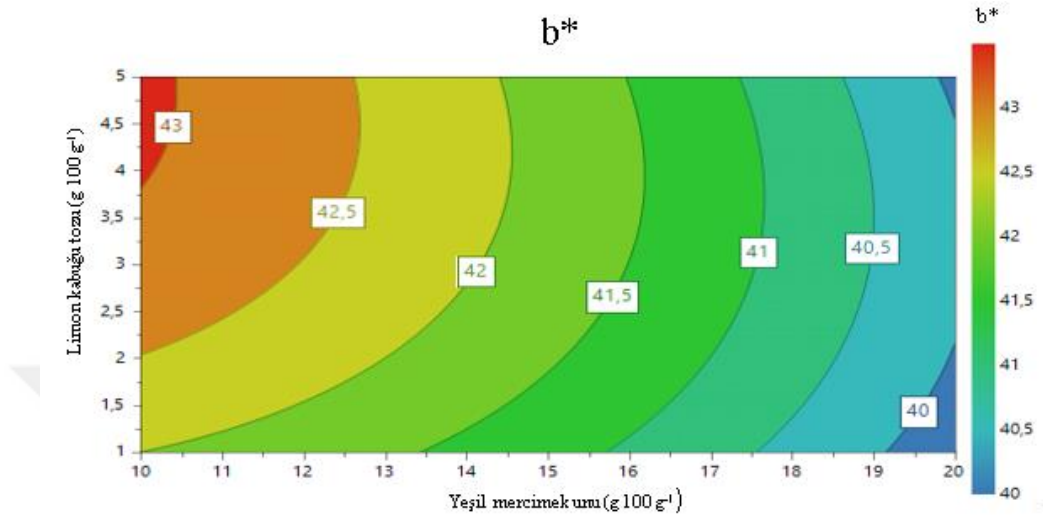
Korelasyon katsayıları Tablo 28’de verilmiştir. b^* değeri üzerine etkisi en fazla olan bağımsız değişkenin YMU olduğu belirlenmiştir. YMU’nun lineer etkisi negatif yönde istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0.05$), LKT’nin lineer etkisi pozitif yönde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tablo 28. Kurabiyelerin b^* değerlerine ait korelasyon katsayıları

Yanıt	Korelasyon katsayısı	P
Model	41.78	8.56E-10
YMU (X_1)	-1.11589	0.000157
LKT (X_2)	0.262642	0.03104
YMU*YMU (X_1*X_1)	-0.21276	0.113775
LKT*LKT (X_2*X_2)	-0.19054	0.145038
YMU*LKT (X_1*X_2)	-0.14667	0.14267

*YMU: Yeşil mercimek unu LKT: Limon kabuğu tozu

b^* yanıtına ait kontur grafiği Şekil 12’de verilmiştir. Formülasyonda YMU oranı arttıkça b^* değerinin azaldığı görülmektedir. LKT oranı arttıkça b^* değerinin arttığı görülmektedir.



Şekil 12. Kontur grafiği: b^*

4.3.4. Genel Beğeni

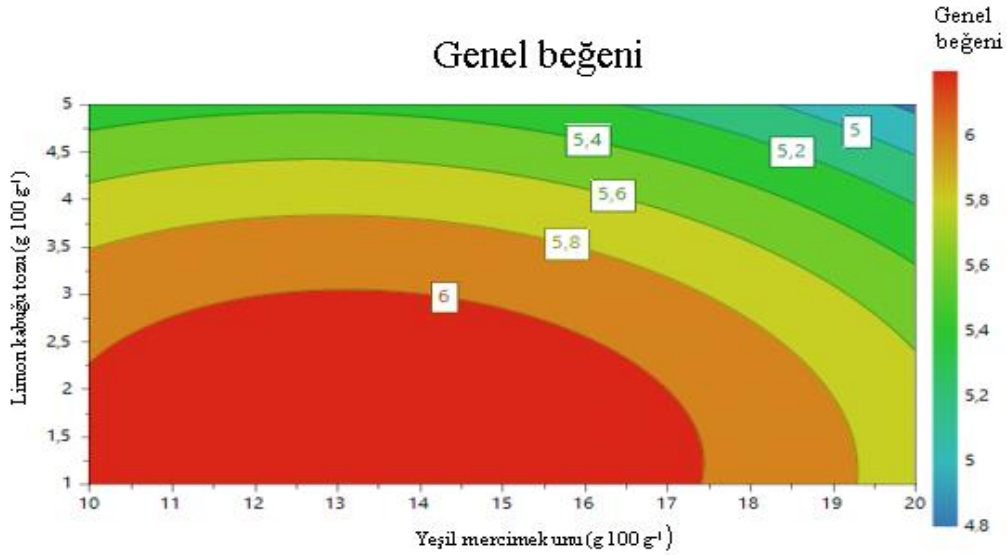
Korelasyon katsayıları Tablo 29’da verilmiştir. Genel beğeni değeri üzerine etkisi en fazla olan bağımsız değişkenin LKT olduğu belirlenmiştir YMU ($p<0.10$) ve LKT’nin ($p<0.05$) lineer etkisi negatif yönde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 29. Kurabiyelerin genel beğeni değerlerine ait korelasyon katsayıları

Yanıt	Korelasyon katsayısı	P
Model	41.78	8.56E-10
YMU (X_1)	-0.17147	0.095661
LKT (X_2)	-0.34295	0.012226
YMU*YMU (X_1*X_1)	-0.18618	0.146128
LKT*LKT (X_2*X_2)	-0.16713	0.181314
YMU*LKT (X_1*X_2)	-0.03667	0.666551

*YMU: Yeşil mercimek unu LKT: Limon kabuğu tozu

Genel beğeni yanıtına ait kontur grafiği Şekil 13’de verilmiştir. Formülasyonda YMU oranı arttıkça genel beğeni değerinin azaldığı görülmektedir. LKT oranı arttıkça genel beğeni değerinde orta noktaya kadar önemli bir değişim olmazken orta noktadan sonra azaldığı görülmektedir.



Şekil 13. Kontur grafiği: Genel beğeni

4.4. Validasyon

Regrasyonun önemli olduğu yanıtlar (çap, L^* , b^* ve genel beğeni) seçilmiş ve yanıtlar için hedef değerler belirlenmiştir. Modde 11 (Sartorius, Almanya) istatistiksel programı kullanılarak bağımsız değişkenler için optimum değerler belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler için optimum değerler mercimek unu (16 g/100 g un) ve limon kabuğu tozu (1 g/100 g un) olarak belirlenmiştir. Bağımsız değişkenlerin optimum değerlerine göre kurabiye formülasyonu hazırlanarak kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Çap, L^* , b^* ve genel beğeni yanıtlarına ait deneysel değerler ile model denklemlerinden hesaplanan tahmini değerler karşılaştırılmıştır. Yanıtlara ait deneysel değerler ve model denklemlerinden hesaplanan tahmini değerler Tablo 30’da verilmiştir. Deneysel ve tahmini değerler oldukça birbirine yakın olup model denklemlerin bağımlı değişkenleri tahminlemede yeterli olduğunu göstermektedir.

Tablo 30. Deneysel ve Tahmini Değerler

Yanıt	Deneysel Değer	Tahmini Değer
Çap	44.43	44.49
L*	72.41	72.71
b*	40.11	40.89
Genel beğeni	6.49	6.09

4.5. Kurabiye Analiz Sonuçları

Mısır unlu ve buğday unlu kontrol kurabiyelerinde ve bağımsız değişkenlerin optimum değerlerine göre hazırlanan formülasyonda üretilen kurabiyede nem, kül, yağ, protein, ham lif, kalınlık, çap, sertlik, kırılgenlik, renk, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite (ABTS radikal temizleme aktivitesi ve demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü tayinleri) tayinleri yapılmıştır.

4.5.1. Nem Analizi Sonuçları

Nem analizi sonuçları Tablo 31’de verilmiştir. Nem analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek nem miktarına sahip örnek MU kurabiye (% 10.35), en düşük nem miktarına sahip örnek MYL kurabiye (% 9.64) bulunmuştur.

Tablo 31. Kurabiye nem analizi sonuçları

Örnek	Nem (%)
BU	10.18±0.08 ^a
MU	10.35±0.11 ^a
MYL	9.64±0.19 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.2. Kül Analizi Sonuçları

Kül analizi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir. Kül analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek kül miktarına sahip örnek MYL kurabiye (% 1.74), en düşük kül miktarına sahip örnek BU kurabiye (% 1.32) bulunmuştur.

Tablo 32. Kurabiye kül analizi sonuçları

Örnek	Kül (%)
BU	1.32±0.01 ^c
MU	1.52±0.02 ^b
MYL	1.74±0.01 ^a

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.3. Yağ Analizi Sonuçları

Yağ analizi sonuçları Tablo 33’de verilmiştir. Yağ tayini sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur(p<0.05). Yağ miktarı en yüksek olan örnek MU kurabiye (% 20.61), yağ miktarı en düşük örnek BU kurabiye (% 16.15) bulunmuştur.

Tablo 33. Kurabiye yağ analizi sonuçları

Örnek	Yağ (%)
BU	16.15±0.20 ^c
MU	20.61±0.41 ^a
MYL	19.52±0.15 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.4. Protein Analiz Sonuçları

Protein analizi sonuçları Tablo 34’de verilmiştir. Protein analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek protein miktarına sahip örnek BU kurabiye (% 7.44), en düşük protein miktarına sahip örnek MU kurabiye (% 4.74) bulunmuştur.

Tablo 34. Kurabiye protein analizi sonuçları

Örnek	Protein (%)
BU	7.44±0.06 ^a
MU	4.74±0.17 ^c
MYL	6.48±0.05 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.5. Toplam Karbonhidrat

Toplam karbonhidrat miktarı Tablo 35’de verilmiştir. Karbonhidrat miktarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir derecede fark bulunmuştur (p<0.05).

Karbonhidrat miktarı en yüksek örnek BU kurabiye (% 64.91), karbonhidrat miktarı en düşük örnek MYL kurabiye (% 62.61) bulunmuştur.

Tablo 35. Kurabiye toplam karbonhidrat miktarı

Örnek	Karbonhidrat (%)
BU	64.91±0.17 ^a
MU	62.76±0.36 ^b
MYL	62.61±0.34 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.6. Ham Lif Analizi Sonuçları

Ham lif analizi sonuçları Tablo 36’da verilmiştir. Ham lif analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek lif miktarına sahip örnek MYL kurabiye (% 2.57), en düşük ham lif miktarına sahip örnek BU kurabiye (% 0.10) bulunmuştur.

Tablo 36. Kurabiye ham lif analizi sonuçları

Örnek	Ham lif (%)
BU	0.10±0.00 ^c
MU	0.90±0.10 ^b
MYL	2.57±0.23 ^a

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.7. Fiziksel Analiz Sonuçları

Kurabiye örneklerinde kalınlık ve çap ölçümleri yapılmış ve yayılma faktörü hesaplanmıştır.

4.5.8. Kalınlık Ölçümü Sonuçları

Kalınlık ölçüm sonuçları Tablo 37’de verilmiştir. Kalınlık ölçümü sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur. (p<0.05) Kalınlığı en fazla olan örnek BU kurabiye (12.71 mm), kalınlığı en az olan örnek MU kurabiye (10.71 mm) bulunmuştur.

Tablo 37. Kalınlık ölçüm sonuçları

Örnek	Kalınlık (mm)
BU	12.71±0.28 ^a
MU	10.71±0.23 ^c
MYL	11.24±0.16 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.9. Çap Ölçümü Sonuçları

Çap ölçümü sonuçları Tablo 38’de verilmiştir. Çap ölçümü sonuçlarına örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). Çapı en fazla olan örnek MYL kurabiye (44.12 mm), çapı en az olan örnek BU kurabiye (41.82 mm) bulunmuştur.

Tablo 38. Çap ölçüm sonuçları

Örnek	Çap (mm)
BU	41.82±0.27 ^b
MU	43.87±0.25 ^a
MYL	44.12±0.18 ^a

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.10. Yayılma Faktörü Sonuçları

Yayılma faktörü sonuçları Tablo 39’da verilmiştir. Yayılma faktörüne göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yayılma faktörü en yüksek örnek MU kurabiye (4.10), yayılma faktörü en düşük örnek BU kurabiye (3.29) bulunmuştur.

Tablo 39. Yayılma faktörü sonuçları

Örnek	Yayılma Faktörü
BU	3.29±0.06 ^c
MU	4.10±0.07 ^a
MYL	3.95±0.08 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.11. Tekstür Analizi Sonuçları

Kurabiye örneklerinde sertlik ve kırılgenlik tayini yapılmıştır.

4.5.12. Sertlik Tayini Sonuçlar

Sertlik tayini sonuçları Tablo 40’ta verilmiştir. Sertlik tayini sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek sertlik değerine sahip örnek BU kurabiye (4188.05 g), en düşük sertlik değerine sahip örnek MU kurabiye (2197.10 g) bulunmuştur.

Tablo 40. Sertlik Tayini sonuçları

Örnek	Sertlik (g)
BU	4188.05±661.77 ^a
MU	2197.10±303.48 ^b
MYL	2975.69±690.50 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.13. Kırılgenlik Tayini Sonuçları

Kırılgenlik tayini sonuçları Tablo 41’de verilmiştir. Kırılgenlik tayini sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır (p>0.05). En yüksek kırılgenlik değerine sahip örnek BU kurabiye (9.67 mm), en düşük kırılgenlik değerine sahip örnek MU kurabiye (8.61 mm) bulunmuştur.

Tablo 41. Kırılgenlik Tayini sonuçları

Örnek	Kırılgenlik (mm)
BU	9.67±0.48 ^a
MU	8.61±0.69 ^a
MYL	8.86±0.46 ^a

Aynı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.14 Renk Analizi Sonuçları

Renk analizi sonuçları Tablo 42’de verilmiştir. Renk analizi sonuçlarına göre L* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek L* değerine sahip örnek BU kurabiye (75.51), en düşük L* değerine sahip örnek MYL kurabiye (71.84) bulunmuştur.

a* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek a* değerine sahip örnek MYL kurabiye (-0.57), en düşük a* değerine sahip örnek BU kurabiye (-1.84) bulunmuştur.

b* değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek b* değerine sahip örnek MU kurabiye (41.91), en düşük b* değerine sahip örnek BU kurabiye (20.19) bulunmuştur.

Tablo 42. Kurabiye renk Analiz Sonuçları

Örnek	L*	a*	b*
BU	75.51±1.37 ^a	-1.84±0.11 ^b	20.19±0.33 ^c
MU	75.43±0.88 ^a	-1.56±0.26 ^b	41.91±0.72 ^a
MYL	71.84±0.74 ^b	-0.57±0.17 ^a	39.89±0.52 ^b

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.15. C Vitamini Analiz Sonuçları

C vitamini analizi sonuçları Tablo 43’de verilmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). MU kurabiye örneğinde C vitamini tespit edilmemiştir. En yüksek C vitamini miktarına sahip örnek MYL kurabiye (14.12 mg/kg), en düşük C vitaminine sahip örnek BU kurabiye (2.62 mg/kg) bulunmuştur.

Tablo 43. Kurabiye C vitamini analizi sonuçları

Örnek	C vitamini (mg/kg)
BU	2.62±0.14 ^b
MU	TED
MYL	14.12±0.76 ^a

TED: Tespit edilemeyen düzey

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.16. Toplam Fenolik Madde Analiz Sonuçları

Toplam fenolik madde analizi sonuçları Tablo 44’de verilmiştir. Birinci ekstraktların toplam fenolik madde analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek fenolik madde miktarı MYL kurabiyede (106.56 mg/100 g) bulunurken en düşük fenolik madde miktarı BU kurabiyede (90.86 mg/100 g) bulunmuştur.

İkinci ekstraktların toplam fenolik madde analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek fenolik madde miktarı BU kurabiyede (255.74 mg/100 g) bulunurken en düşük fenolik madde miktarı MU kurabiyede (232.17 mg/100 g) bulunmuştur.

İki ekstraktın toplamı alınmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$) En yüksek toplam fenolik madde miktarı MYL kurabiyede (354.91 mg/100 g) bulunurken en düşük toplam fenolik madde miktarı MU kurabiyede (327.61 mg/100 g) bulunmuştur.

Tablo 44. Kurabiye toplam fenolik madde analizi sonuçları

Örnek	TFM ₁ (mg/100 g)	TFM ₂ (mg/100 g)	TFM(mg/100 g)
BU	90.86±13.34 ^a	255.74±10.01 ^a	346.60±22.77 ^a
MU	95.44±14.35 ^a	232.17± 9.43 ^a	327.61±17.62 ^a
MYL	106.56±11.53 ^a	248.36±31.13 ^a	354.91±37.76 ^a

TFM₁: 1. Ekstrakt toplam fenolik madde miktarı TFM₂: 2. Ekstrakt toplam fenolik madde miktarı TFM: Toplam fenolik madde miktarı

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p>0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.17. Antioksidan Aktivite Analizi Sonuçları

Kurabiyelerin antioksidan aktivitesini belirlemek için ABTS radikal temizleme aktivitesi ve demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) analizleri yapılmıştır.

4.5.18. ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi Sonuçları

ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları Tablo 45’de verilmiştir. Birinci ekstraktların ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek antioksidan aktivite MYL kurabiyede ($82.24 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktivite BU kurabiyede ($31.88 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunmuştur.

İkinci ekstraktların ABTS radikal temizleme aktivitesi analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$) En yüksek antioksidan aktivite MYL kurabiyede ($385.53 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktivite MU kurabiyede ($366.20 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunmuştur.

İki ekstraktın toplamı alınmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek toplam antioksidan aktivite MYL kurabiyede ($467.77 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunurken en düşük toplam antioksidan aktivite BU kurabiyede ($409.41 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunmuştur.

Tablo 45. Kurabiye ABTS radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları

Örnek	ABTS ₁ ($\mu\text{mol}/100 \text{ g}$)	ABTS ₂ ($\mu\text{mol}/100 \text{ g}$)	ABTS($\mu\text{mol}/100 \text{ g}$)
BU	31.88 ± 4.14^c	377.53 ± 28.60^a	409.41 ± 30.99^b
MU	49.02 ± 5.46^b	366.20 ± 11.46^a	415.22 ± 11.96^b
MYL	82.24 ± 4.17^a	385.53 ± 33.30^a	467.77 ± 29.26^a

ABTS₁: 1. Ekstrakt ABTS radikal temizleme aktivitesi ABTS₂: 2. Ekstrakt ABTS radikal temizleme aktivitesi

ABTS: ABTS radikal temizleme aktivitesi toplamı

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.19. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü Sonuçları

Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü analizi sonuçları Tablo 46’da verilmiştir. Birinci ekstraktların antioksidan aktivite analizi sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek antioksidan aktivite MYL kurabiyede ($176.83 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktivite BU kurabiyede ($147.84 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$) bulunmuştur.

İkinci ekstraktların antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek antioksidan

aktivite örnek MU kurabiyede (321.38 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktivite BU kurabiyede (252.72 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$) bulunmuştur.

İki ekstraktın toplamı alınmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek toplam antioksidan aktivite MU kurabiyede (495.31 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$) bulunurken en düşük antioksidan aktivite BU kurabiyede (400.56 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$) bulunmuştur.

Tablo 46. Kurabiye demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü analizi sonuçları

Örnek	FRAP ₁ ($\mu\text{mol}/100\text{g}$)	FRAP ₂ ($\mu\text{mol}/100\text{g}$)	FRAP($\mu\text{mol}/100\text{g}$)
BU	147.84 $\pm$ 10.64 ^b	252.72 $\pm$ 26.81 ^b	400.56 $\pm$ 16.20 ^b
MU	173.93 $\pm$ 14.71 ^a	321.38 $\pm$ 25.22 ^a	495.31 $\pm$ 33.40 ^a
MYL	176.83 $\pm$ 6.22 ^a	303.63 $\pm$ 11.97 ^a	480.46 $\pm$ 17.90 ^a

FRAP₁: 1. Ekstrakt demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü FRAP₂: 2. Ekstrakt demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü

FRAP: Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü toplamı

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

4.5.20 Duyusal Analiz

Duyusal analiz sonuçları Tablo 47’de verilmiştir. Kurabiyelerin görünüş puanları incelendiğinde örnekler arasında önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek puanı MU kurabiye (6.54) alırken en düşük puanı BU kurabiye (5.40) almıştır.

Kurabiyelerin renk puanı değerlendirildiğinde örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek puanı MU kurabiye (6.63) alırken en düşük puanı BU kurabiye (5.23) almıştır.

Koku puanlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek puanı MYL kurabiye (6.15) alırken en düşük puanı BU kurabiye (5.85) almıştır.

Tat puanlarına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek puanı MU kurabiye (6.10) alırken en düşük puanı BU kurabiye (5.58) almıştır.

Sertlik puanına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek puanı MYL kurabiye (5.92) alırken en düşük puanı MU kurabiye (5.56) almıştır.

Kırılgenlik puanına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek puanı MU kurabiye (6.13) alırken en düşük puanı MYL kurabiye (5.98) almıştır.

Gevreklik puanına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek puanı BU kurabiye (5.81) alırken en düşük puanı MU kurabiye (5.69) almıştır.

Genel beğenirlik puanına göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek puanı MU kurabiye (6.37) alırken en düşük puanı BU kurabiye (5.81) almıştır.

Tablo 47. Kurabiye duyuşsal analiz sonuçları

	BU	MU	MYL
Görünüş	5.40±2.16 ^b	6.54±1.53 ^a	6.21±1.57 ^a
Renk	5.23±2.20 ^b	6.63±1.62 ^a	6.19±1.69 ^a
Koku	5.85±1.97 ^a	5.96±1.92 ^a	6.15±1.88 ^a
Tat	5.58±2.20 ^c	6.10±1.81 ^a	6.06±1.84 ^b
Sertlik	5.83±2.08 ^a	5.56±1.94 ^a	5.92±2.11 ^a
Kırılganlık	6.08±1.86 ^a	6.13±1.85 ^a	5.98±1.75 ^a
Gevreklik	5.81±1.79 ^a	5.69±1.93 ^a	5.77±2.03 ^a
Genel beğeni	5.81±1.65 ^a	6.37±1.65 ^a	6.08±1.98 ^a

Farklı harfler değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

BU: buğday unu içeren MU: mısır unu içeren MYL : mısır unu-mercimek unu- limon kabuğu tozu içeren

5. TARTIŞMA

5.1. Limon Kabuğu Tozu Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Limon kabuğu tozunda fizikokimyasal ve kimyasal analizler yapılmıştır. Limon kabuğu tozunun nem (% 9.85), protein (% 4.54) ve yağ (% 5.00) içeriğinin literatürdeki değerlere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam karbonhidrat (% 76.45) içeriğinin ise literatürdeki değerlerle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Topal vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada limon kabuğu tozunun % 8.00 nem, % 76.00 toplam karbonhidrat, % 2.00 yağ, % 0.90 protein ve % 6.50 kül içerdiği belirlenmiştir. Demir ve Olcay (2020) tarafından yapılan çalışmada limon kabuğu tozunun % 8.21 nem, % 3.06 kül ve % 3.68 protein içerdiği tespit edilmiştir. Limon kabuğu tozunun kül içeriğinin (% 4.15) Topal vd. (2011) tarafından yapılan çalışmaya göre daha düşük ve Demir ve Olcay (2020) tarafından yapılan çalışmaya göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Limon kabuğu lif içeriği bakımından meyve etine göre daha zengindir. Çalışma sonuçları limon kabuğu tozunun ham lif içeriğinin (% 10.46) yüksek olduğunu göstermektedir. Literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında ham lif içeriğinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Janati vd (2012) tarafından yapılan çalışmada ham lif miktarı % 15.18 bulunmuştur. Demir ve Olcay (2020) tarafından yapılan çalışmada ham lif içeriği % 18.93 bulunmuştur.

Limon kabuğu tozunun C vitamini içeriği (385.51 mg/kg) Sir Elkhatim vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada bulunan değerden (58.59 mg/kg) yüksek, Güzel ve Akpınar (2017) tarafından yapılan çalışmada bulunan değerden (1374.15 mg/kg) düşük bulunmuştur.

Limon kabuğu tozunun toplam fenolik madde (589.96 mg/100g) içeriği Casquete vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada bulunan değerden (222.67 mg/100g) yüksek, Güzel ve Akpınar (2017) tarafından yapılan çalışmada bulunan değerden (9943-12817 mg/kg) düşük bulunmuştur.

Limon kabuğu tozunun ABTS radikal yakalama aktivitesi (462.96 μ mol/100 g) ve FRAP (522.26 μ mol/100 g) değerlerinin Güzel ve Akpınar (2017) tarafından yapılan çalışmada bulunan değerlerden (ABTS:8976-10155 μ mol/100 g ve FRAP:4643-5917 μ mol/100 g) düşük olduğu belirlenmiştir.

Limon kabuğu tozunun L^* (85.56) ve a^* (-2.60) değeri Demir ve Olcay (2020) tarafından yapılan çalışmaya (L :90.28, a :0.23, b :21.07) göre düşük ve b^* (24.52) değeri



ise yüksek bulunmuştur. Di Rauso Simeone vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada 4 farklı limon çeşidinin L* değerinin 68.8-71.9, b* değerinin 54.6-57.9 ve a* değerinin (-0.6) ve (-3.8) aralığında değiştiği bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan değerler Di Rauso Simone vd (2020) tarafından yapılan çalışmada bulunan değerler ile kıyaslandığında L* değerinin yüksek, b* değerinin düşük ve a* değerinin benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Bu çalışma sonuçları ile literatürdeki çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların çalışmalarda kullanılan limonların çeşidi, yetiştikleri bölgeler ve bölgelerin iklim koşulları, limon kabuklarının kurutma yöntemleri ve koşulları ve ekstraksiyon koşulları arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Topal vd., 2011; Demir ve Olcay, 2020; Janati vd., 2012).

5.2. Kurabiye Formülasyonu Geliştirilmesi

Bu çalışmada çölyak hastalarının tüketimine uygun mısır unu bazlı kurabiye formülasyonu geliştirilmesi için yanıt yüzey metodu kullanılmıştır. Çalışmada buğday unu yerine mısır-mercimek unu karışımı kullanılmış ve un karışımına limon kabuğu tozu ilave edilmiştir. Yanıt yüzey metodu yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özer (2022) tarafından yapılan bir çalışmada şeker içeriği düşük ve protein içeriği yüksek gluten içermeyen kurabiye formülasyonu geliştirilmek için yanıt yüzey metodu kullanılmıştır. Çalışmada buğday unu yerine nohut-karabuğday-mısır unu ve badem sütü atığı karışımı (1:1:1:1) kullanılmıştır. Hathan ve Prassana (2011) yılında yapılan çalışmada lif ve protein içeriği yüksek glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirmek için yanıt yüzey metodu kullanılmıştır. Çalışmada buğday unu yerine tilki kuyruğu darı unu ve Hindistan cevizi unu kullanılmıştır.

5.3. Kurabiyelerin Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada MYL kurabiye ile kontrol kurabiyelerinin nem, kül, ham lif, protein, yağ ve toplam karbonhidrat içeriği belirlenmiştir. MYL kurabiyesinin nem değerinin kontrol kurabiyelerin nem değerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Nem gıdaların raf ömrünü etkileyen önemli bir parametredir. Kurabiye nem içeriğinin düşük olması sebebiyle diğer gıdalara göre daha uzun süre muhafaza edilebilmektedir (Dizlek, 2020).

MYL kurabiyesinin kül ve ham lif içeriğinin kontrol kurabiyelerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. MYL kurabiyesinin kül ve ham lif içeriğinin yüksek olması yeşil mercimek ununun mısır ve buğday ununa kıyasla yüksek miktarda kül ve ham lif

içermesi ile açıklanabilir. Ayrıca kül ve lif açısından zengin limon kabuğu tozu ilavesinin de artışa katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Asouzu ve Umerah (2022) tarafından yapılan



çalışmada bezelye unu-havuç unu karışımı ile üretilen kurabiyelerin kül miktarının buğday unuyla yapılan kurabiyeye kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kurabiye formülasyonuna üzüm posası (Theagarajan vd. 2019), muz kabuğu (Arun vd. 2015), portakal posası (Larrea vd. 2005) ve nar kabuğu (Jandal ve Naji 2021) gibi meyve atıklarının ilavesiyle kül ve lif miktarında artış meydana geldiği belirlenmiştir.

MYL kurabiyesinin yağ içeriği mısır unlu kontrol kurabiyesine kıyasla düşük buğday unlu kontrol kurabiyesine kıyasla yüksek bulunmuştur. Kurabiyeler arasındaki farklılıklar mısır ununun buğday unu ve mercimek ununa kıyasla daha yüksek oranda yağ içermesi ile açıklanabilir (Köten ve Ünsal, 2021; Erdil ve Gedik, 2018).

MYL kurabiyesinin protein içeriği mısır unlu kontrol kurabiyesine kıyasla yüksek buğday unlu kontrol kurabiyesine kıyasla düşük bulunmuştur. Kurabiyelerin protein içerikleri arasındaki farklılıklar mısır ununun protein içeriğinin buğday unu ve mercimek ununa kıyasla düşük olması ile açıklanabilir. Hajas vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada mercimek (kahverengi, kırmızı, sarı, siyah ve yeşil mercimek) unları ile yapılan kurabiyelerin protein içeriğinin pirinç unu ile yapılan kurabiyeden yüksek olduğu belirlenmiştir.

MYL kurabiyesinin toplam karbonhidrat miktarı ile mısır unlu kontrol kurabiyesi arasında önemli farklılık bulunmazken buğday unlu kontrol kurabiyesine göre daha düşük miktarda karbonhidrat içerdiği belirlenmiştir. Kurabiyelerin toplam karbonhidrat içeriği arasındaki farklılık kurubaklagillerin tahıllara göre daha düşük miktarda karbonhidrat içermesi ile açıklanabilir (Sarioğlu ve Velioğlu, 2018; Baykut, 2021). Pirinç ve siyah fasulye unları kullanılarak üretilen kurabiyelerde pirinç (%70) ve siyah fasulye (%30) kullanıldığında karbonhidrat miktarı % 81.28 bulunurken, pirinç (%60) ve siyah fasulye unu (%40) kullanıldığında % 74.05 bulunmuştur. Kurabiye formülasyonuna tahıl unu yerine kurubaklagil unu ilave edildiğinde karbonhidrat değerinde azalma gözlenmektedir (Bassinello vd., 2011). Kurabiye formülasyonuna üzüm posası ilavesiyle de (%2-%8) karbonhidrat değerlerinde azalma gözlenmiştir (Theagarajan vd. 2019).

Analiz sonuçları kurabiye formülasyonunda mısır unu yerine mısır unu-mercimek unu karışımının kullanılmasıyla kurabiyelerin besin değerinin arttığını göstermiştir. MYL kurabiyesinin protein, kül ve lif içeriği mısır unu içeren kurabiye göre daha yüksek bulunmuştur. Kurabiye formülasyonuna limon kabuğu tozu ilavesinin de kül ve lif içeriğinde artışa neden olduğu düşünülmektedir. Diyet lifinin insan sağlığı için olumlu etkileri olup, vücuttan zararlı maddelerin atılmasına, kan şekerinin kontrol edilmesine

ve kanser riskinin azaltılmasına yardımcı olur. Günlük 25-30 g diyet lifi alımı önerilmektedir (Salçın ve Eroşkun, 2021).



5.4. Kurabiyelerin Fiziksel Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kurabiye çapının kalınlığına oranı yayılma faktörü olarak adlandırılmaktadır. Yayılma faktörü önemli bir kalite parametresidir (Dizlek, 2020). Buğday unlu kontrol kurabiyesi ile kıyaslandığında daha yüksek yayılma faktörüne sahip ürün elde edilmiştir. Bilgiçli vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada buğday unu ve mısır unu kullanılarak kurabiye üretimi yapılmış, mısır unu ilave oranı arttıkça bu çalışmayla benzer olarak yayılma faktöründe artış meydana gelmiştir. Theagarajan vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa üzüm posası (%2-%8) ilave edilerek üretilen kurabiyelerde posa miktarının artmasıyla yayılma faktöründe artış meydana gelmiştir. Arun vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa muz kabuğu unu (% 5-10-15) ilave edilerek üretilen kurabiyelerde muz kabuğu unu miktarının artmasıyla yayılma faktöründe azalma meydana gelmiştir. Yayılma faktöründeki değişim muz kabuğunun yüksek lif içeriği nedeniyle daha fazla nem tutarak şeker konsantrasyonunda artışa yol açması ve viskoz bir hamur elde edilmesiyle ilişkilendirilmiştir.

MYL kurabiyenin sertlik ve kırılabilirlik değerlerinin buğday unlu kontrol kurabiyesine kıyasla düşük olduğu belirlenmiştir. Mısır unlu kontrol kurabiyesi ile kıyaslandığında sertlik ve kırılabilirlik değerlerinin yüksek olduğu ancak iki ürün arasında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir. Bassinello vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada mısır ununa pirinç ve siyah fasulye unu karışımının ilavesiyle üretilen kurabiyelerde formülasyondaki un karışımı oranı arttıkça sertlik değerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Üzüm posası (Theagarajan vd. 2019) ve muz kabuğu (Arun vd. 2015) ilavesiyle kurabiyelerin sertlik değerlerinde azalma ve kırılabilirlik değerinde artış gözlenmiştir. Sertlik değerinde azalmanın formülasyona ilave edilen bileşenlerin lif içeriğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Lifin nem tutma özelliği nedeniyle kurabiyelerde yumuşama meydana gelmiş olabilir (Arun vd., 2015).

5.5. Kurabiyelerin Renk Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bir gıdanın rengi tüketicinin tercihini etkileyen önemli özelliklerden birisidir. Renk ayrıca ürünün kalitesi hakkında bilgi veren bir özelliktir. Kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar gıdalarda renk değişimlerine neden olur (Özdoğan, 2022). Fırıncılık ürünlerinin rengi pişirme sırasında meydana gelen esmerleşme reaksiyonları ve ürünlerin üretiminde kullanılan unların renk özellikleri ile ilişkilidir. Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları fırıncılık ürünlerinde arzu edilen esmerimsi rengin

oluşmasını sağlar (Gökmen vd. 2008). MYL kurabiye mısır unlu kontrol kurabiyesi ile kıyaslandığında



parlaklık ve sarılık değerinin daha dūřuk kırmızılık değerinin ise yūksək olduğu belirlenmiştir. Buęday unlu kontrol kurabiyesi ile kıyaslandığında ise parlaklık değerinin dūřuk kırmızılık ve sarılık değerinin yūksək olduğu belirlenmiştir. Kurabiyelerin renk ۆzelliklerindeki arasındaki farklılıklar ۆretimde kullanılan buğday ve mısır unun parlaklık değerinin mercimek ununa gۆre daha yūksək mısır ununun sarılık değerinin diğer unlara gۆre daha yūksək olması ile açıklanabilir. Mısır ve patates unu ile yapılan bir çalışmada bu çalışmayla benzer şekilde mısır unu miktarı arttıķa sarılık değerinin arttığı belirlenmiştir (Singh vd., 2003). Mısır unu ilavesi ile sarılık değerinin artması mısır ununun karoteonid içeriği ile ilişkilendirilebilir. Amarant ve fasulye ununun kullanıldığı kurabiye formūlasyonunda fasulye ununun oranı arttıķa sarılık ve kırmızılık değerinin arttığı belirlenmiştir (Liu vd., 2017). Buęday ununa portakal kabuğu ilavesi yapılan çalışmada parlaklık değerinde azalma gۆzlenirken kırmızılık ve sarılık değerinde artış gۆzlenmiřtir (Al-Saab ve Gadallah 2021). Buęday ununa muz kabuğu ilave edilmesiyle yapılan çalışmada muz kabuğu unu ilave oranı arttıķa parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerinde azalma meydana gelmiştir (Arun vd. (2015).

5.6. Kurabiyelerin C Vitamini Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Limon ۆnemli bir C vitamini kaynağıdır. Limon kabuğu meyve etine gۆre C vitamini açısından daha zengindir (USDA 2019; Mohanapriya vd., 2013). Mısır unlu kontrol kurabiyesinde C vitamini tespit edilmemiştir. MYL kurabiye buğday unlu kontrol kurabiyesi ile kıyaslandığında 5 kat daha fazla C vitamini içermektedir. C vitaminindeki artış yeşil mercimek ununun C vitamini içermesi ve limon kabuğu tozunun zengin C vitamini içeriği açıklanabilir. C vitamini mikroorganizmalara karşı vūcut direncini arttırmaya ve bağışıklık sistemini gūlendirmeye katkıda bulunur. Ayrıca kemiklerin ve dişlerin gelişmesi, dokuların yenilenmesi ve yaraların iyileşmesinde ۆnemli rol oynar (Tūrker ve Yūksək, 2020).

5.7. Kurabiyelerin Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

MYL kurabiyenin toplam fenolik madde miktarı kontrol kurabiyelerine kıyasla daha yūksək bulunmuřtur. Mısır unu içeren kurabiyelerin ۆzūnūr formdaki fenolik madde miktarı buęday unu içeren kurabiye gۆre daha yūksək bulunurken baęlı formdaki fenolik madde miktarı daha dūřuk bulunmuřtur. Bu sonuçlar buęday ununun ferulik asit açısından zengin olması (oęunlukla baęlı formda) ile iliřkili olabilir (Klepacka ve Fornal, 2006). Kurabiye formūlasyonunda mısır unu yerine mısır ve mercimek unu

karışımının kullanımı ve formülasyona limon kabuğu tozu ilavesiyle fenolik madde miktarında görülen değişimler yeşil mercimek ununun fenolik madde içeriğinin mısır ve buğday ununa göre yüksek olması ve limon kabuğunun tozunun fenolik madde içeriğinin (özellikle çözünür formda) yüksek olması ile ilişkilendirilebilir. Literatürde yer alan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Magalhes vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada kırmızı pirinç unu yerine kırmızı pirinç ve pinto fasulyesi unu karışımının kullanılmasıyla kurabiyelerin toplam fenolik madde içeriğinin arttığı saptanmıştır. Mercimek unu ile hazırlanan kurabiyelerin toplam fenolik madde miktarı pirinç unu ile hazırlanan kurabiyelerden daha yüksek bulunmuştur (Hajas vd., 2022). Mısır ununa elma posası (Kruczek vd., 2023) ve buğday ununa portakal kabuğu tozu (Al-Saab ve Gadallah, 2021) ve nar kabuğu tozu (Jandal ve Naji, 2021) ilavesiyle kurabiyelerin toplam fenolik madde miktarında artış meydana geldiği belirlenmiştir.

5.8. Kurabiyelerin Antioksidan Kapasitesinin Değerlendirilmesi

Kurabiyelerin antioksidan kapasitesini belirlemek için ABTS radikal yakalama aktivitesi ve FRAP tayinleri yapılmıştır. MYL kurabiyesinin kontrol kurabiyelerine kıyasla daha yüksek ABTS radikal yakalama aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. MYL kurabiyesinin FRAP değerinin buğday unlu kontrol kurabiyesine göre daha yüksek olduğu da belirlenmiştir. Mısır unu içeren kurabiyelerin FRAP değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. Kurabiye formülasyonunda mısır unu yerine mısır ve mercimek unu karışımının kullanılması ve formülasyona limon kabuğu tozu ilavesi ile ABTS radikal yakalama aktivitesinde artış görülmesi mercimek ununun ABTS radikal yakalama aktivitesinin mısır ve buğday ununa kıyasla oldukça yüksek olması ile, FRAP değerinde önemli bir değişim meydana gelmemesi mercimek ununun FRAP değerinin diğer unlara kıyasla düşük olması ve limon kabuğunun tozunun FRAP değerinin yüksek olması ile açıklanabilir. Mısır ununa elma posası ilavesiyle üretilen glutensiz kurabiyelerin ABTS radikal yakalama aktivitesi ve FRAP değerlerinin mısır unu ile üretilen kurabiyelerden yüksek olduğu belirlenmiştir (Kruczek vd., 2023). Buğday ununa nar kabuğu tozu ilavesiyle FRAP değerlerinde artış gözlenmiştir (İsmail vd. 2014).

5.9. Kurabiyelerin Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bir gıdanın tüketici tarafından kabulünü belirleyen başlıca özellikler duyusal özellikleridir. Duyusal değerlendirmede gıdaların özelliklerine göre bireylerin görme, koklama ve tatma gibi tepkileri incelenmektedir. Mevcut ürünün kalitesinin korunması

ve yeni ürün geliştirilmesinde duysal değerdendirmeden yararlanılır (Eminoğlu ve şenel, 2019). Duysal özelliklere panelistlerin verdiği puanlar (> 6) MYL kurabiyenin görünüm, renk, koku, tat ve genel beğeni açısından tüketicilerden tarafından beğenildiği göstermektedir. MYL kurabiye buğday unlu kurabiye ile kıyaslandığında görünüm, renk, koku, tat, sertlik ve genel beğeni açısından daha yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Mısır unlu kurabiye ile kıyaslandığında ise koku, sertlik ve gevreklik puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçları mısır unu yerine mısır ve mercimek unu karışımı kullanımının görünüm, renk, tat, kırılđanlık ve genel beğeni puanlarında azalmaya neden olduğunu, limon kabuğu tozu ilavesinin koku, sertlik ve gevreklik puanlarında artışa neden olduğunu göstermektedir. Mercimek ununun renk özellikleri (koyu renkli olması) ve baharatımsı lezzeti duysal puanlarda azalmaya neden olmuş olabilir (Zhao vd., 2005). Limon kabuğu tozu ilavesiyle koku puanının artması limon kabuğunun limonen içermesi ile ilişkili olabilir (Lopresto vd., 2014). Limon kabuğunun lif içeriğinin yüksek olması sertlik ve gevreklik puanlarında artışa yol açmış olabilir (Fu vd., 2014). Portakal kabuğu tozu ilavesiyle (% 10-%20) kurabiyelerin görünüş, renk, doku, tat, ve genel beğeni puanlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Al-Saab ve Gadallah 2021). Yeşil mercimek kraker üretiminde (%5-15) kullanılmış, % 5 oranında mercimek ilave edilen krakerler renk, doku, tat ve lezzet açısından beğenilirken, % 15 oranında mercimek ilave edilen krakerler renk, tat ve lezzet açısından düşük puanlar almıştır. Bu sonuçlar % 15 oranında mercimek ilave edilen krakerlerde güçlü bir koku olması ile ilişkilendirilmiştir. (Polat vd., 2020). Nohut unu ve kestane unu kullanılarak üretilen kurabiyeler sadece nohut ununun kullanıldığı örnek ile kıyaslandığında görünüm ve koku gibi özellikler açısından yüksek puanlar alırken doku açısından düşük puan ve tat açısından benzer puanlar almıştır. Baklagil unlarının baharatımsı lezzeti nedeniyle kurabiyelerinin kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkileyebildiği ve bu olumsuz etkinin formölasyona eklenen şeker miktarı artırılarak veya lezzet verici eklenerek önlenmeye çalışıldığı belirtilmiştir (Torra vd., 2021).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada çölyak hastalarının tüketimine uygun mısır unu bazlı kurabiye formülasyonu geliştirilmiştir. Yanıt yüzey metodu uygulanarak kurabiye formülasyonu optimize edilmiştir. Kurabiye formülasyonu için optimum değerler yeşil mercimek unu ikamesi (16 g/100g un) ve limon kabuğu tozu ilavesi (1 g/100 g un) olarak belirlenmiştir. Kurabiye formülasyonunda mısır unu yerine mısır unu-mercimek unu karışımı kullanımı ve formülasyona limon kabuğu tozu ilavesiyle kurabiyelerin fiziksel, fizikokimyasal, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinde değişimler meydana geldiği belirlenmiştir. Bu değişimler şu şekilde özetlenebilir:

- Kurabiye'nin yayılma faktöründe (% 3.8) azalma meydana gelirken sertlik (% 35.4) ve kırılmalık değerinde (% 2.9) artış meydana gelmiştir.
- Kurabiye'nin parlaklık ve sarılık değerlerinde azalma gözlenirken kırmızılık değerinde artış gözlenmiştir.
- Kurabiye'nin protein (% 36.7), kül (% 14.5) ve ham lif (>% 100) miktarında artış gözlenirken yağ miktarında (% 5.3) azalma gözlenmiştir.
- MU kurabiye C vitamini içermezken MYL kurabiye'nin 14.1 mg/kg C vitamini içerdiği saptanmıştır.
- Kurabiye'nin toplam fenolik madde miktarında (% 8.3) artış meydana geldiği belirlenmiştir.
- Kurabiye'nin ABTS radikal temizleme aktivitesinde (% 12.7) artış meydana gelirken FRAP değerinde (% 3.1) azalma meydana geldiği belirlenmiştir.
- Kurabiye'nin görünüş, renk, tat ve genel beğeni puanlarında azalma gözlenirken koku, sertlik, kırılmalık ve gevreklik puanlarında artış gözlenmiştir.

Çalışma sonuçları kurabiye formülasyonda mısır unu yerine mısır unu-yeşil mercimek unu karışımı kullanımı ile kurabiye'nin besin değerinin arttığını göstermektedir. MYL kurabiye MU kurabiye ile kıyaslandığında protein ve ham lif açısından daha zengindir. MU kurabiye C vitamini içermezken MYL kurabiye C vitamini içermektedir. Kurabiye'nin ham lif içeriğindeki artışa ve C vitamini içeriğindeki değişime limon kabuğu tozunun da katkısı olduğu düşünülmektedir.

Çalışma sonuçları çölyak hastalarının tüketimine uygun kurabiye formülasyonu geliştirilmesinde mısır unu-yeşil mercimek unu karışımı ve limon kabuğu tozunun birlikte kullanılabileceği göstermiştir. Kurabiye ve diğer fırıncılık ürünlerinin zenginleştirilmesinde yeşil mercimek unu ve limon kabuğu tozunun birlikte kullanılması hem bu ürünlerin besin değerinin artırılmasına hem de gıda atıklarının geri dönüşümünün sağlanmasına katkı sağlayabilir. Glutensiz mısır unu bazlı kurabiye formülasyonu için % 16 yeşil mercimek unu ve % 1 limon kabuğu tozu kullanılması önerilebilir.

Çalışma sonuçlarına göre mısır unu bazlı gluten içermeyen fırıncılık ürünlerinin üretiminde yeşil mercimek unu ve limon kabuğu tozunun birlikte kullanımı önerilebilir. Ancak mercimek unu ve limon kabuğu tozunun yüksek lif içeriği nedeniyle fırıncılık ürünlerinin fiziksel ve duyuşal özelliklerinde değışimler meydana gelebilir. Ayrıca yeşil mercimek unu ve limon kabuğu tozu ürünlerin renk özelliklerinde de değışime neden olabilir. Bu değışimler ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceğinden diğer fırıncılık ürünlerinde yeşil mercimek ve limon kabuğu tozunun birlikte kullanımı için ürünlere ilave edilebilecek mercimek unu ve limon kabuğu tozu oranların belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılması önerilmektedir.

MYL kurabiyenin BU kurabiyeye kıyasla daha fazla miktarda ham lif (> %100), kül (% 31.8) ve C vitamini (>%100) içerdiği ve duyuşal özellikler açısından daha yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre gluten içermeyen MYL kurabiyenin gluten içeren BU kurabiye kıyasla daha iyi bir alternatif olabileceği ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

- Akkelle, B. ve Ertem, D. (2017). Çölyak Hastalığı. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi* Cilt: 9. 1-10.
- Al-Saab, A. ve Gadallah, M.G.E. (2021). Phytochemicals, antioxidant activity and quality properties of fibre enriched cookies incorporated with orange peel powder. *Food Research*, 5 (4), 72 - 79.
- Arun, K.B., Persia, F., Aswathy, P.S., Chandran, J., Sajeev, M.S., Jayamurthy, P., Nisha, P. (2015). Plantain peel - a potential source of antioxidant dietary fibre for developing functional cookies. *J Food Sci Technol*, 52(10), 6355–6364.
- Asouzu, A. ve Umerah, N.N. (2022). Evaluation of Cookies Produced from Malted Pigeon Pea(*Cajanus cajan*). 8(4), 1-9.
- Atasoy, G. ve Turhan, M. (2020). Gam Çeşiti ve Miktarının Glutensiz Kurabiye Tekstürü Üzerine Etkisi. *Türkiye 13. Gıda Kongresi*, 199-203.
- Aydar, A.Y., Akgün, A., Dengiz, İ.T., (2019). Glutensiz Diyetle Kullanılan Alternatif Hammaddeler: Geleceğin Dünyasında Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar, Bursa: Ekin Basın Yayın Dağıtım, s. 20.
- Bassinello, P, Z., Freitas, G.C., Ascheri, R., Takeiti, C.Y., Carvalho, R.N., Koakuzu, S.N., Carvalho, A.V. (2011). Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. *Procedia Food Science*, 1645 – 1652.
- Baumgartner, B., Özkaya, B., Saka, I., Özkaya, H. (2018). Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. *Journal of Cereal Science*, 80, 24-30.
- Benzie, I. F. ve Strain, J. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in enzymology*, 299, 15-27.
- Bilgiçli, N., Kara, M., Elgün, A., Ertaş, N., Demir, K. (2006). Determination of technologic and sensory properties of cookies prepared with corn flour. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.4 (2), 109-111.
- Bolarinwa, I.F ve Kharidah, M. (2019). Faculty of Food Science and Technology, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM, Serdang, Selangor, Malaysia. *Food Research*, 3 (3), 199 – 207.

- Brites, L., Ortolan, F., Silva, D., Bueno, F., Rocha, T., Chang, Y., Steel, C. (2018). Gluten-free cookies elaborated with buckwheat flour, millet flour and chia seeds. *Food Science and Technology*, 39, 458-466.
- BUGEM., (2022). Ürün Masalları Mısır Bülteni. Sayı 19.
- Casquete, R., Castro, S.M., Mart'ın, A., Ruiz-Moyano, S., Saraiva, J.A., C'ordoba, M.G. and Teixeira, P. (2015). Evaluation of the effect of high pressure on total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of citrus peels, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 31, 37-44.
- Ceylan, V. ve Muştı, Ç. (2021). Keçiboynuzu unu bazlı Glutensiz Kurabiye Formülasyonu Geliştirilmesi. *Aydın Gastronomy*, 5 (1), 1-2.
- C.G. Lopresto, F. Petrillo, A.A. Casazza, B. Aliakbarian, P. Perego, V. Calabrò. (2014). A nonconventional method to extract d-limonene from waste lemon peels and comparison with traditional soxhlet extraction, *Separation and Purification Technology*. 137, 13-20.
- Chauhan, A., Saxena, D., Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *LWT- Food Science and Technology*. , 63(2), 939-945.
- Cingöz, A. (2022). Glutensiz Kurabiye Üretiminde Kenevir (*Cannabis Sativa L.*) Unu Kullanımı. *5th International Conference on Data Science and Applications*, 7-11.
- Çölyak Hastalığında Aile Hekimleri İçin Tanı, Tedavi ve İzlem Rehberi. (2019) ISBN: 978-975-590-706-2. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1111. Baskı, Ankara
- Demir, M.K. ve Olcay, N. (2020). Ekmek Üretiminde Farklı Turunçgil Aldebolarının Kullanım İmkanları. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (6), 1545-1553.
- Demirçeken, F. (2011). Gluten Enteropatisi (Çölyak Hastalığı): Klasik Bir Öykü ve Güncel Gelişmeler. *Güncel Gastroenteroloji*, 7, 58-72
- Di Rause Simeone, G., Di Matteo, A., Di vaio, C. (2019). Variations of peel essential oils during fruit ripening in four lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 100 (1), 193-200.
- Dizlek, H. (2020). Usage Potential of Various Wheat Flour Samples in Cookie Making. *Elec Lett Sci Eng*, vol. 16(2), 184-192.
- Dogu-Baykut, E. (2021). Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriği ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 89-98.

- Özer. E.A. (2022). Optimization of gluten free cookies produced with nutritious ingredients: Evaluating a new food product. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e16302.
- Eminoğlu, G. ve Şenel E. (2019). Süt ve Ürünlerinin Duyusal Değerlendirmesinde Kemometrik Yaklaşımlar. *Akademik Gıda*, 17(1), 102-110.
- Erbaş, Mustafa. (2006). Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 791- 794.
- Erdil, D. ve Gedik, S. (2018). Kırmızı ve Yeşil Mercimekten Elde Edilen Diyet Liflerinin Karakterizasyonu ve Fonksiyonel Özellikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi. *Akademik Gıda*, 16(2), 135-147.
- Etiene, V.A., Fernand G, Santos., Urszula Krupa, Kozak., Vanessa D, Capriles. (2021). Nutritional facts regarding commercially available gluten-free bread worldwide: Recent advances and future challenges, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 63, 693–705.
- Filipcev. B., Misan, A., Saric, B., Simurina, O. (2016). Sugar beet molasses as an ingredient to enhance the nutritional and functional properties of gluten-free cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(3), 249–256.
- Fu, J.T., Chang, Y.H., Shiau, S.Y. (2014). Rheological, antioxidative and sensory properties of dough and Mantou (steamed bread) enriched with lemon fiber. *Food Science and Technology*. 61(1), 56–62.
- Giri, N. ve Sajeev, M.S. (2020). Physico-Mechanical and Nutritional Evaluation of Taro (*Colocasia esculenta*) Flour-based Gluten-free Cookies. *National Academy of Agricultural Sciences*, 9(1), 125–131.
- Gökmen, V., Açar, Ö.Ç., Serpen, A., Morales, F. (2008). Effect of leavening agents and sugars on the formation of hydroxymethylfurfural in cookies during baking. *Eur Food Res Technol*, 226, 1031–1037.
- Green, P. H. R., ve Cellier, C. (2007). Celiac Disease. *New England Journal of Medicine*, 1731–1743.
- Güzel, M ve Akpınar, Ö. (2017). Turunçgil Kabuklarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *GÜFBED/GUSTIJ*, 7 (2), 153-167.
- Hajas, L., Sipos, L., Csobod, É.C., Bálint, M.V., Juhász, R., Benedek, C. (2022). Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Flour Varieties as Promising New Ingredients for Gluten-

Free Cookies. *Foods*, 11, 2028.

Hakkoymaz, O. ve Önder, M. (2022). Kışlık Mercimek Genotiplerinin Tane ve Biyolojik Verimi Üzerine Ekim Zamanlarının Etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 11 (1), 1-8.

Hathan, B. ve Prassana, B.L. (2011). Optimization of Fiber Rich Gluten-Free Cookie Formulation by Response Surface Methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 5(12), 893-902.

Hefnawy, T.H. (2011). Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*). *Annals of Agricultural Science*, 56(2), 57-61.

HSGM. (2021). Çölyak ve Görülme sıklığı. <https://hsqm.saglik.gov.tr/tr/metabolizma-ve-colyak/colyak-ve-gorulme-sikligi>.

İsmail, T., Akhtar, S., Riaz, M., İsmail, A. (2014). Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *Int J Food Sci Nutr*, 65(6), 661–666.

Inglett, G. E., Chen, D., Liu, S.X. (2015). Physical properties of gluten-free sugar cookies made from amarantheoat composites. *LWT - Food Science and Technology*, 63, 214-220.

Jan, K.N., Panesar, P.S., Singh, S. (2018). Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole indian quinoa flour. *LWT - Food Science and Technology*. 93, 573–582.

Janati, S., Beheshti, H., Feizy, J., Fahim, N. (2012). Chemical composition of lemon (*Citrus limon*) and peels its considerations as animal food. *Gıda*, 37 (5), 267-271.

Jandal, M.M.J., ve Naji, E. Z. (2021). Study the Effects of replacement different percentages of pomegranate peels in the manufacture of cookies and its impact on the chemical, physical, sensory properties and antioxidant activity of the produced cookies. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 21 (1), 129-137.

Jiang, H., Zhang, W., Xu, Y., Chen, L., Cao, J., Jiang, W. (2022). An advance on nutritional profile, phytochemical profile, nutraceutical properties, and potential industrial applications of lemon peels: A comprehensive review. *Trends in Food Science and Technology*, 124, 219-236.

Joshi, M., Timilsena, Y., Adhikari, B. (2017). Global production, processing and utilization of lentil: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(12), 2898–2913.

- Kara, B. (2022). Mısır (*Zea mays* L.): Bir Bitki; İki veya Üç Farklı Ürün. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 11(1), 43-48,
- Kaur, S., Kaur, N., Grover, K. (2018). Development and Nutritional Evaluation of Gluten Free Bakery Products Using Pseudocereal quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Int. J. Pure App. Biosci* 6(2), 810-820.
- Kılınç, B., Yalçın, H., Sürengil, G. (2018). Meyve Kabuklarının Antimikrobiyal Özellikleri ile Yenilebilir Film Üretiminde Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 144-157.
- Klepcka, J. ve Fornal, Lucja. (2006). Ferulic Acid and its Position Among the Phenolic Compounds of Wheat. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(8), 639-647.
- Köten, M. ve Ünsal, A.S. (2021). Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 172- 184.
- Kruczek, M., Gumul, D., Korus, A., Buksa, K., Ziobro, R. (2023). Phenolic Compounds and Antioxidant Status of Cookies Supplemented with Apple Pomace. *Antioxidants*, 12, 324.
- Kuloğlu, Z. (2014). Çölyak Hastalığı. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 105-111.
- Kurtoğlu, E. ve Tekedereli, İ. (2018). Çölyak Hastalığı Ön Tanısı Almış Bireylerde HLA-DQ2 ve HLA-DQ8 Genotip Sıklıkları. *Journal of Contemporary Medicine*, 8(2), 94-97.
- Larrea, M.A., Chang, Y.K., Martinez-Bustos, F. (2005) Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. *LWT*, 38, 213–220.
- Liu, S.X., Chen, D., Xu, J. (2017). Evaluation of Gluten-Free Amaranth and Navy Bean Flour Blends on Quality of Sugar Cookies. *Journal of Food Research*, 6 (6).
- Madiha Jaffar, H., Ahsan, W., Nazia, K. H. (2022). Celiac Disease: An Autoimmune Disorder. *Pakistan Journal of Health Sciences*, 3 (1).
- Magalhaes, C., Marques, G., Bazan-Colque, R., Moraes, E., Silva, E., Ascheri, J. (2023). The Addition of Pinto Bean Flour and Margarine in the Development of Red Rice-Based Novel Gluten-Free Cookies to Improve the Technological. *Sensory and Physicochemical Properties. Plant Foods for Human Nutrition*, 78, 100–108.
- Meral, R. ve Doğan, İ. (2009). Fonksiyonel Öneme Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamullerin Üretiminde Kullanımı. *Gıda*, 34 (3), 193-198.
- Mohanapriya, M., Ramaswamy, L., Rajendran, R. (2013). Health and Medicinal



Herbal Medicine, 3:1, 1095:1100.

Namrata, G. ve Sakhale, B. (2019). Development of Sweet Potato Flour Based High Protein and Low Calorie Gluten Free Cookies. *University Department of Chemical Technology*, 7(2), 427-435.

Nikolic, N., Mitrovic, J., Karabegovic, I., Savic, S., Petrovic, S., Lazic, M., Stojanovic, G. (2019). A comparison between wheat and different kinds of corn flour based on minerals, free phenolic acid composition and antioxidant activity. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11 (4), 341-349.

Ogunbusola, E., Alabi, O., Sanni, T., Seidu, K., Oke, H., Akinwale, R. (2020). Assesment Of Gluten-Free Cookies Made From And Soy Protein Isolate Blends. *J Microbiol Biotech Food Sci*, 9 (5), 899-906.

Özcan, S. (2009). Modern Dünyanın Vazgeçilmez Bitkisi Mısır: Genetiği Değiştirilmiş (Transgenik) Mısırın Tarımsal Üretime Katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2(2), 01-34.

Özdoğan, G. (2022). Gıdalarda Kullanılan Renk Analizleri.

Özer, M., Tuncel, N., (2016). Pirinç ve Pirinç Yan Ürünlerinin Glutensiz Tahıl Ürünlerinde Kullanımı. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2, 29-44.

Öztürk, A., Özata, E., Erdal, Ş., Pamukçu, M. (2019). Türkiye’de Özel Mısır Tiplerinin Kullanımı ve Geleceği. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2(1): 75-90.

Parente, M., Bezerra, F., Costa, Renata., Aragao, M. (2021). Formulation and Evaluation of Gluten Free Cookies From Rice and Green Banana Flour. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 11(2), 720-726.

Patil, S., Kaur, C., Puniya, M.K., Mahapatra, A., Dhakane, J., Jalgaonkar, K., Mahawar, M.K. (2021). Functional Properties of Extruded Corn Flour. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, (1), 167-174.

Paucean, A., Man, S., Muste, S., Pop, A. (2016). Development of Gluten Free Cookies from Rice and Coconut Flour Blends. *Faculty of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 73(2), 163-164.

Pestoric, M., Dubravka, S., Zigon, U., Simurina, O., Filipcev, B., Belovic, M., Misan, A. (2017): Sensory profile and preference mapping of cookies enriched with medicinal herbs. *International Journal of Food Properties*. 20(2), 350-361.

- Polat, H., Capar, T.D., İnanır, C., Ekici, L., Yalcın, H. (2020). Formulation of functional crackers enriched with germinated lentil extract: A Response Surface Methodology Box-Behnken Design. *Food Science and Technology*, 123, 109065.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., ve Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Sakac, M., Pestoric, M., Misan, A., Nedeljkovic, N., Jambrec, D., Jovanov, P., ... Mandic, A. (2015). Antioxidant Capacity, Mineral Content and Sensory Properties of Gluten-Free Rice and Buckwheat Cookies. *Food Technol. Biotechnol.* 53 (1) 38–47.
- Salçın, N. ve Erçoşkun, H. (2021). Diyet Lifi ve Sağlık Açısından Önemi. *Akademik Gıda*, 19(2), 234-243.
- Sarioğlu, G., Velioğlu, Y.S. (2018). Baklagillerin bileşimi. *Akademik Gıda*, 16(4), 483-496.
- Shah, T., Prasad, K., Kumar, P. (2016). Maize A potential source of human nutrition and health: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2: 1166995.
- Sheng, S., Li, T., Liu, R. (2018). Corn Phytochemicals and Their Health Benefits. *Food Science and Human Wellness*, 7, 185-195.
- Singh, J., Singh, N., Sharma, T.R., Saxena, S.K. (2003). Physicochemical, rheological and cookie making properties of corn and potato flours. *Food Chemistry*, 83, 387–393.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folinciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 152-178.
- Sir Elkhatim, K.A., Elagib, R.A.A., Hassan, A.B. (2018). Content of phenolic compounds and vitamin C and antioxidant activity in wasted parts of Sudanese citrus fruits. *Food Sci Nutr*, 6, 1214–1219.
- Souza, E., Pereira, A., Fontana, M., Gularte, N. (2020). Quality of Gluten-Free Cookies Made With Rice Flour of Different Levels of Amylose and Cowpea Beans. *Food Science and Technology*, 123 (5).
- Szczykutowicz, M., Szopa, A., Ekiert, H., (2019). Citrus limon (Lemon) Phenomenon A Review of the Chemistry, Pharmacological Properties. Applications in the Modern

- Pharmaceutical, Food, and Cosmetics Industries, and Biotechnological Studies. *Plants*, 9,119.
- Tepge. (2020). Mercimek. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Tepge Yayın No: 323.
- Tepge. Limon. Ocak 2021.
- Theagarajan, R., Narayanaswamy, L.M., Dutta, S., Moses, J.A., Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*. 54 :1299–1305.
- Topal, M., Topal, E.I.A., Aslan, S. (2011). Limon kabuğu kullanarak sulu çözeltilerden Cu(II) giderimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(3), 265-270.
- Torra, M., Belorio, M., Ayuso, M., Caroch, M., Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Gómez, M. (2021). Chickpea and Chestnut Flours as Non-Gluten Alternatives in Cookies. *Foods*, 10, 911.
- Türken, T. ve Pala, T. (2016). Vişne Suyunun Antioksidan Aktivite Değerinin Yanıt Yüzey Metodu İle Modellenmesi Ve Genetik Algoritma Kullanılarak Optimizasyonu. *ElCezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 238-247.
- Türker, A ve Yüksek, O., Beslenmede Vitaminlerin Önemi.
- USDA (2019). Lentils, raw. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172420/nutrients>
- USDA (2019). Lemon peel, raw. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/167749/nutrients>
- USDA (2019). Corn flour. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169696/nutrients>
- Vitali, D., Dragojević, I. V. ve Šebečić, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114(4), 1462-1469.
- Yaman, K. (2012). Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. Karabük Üniversitesi. *Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 339-348.
- Yıldırım, E. (2020). Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Beslenme. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2(3). 175-187.
- Yıldırım, H. ve Öner, F. (2021). Mısır Danesinin Fiziksel ve Besinsel Yapısı. *Harman time*, 92.
- Yildiz, E. ve Göçmen, D. (2021). Use of almond flour and stevia in rice-based gluten-free cookie production. *Journal of Food Science and Technology*, 58(3), 940–951.
- Zhao, Y.H., Manthey, F.A., Hou, H.J., Yuan, S. (2005). Quality Characteristics of

Spaghetti as Affected by Green and Yellow Pea, Lentil, and Chickpea Flours. *Journal of Food Science*, 70(6):s371-6.



EKLER

Ek 1. Katılımcı Onam Formu

KURABIYE DUYUSAL ANALİZİ İÇİN KİŞİSEL VERİ TOPLAMA VE GİZLİLİK ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sayın Katılımcı,

“Çölyak hastalarının tüketimine uygun kurabiye formülasyonu geliştirilmesi: Duyusal panel” başlıklı araştırma çalışması Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirilmektedir. Sizden alacağımız yanıtlar tüketici beğenisi sağlayacak olan glüten içermeyen kurabiye formülasyonuna karar vermemize yardımcı olacaktır. Bu yüzden duyusal analiz formundaki uyarıları dikkate alarak duyusal değerlendirmenizi yapmanız büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Duyusal panele katılımınız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **duyusal analiz formunu doldururken** kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın.

Bu form ile elde edilecek bilgiler gizli kalacaktır ve sadece bilimsel amaçlar için kullanılacaktır.

Çalışmaya katıldığınız için teşekkür ederiz.

Yürütücü : Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU

Araştırmacı: YL Öğrencisi Batuhan BURSA

Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama yukarıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-

Soyadı:.....

....

İmzası

Ek 2. Duyusal Analiz Formu

KURABIYE DUYUSAL ANALİZ FORMU

Panelistin Adı-Soyadı:

Tarih:

Örnek Kodu	GÖRÜNÜŞ	RENK	KOKU	TAT
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

1:aşırı kötü (aşırı derecede beğenmedim)

4:ortanın altı, kötüünün üstü (çok az beğenmedim)

7:iyi (orta derecede beğendim)

2:çok kötü (çok beğenmedim)

5:orta (ne beğendim, ne beğenmedim)

8:çok iyi (çok beğendim)

3:kötü (orta derecede beğenmedim)

6:iyinin altı, ortanın üstü (çok az beğendim)

9:mükemmel (aşırı derecede beğendim)

Kurabiyeyi tattıktan sonra kurabiyenin dokusunu değerlendiriniz.

Sertlik : Kurabiyeyi ilk ısırıda parçalamak için gereken gücü ifade etmektedir.

Gevreklik : Kurabiyeyi ilk ısırıda kurabiyenin kırılabilirlik düzeyini ifade etmektedir.

Örnek Kodu	SERTLİK	KIRILGANLIK	GEVREKLİK	GENEL BEĞENİ
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1:aşırı kötü (aşırı derecede beğenmedim)

2:çok kötü (çok beğenmedim)

3:kötü (orta derecede beğenmedim)

4:ortanın altı, kötünün üstü (çok az beğenmedim)

5:orta (ne beğendim, ne beğenmedim)

6:iyinin altı, ortanın üstü (çok az beğendim)

7:iyi (orta derecede beğendim)

8:çok iyi (çok beğendim)

9:mükemmel (aşırı derecede beğendim)



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-66835156-051.99-87259

Konu : Duyusal Panel İzni

BESLENME VE DİYETETİK BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 28.03.2022 tarihli ve E-81852408-051.09-87051 sayılı yazınız.

İlgi yazınıza istinaden, Bölümünüz öğretim üyesi Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU' nun, "Çölyak Hastalarının Tüketimine Uygun Kurabiye Formülasyonu Geliştirilmesi" başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında Fakültemiz öğrencileri ile duyusal panel yapılması Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Mehmet Ferhat ÖZBEK
Dekan V.

ETİK KURUL KARARI

T.C. GÜMÜŞHANE
ÜNİVERSİTESİ
Rektörlüğü



GÜMÜŞHANE
UNIVERSITY
Rector's Office

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU

(Proje Onay Formu)

TARİH	29/12/2021 tarihli ve 2021/08 sayılı karar
YER	
ÜYELER	Prof.Dr. GÜNAY ÇAKIR (Başkan) Prof.Dr. HASAN AYAYDIN (Üye) Prof.Dr. MÜGE YILMAZ (Üye) Prof.Dr. BAYRAM NAZIR (Üye) Prof.Dr. EKREM CENGİZ (Üye) Prof.Dr. HURİ İLYASOĞLU (Üye) Prof.Dr. FERKAN SİPAHI (Üye)
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU PROJE ONAY FORMU	
Projenin Adı:	Çölyak Hastalarının Tüketimine Uygun Kurabiye Formülasyonu Geliştirilmesi: Duyusal Panel
Projenin Niteliği:	Yüksek Lisans Tezi Kapsamında Duyusal Panel (Duyusal Analiz) Düzenlenmesi
Proje Araştırmacıları:	Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU YL Öğrencisi Batuhan BURSA
Proje Yürütücüsünün	SBF Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Araştırmanın Amacı:	Bu duyuşal panelin amacı çölyak hastalarının tüketimine uygun olarak hazırlanacak kurabiye formülasyonlarının tüketiciler tarafından beğenilme düzeyini belirlemektir.
Araştırmanın Gereksesi:	Çölyak hastası bireyler glüten içeren buğday, arpa ve çavdar temelli besinleri tüketmemektedir. Çölyak hastalarının tüketimine uygun glüten içermeyen finncelik ürünlerine olan talep artmaktadır. Kurabiye ucuz ve ulaşılabilirliğinin kolay olması nedeniyle en fazla tercih edilen finncelik ürünlerindes birisidir. Yüksek lisans tezi kapsamında buğday unu yerine mısır unu-mercimek unu karışımı ve duyuşal özellikleri iyileştirmek için limon kabuğu tozu kullanılarak çölyak hastalarının tüketimine uygun kurabiye formülasyonu geliştirilecektir. Bu duyuşal panel (duyuşal analiz) ile mısır unu-mercimek unu-limon kabuğu tozu kullanılarak hazırlanacak kurabiye formülasyonlarının tüketici tarafından beğenilme düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kurabiyelerin beğenilme düzeyi belirlenerek kurabiye üretiminde kullanılacak mısır unu-mercimek unu-limon kabuğu tozu oranı tespit edilecektir. Mısır unu ve buğday unu ile hazırlanan kontrol kurabiyelerinin ve mısır unu-mercimek unu-limon kabuğu tozu içeren kurabiyenin duyuşal analizi yapılarak geliştirilen ürünün beğeni düzeyi kontrol kurabiyeleri ile karşılaştırılacaktır.
Araştırmanın Yöntemi:	Kurabiye üretiminde buğday unu yerine mısır ve mercimek unu karışımı kullanılarak çölyak hastalarının tüketilebileceği kurabiye formülasyonu geliştirilecektir. Kurabiyelerin duyuşal özelliklerini iyileştirmek için limon kabuğu tozu da kullanılacaktır. Mısır unu-mercimek unu-limon kabuğu tozu oranlarını belirlemek için yanıt yüzey metodolojisi uygulanacaktır. Deney tasarımı göre hazırlanan kurabiyelerin duyuşal özellikleri panelistler tarafından belirlenecektir. Mısır unu-mercimek unu-limon kabuğu tozu oranı belirlendikten sonra buğday ve mısır unundan kontrol kurabiyeleri hazırlanacaktır. Mısır unu-mercimek unu-limon tozu içeren kurabiyenin ve kontrol kurabiyelerin duyuşal özellikleri panelistler tarafından belirlenecektir. Panelistlere duyuşal panel öncesi bilgilendirme yapılacak ve çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllü panelistler ile panel gerçekleştirilecektir. Panelistler kurabiyelerin görünüşü, doku, koku ve tat gibi duyuşal özelliklerini değerlendirip görüşlerini duyuşal analiz formuna kaydedecektir.
Kullanılacak biyolojik, psikolojik ve teknik vb. tüm yöntemleri açıklayan etik ile ilgili özet:	Duyuşal panel öncesi katılımcılara çalışma ile ilgili bilgilendirme yapılacak ve katılımcıların yazılı onamı alınacaktır. Duyuşal analiz formuna kurabiyelerinin duyuşal özelliklerini (görünüşü, renk, doku, koku ve tat vd) değerlendirip görüşlerini işaretlemeleri istenecektir. Kurabiye formülasyonunda mısır unu, mercimek unu, şeker, yağ, limon kabuğu tozu, tuz ve kabartma tozu kullanılacaktır. Panelistlere sunulacak kurabiyeler sağlığa zararlı bir madde içermemektedir.

Gömrükhanı Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fakültesi öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Huri İlyasoğlu'nun "Çölyak hastalarının tüketimine uygun kurabiye formülasyonu geliştirilmesi : Duyusal Panel" adlı projesi değerlendirilmiştir.

Proje etik açısından uygun bulunmuştur. 

Projenin etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir.

Proje etik açısından uygun bulunmamıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Batuhan BURSA, İlköğretimini İstiklal ilköğretim okulunda, lise eğitimini, Balıkesir Adnan Hunca Çok programlı Anadolu Lisesinde tamamladıktan sonra 2016 yılında Giresun Üniversitesinde Gıda teknolojisi lisans eğitimine başlayarak 2020 yılında mezun oldu. 2021 yılında Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başlamış ve halen yüksek lisans öğrencisi olarak tez çalışmalarına devam etmektedir.



