

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARABUĞDAY UNU, PATATES UNU VE NOHUT UNU KULLANILARAK
ÜRETİLEN GLUTENSİZ SİRON ÖRNEKLERİNİN FİZİKOKİMYASAL,
BİYOAKTİF VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ İLE OPTİMİZASYONUNUN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Şeyma OKUR

HAZİRAN-2024
GÜMÜŞHANE



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARABUĞDAY UNU, PATATES UNU VE NOHUT UNU KULLANILARAK
ÜRETİLEN GLUTENSİZ SİRON ÖRNEKLERİNİN FİZİKOKİMYASAL,
BİYOAKTİF VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ İLE OPTİMİZASYONUNUN
BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL BIOACTIVE AND SENSORY
PROPERTIES AND OPTIMIZATION OF GLUTEN FREE SIRON SAMPLES
PRODUCED USING BUCKWHEAT FLOUR, POTATO FLOUR AND
CHICKPEA FLOUR**

YÜKSEK LİSANS

Şeyma OKUR

**HAZİRAN-2024
GÜMÜŞHANE**



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

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARABUĞDAY UNU, PATATES UNU VE NOHUT UNU KULLANILARAK
ÜRETİLEN GLUTENSİZ SİRON ÖRNEKLERİNİN FİZİKOKİMYASAL,
BİYOAKTİF VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ İLE OPTİMİZASYONUNUN
BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL BIOACTIVE AND SENSORY
PROPERTIES AND OPTIMIZATION OF GLUTEN FREE SIRON SAMPLES
PRODUCED USING BUCKWHEAT FLOUR, POTATO FLOUR AND
CHICKPEA FLOUR**

YÜKSEK LİSANS

Şeyma OKUR

Danışman: Prof.Dr.Bilge BAHAR

**HAZİRAN-2024
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Karabuğday Unu, Patates Unu ve Nohut Unu Kullanılarak Üretilen Siron Örneklerinin Fizikokimyasal, Biyoaktif, ve Duyusal Özellikleri ile Optimizasyonunun Belirlenmesi**” 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 kısıtlara 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.

13/06/2024

.....

Şeyma OKUR

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

Uzmanlık eğitimim boyunca gerek ders, gerekse yüksek lisans tez sürecimde, tüm çalışmalarım esnasında bilgisi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, emeğini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, samimiyetle, anlayışla ve sabırla beni dinleyen, motive eden, değerli vaktini ayıran kıymetli saygıdeğer tez danışmanı hocam Prof. Dr. Bilge BAHAR'a, tez konumun seçilmesinden tezimin sonuçlandırılmasına kadar geçen tüm süreçte bana yol gösteren, hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan, bilgisi, tecrübesi ve tüm içtenliği ile gerek tez yazımım gerekse laboratuvar çalışmalarım olmak üzere araştırmamın tamamında bana yardımcı olan, katkı sağlayan ve beni destekleyen, her daim varlığını yanımda hissettiğim, kıymetli saygıdeğer tez danışmanı hocam Prof. Dr. Cemalettin BALTACI'ya, bilgi ve düşünceleriyle bana ışık tutan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU'ya, yüksek lisans eğitimim süresince bana emeği geçen, yardım ve desteğini esirgemeyen Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Bölümü kıymetli öğretim üyesi ve araştırma görevlilerine, bu süreçte destek olan üniversite çalışanı ve öğrenci arkadaşlarıma, sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde paha biçilemez emeği olan, sevgi ve fedakarlığını daima hissettiğim, siron üretimi için günlerce gece yarısına kadar benimle birlikte üniversite laboratuvarında çalışarak bana destek olan canım annem Zühal OKUR'a, her zorlukta beni ayakta tutan, ufkumu açarak geleceğimi aydınlatan, bu hayatta iyi ve güzel olan her şeyi başarabileceğime inandıran, sabrı ve fedakarlığı ile beni adeta büyüleyen canım babam Ünal OKUR'a, varlığı ile bana güç katan, gerek tez çalışmam gerekse bugüne kadarki tüm hayatımda bana destek olan, beni gururlandıran biricik kardeşim Sena OKUR'a sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyor, tezimi; her zaman rahmet, hürmet ve özlemle andığım dedelerim Öğretmen Yunus AKDAĞ ve Halil İbrahim OKUR'a ifhaf ediyorum.

Şeyma OKUR
GÜMÜŞHANE - 2024

ÖZET

Geleneksel bir makarna çeşidi olan siron, genellikle sıcak tuzlu yoğurt (süzme) ile yumuşatılıp üzerine kızartılmış tereyağı dökülerek servis edilen bir makarna yemeğidir.

Bu çalışmada ülkemizin ve dünyanın muhtelif bölgelerinde çeşitli tariflerle tüketilen siron yemeğinin çölyak hastalarının da tüketebileceği şekilde glütensiz olarak üretimi ve besin değerinin artırılması amaçlanmıştır. Simplex lattice karışım deneme tasarımı kullanılarak karabuğday (KB17), nohut (NU18) ve patates unu (PU19) ile 3 faktörlü siron üretim dizaynına göre formüle edilen siron örneklerinde glüten ikamesi olarak *Plantago ovata* (karnıyarık otu) bitkisinin tohum tozu kullanılmıştır.

Siron örneklerinin protein, yağ, karbonhidrat, kül, mineral madde, tuz, rutubet ve kurumadde, pH ve asitlik, su aktivitesi, renk, antioksidan ve bileşen ayrıca duyu analizi de gerçekleştirilerek yüzey yanıt yöntemi ile optimizasyon çalışması yapılmıştır.

Siron ve hammadde örneklerinin protein değerleri en yüksek (%24.06) NU18’de en düşük (%8.12) KB17’de bulunmuştur. Yağ değerleri %0.23-5.35 arasında, karbonhidrat değerleri %61.33-80.25 arasında değişmiştir. Kül değerleri %0.89-5.74 arasında değişmekle birlikte PU19 ve/veya NU18 ilavesinin artışa sebep olduğu görülmüştür. Parlaklık (L*) değerinin 68.97-89.77 arasında değiştiği, en yüksek değeri KB17 örneğinin aldığı bulunmuştur. Siron örnekleri arasında rutubet değeri %5.55-7.61 arasında değişmekte olup, tüm antioksidan-biyoaktif bileşen analiz yöntemleri sonuçlarında S16 nolu kontrol örneği (%100 buğday unu) en düşük değerleri almıştır.

Glütensiz siron formülasyonu için yüzey yanıt optimizasyonu 4 adet öneri yapmıştır. Birinci kabuledilebilir öneri KB17 %48.39, PU19 %9.48 ve NU18 %42.13 şeklinde olup, bundan sonraki glütensiz siron çalışmalarında geliştirilerek kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çölyak Hastalığı, Glüten, Karabuğday, Siron

SUMMARY

In this study, it was aimed to produce gluten-free siron dish, which is consumed with various recipes in various regions of our country and the world, so that celiac patients can consume it, and to increase its nutritional value. Seed powder of the *Plantago ovata* (psyllium) weed was used as a gluten substitute in siron samples formulated according to a 3-factor siron production design with buckwheat, chickpea and potato flour) using a simplex lattice mixture trial design. Protein, fat, carbohydrate, ash, mineral matter, salt, moisture, dry matter, pH, acidity, water activity, color, antioxidant and component as well as sensory analyzes of Siron samples were carried out and an optimization study was carried out with the surface response method.

The protein values of siron and raw material samples were found to be highest (24.06%) in NU18 and lowest (8.12%) in KB17. Fat values varied between 0.23-5.35%, carbohydrate values varied between 61.33-80.25%. Although ash values varied between 0.89-5.74%, it was observed that the addition of PU19 and/or NU18 caused an increase. It was found that the brightness (L*) value varied between 68.97-89.77, with the KB17 sample having the highest value. Moisture value among Siron samples varies between 5.55-7.61%, and control sample no S16 (100% wheat flour) received the lowest values in the results of all antioxidant-bioactive component analysis methods. Surface response optimization made recommendations for gluten-free siron formulation. The first acceptable recommendation is KB17 48.39%, PU19 9.48% and NU18 42.13%, and it was concluded that it can be developed and used in future gluten-free siron studies.

Key Words: Celiac Disease, Gluten, Buckwheat, Siron

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
EKLER DİZİNİ.....	XV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XVI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Buğday Unu ve Glüten Proteini	4
1.2. Glüten ile İlişkili Bozukluklar.....	7
1.3. Çölyak Hastalığı.....	8
1.4. Siron	9
1.5. Karabuğdayın Bileşimi ve Başlıca Özellikleri.....	10
1.6. Nohut.....	11
1.7. Patates	12
1.8. Karnıyarık Otu (<i>Plantago ovata</i>) Tohumu Tozu	12
1.9. Önceki Çalışmalar	13
1.10. Çalışmanın Amacı.....	22
1.11. Çalışmanın Kapsamı	23
2. MATERYAL VE METOT	24
2.1. Cihazlar	24
2.2. Deneysel Çalışmada Kullanılmış Olan Kimyasallar.....	24
2.3. Çözeltilerin Hazırlanması.....	24
2.4. Siron Örneklerinin Hazırlanması	24
2.4.1. Unların Hazırlanması	25
2.4.2. Hamurun Hazırlanması	26
Şekil 5. Siron hamurunun hazırlanarak bezelere ayrılması ve dinlendirmesi.....	26
2.4.3. Yufkaların Açılması	26

2.4.4. Sironların Hazırlanması	27
2.4.5. Pişirme ve Kurutma.....	28
2.4.6. Ambalajlama ve Depolama	28
2.5. Örneklerin Analiz İçin Hazırlanması ve Analizler.....	29
2.5.1. Rutubet Analizi	29
2.5.2. Kül Miktarı Analizi	29
2.5.3. Protein Miktarı Analizi	30
2.5.4. Yağ Miktarı Analizi	31
2.5.5. Karbonhidrat Miktarının Hesaplanması.....	31
2.5.6. pH Tayini	32
2.5.7. Asitlik Derecesi Tayini	32
2.5.8. Mineral Madde Analizi	33
2.5.9. Renk Analizi.....	33
2.5.10. Tuz Tayini	34
2.5.11. Fonksiyonel Analizler	35
2.5.11.1. Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi (DPPH) Analizi	35
2.5.11.2. Toplam Antioksidan Madde (TAK) Analizi	35
2.5.11.3. Toplam Flavanoid Madde (TFLK) Analizi.....	36
2.5.11.4. Toplam Fenolik Madde (TFK) Analizi	36
2.5.11.5. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi (FRAP) Analizi.....	36
2.5.11.6. Radikal Katyonu Süpürücü Etki Tayini (ABTS ^{•+}) Analizi	37
2.5.11.7. Su Aktivitesi Tayini	37
2.6. Duyusal Analiz.....	37
2.7. Siron Örneklerinin Kalınlık, Kesit Boy Analizlerinin Yapılması	38
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	40
3.1. Rutubet ve Kuru Madde Analiz Sonuçları	40
3.2. Protein Analiz Sonuçları	43
3.3. Yağ Analiz Sonuçları	48
3.4. Kül Analiz Sonuçları.....	50
3.5. Tuz Analiz Sonuçları	53
3.6. Toplam Karbonhidrat Analiz Sonuçları	55
3.7. pH ve Asitlik Analiz Sonuçları	58
3.8. Su Aktivitesi Analiz Sonuçları.....	62
3.9. Renk Analiz Sonuçları	66

3.9.1. L* Analiz Sonuçları	68
3.9.2. a* Analiz Sonuçları	69
3.9.3. b* Analiz Sonuçları.....	70
3.9.4. ΔE^* Analiz Sonuçları.....	71
3.10. Antioksidan ve Biyoaktif Bileşenlere Ait Bulgular	72
3.10.1. Toplam Fenolik Kapasite	74
3.10.2. Toplam Antioksidan Kapasite.....	76
3.10.3. Toplam Flavanaoid Kapasite	77
3.10.4. DPPH Kapasitesi.....	78
3.10.5. ABTS Kapasitesi.....	80
3.10.6. FRAP Kapasitesi	81
3.11. Mineral Analiz Sonuçları	83
3.12. Duyusal Analiz.....	89
3.13. Siron Örneklerinin Yufka Kalınlığı, Kesit Boy Analiz Sonuçları	93
3.14. PCA Analizi	95
3.15. Yüzey Yanıt Yöntemi Kullanılarak Optimizasyon.....	97
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	101
KAYNAKÇA	104
EKLER DİZİNİ.....	119
Ek 1. DPPH analizi kalibrasyon grafiği	119
Ek 2. Toplam antioksidan kapasite analizi kalibrasyon grafiği	119
Ek 3. Toplam flavanoid kapasite analizi kalibrasyon grafiği.....	120
Ek 4. Toplam fenolik kapasite analizi kalibrasyon grafiği	120
Ek 5. FRAP analizi kalibrasyon grafiği	121
Ek 6. ABTS analizi kalibrasyon grafiği	121
Ek 7. Al analizi kalibrasyon grafiği	122
Ek 8. Ca analizi kalibrasyon grafiği.....	122
Ek 9. Cd analizi kalibrasyon grafiği.....	123
Ek 10. Co analizi kalibrasyon grafiği.....	123
Ek 11. Cr analizi kalibrasyon grafiği	124
Ek 12. Cu analizi kalibrasyon grafiği.....	124
Ek 13. Fe analizi kalibrasyon grafiği	125
Ek 14. K analizi kalibrasyon grafiği	125
Ek 15. Mg analizi kalibrasyon grafiği.....	126

Ek 16. Mn analizi kalibrasyon grafiği.....	126
Ek 17. Na analizi kalibrasyon grafiği.....	127
Ek 18. Ni analizi kalibrasyon grafiği	127
Ek 19. Pb analizi kalibrasyon grafiği	128
Ek 20. Zn analizi kalibrasyon grafiği.....	128
ÖZGEÇMİŞ	129



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Glütensiz siron üretim formülasyonu	24
Tablo 2. Glütensiz siron üretimi için oluşturulmuş simplex lattice karışım dizaynı	25
Tablo 4. Fizikokimyasal analiz sonuçlarının korelasyon tablosu	47
Tablo 5. Renk analiz sonuçları.....	67
Tablo 6. Antioksidan ve biyoaktif bileşenler analiz sonuçları.....	72
Tablo 7. Mineral analiz sonuçları (mg/kg).....	84
Tablo 8. Duyusal analiz sonuçları.....	90
Tablo 9. Siron örneklerinin kalınlık, kesit boy analiz sonuçları	93
Tablo 10. İstenebilirlik oranları için amaçlanan parametreler	99
Tablo 11. Dizayn exper programına göre önerilen karışımlar	100

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Buğday içeriğinin yaklaşık olarak kompozisyonu (Biesiekierski, 2017).	6
Şekil 2. Buğday/glüten ilişkili bozukluklar yaygınlığı ve çevresel tetikleyiciler	7
Şekil 3. Servise hazır Gümüşhane Sironu (URL-3, 2023).	9
Şekil 4. Un karışımlarının hazırlanması ve homojen bir biçimde karıştırılması.....	25
Şekil 5. Siron hamurunun hazırlanarak bezelere ayrılması ve dinlendirmesi.....	26
Şekil 6. Siron yufkasının açılması.....	27
Şekil 7. Siron yufkasının kıvrılarak kesilmesi ve pişirmeye hazır hale getirilmesi.....	27
Şekil 8. Pişirilerek kurtulmak üzere tepsiye dizilen sironlar.....	28
Şekil 9. Depolanmak üzere ambalajlanan kuru sironlar.....	28
Şekil 10. Rutubet analizinin yapıldığı etüv	29
Şekil 11. Kül tayini	30
Şekil 12. Protein analizi ve yakma işlemi	30
Şekil 13. Yağ analizi	31
Şekil 14. pH tayini	32
Şekil 15. Asitlik tayini	32
Şekil 16. Mineral madde tayini	33
Şekil 17. Renk analizi	34
Şekil 18. Tuz Tayini.....	34
Şekil 19. Su aktivitesi tayini	37
Şekil 20. (a) glütensiz siron örnekleri, (b) kuru siron örneklerinin kutulanmış hali.....	38
Şekil 21. (a) yufka kalınlığı, (b) kesit boy, (c) kesit kısa en, (d) kesit uzun	39
Şekil 22. Siron ve hammadde örneklerinin rutubet analiz sonuçlarına ait grafik	40
Şekil 23. Siron ve hammadde örneklerinin kurumadde analiz sonuçlarına ait grafik	41
Şekil 24. % Rutubet analiz sonuçları demsar grafiği	43
Şekil 25. % Protein sonuçlarına ait grafik.....	45
Şekil 26 % Protein analiz sonuçları demsar grafiği	45
Şekil 27. % Yağ analizi sonuçlarına ait grafik.....	48
Şekil 28. % Yağ analiz sonuçları demsar grafiği	49
Şekil 29. % Kül sonuçlarına ait grafik	50
Şekil 30 % Kül analiz sonuçları demsar grafiği.....	51
Şekil 31. % Tuz sonuçlarına ait grafik.....	53

Şekil 32. % Tuz analiz sonuçları demsar grafiği.....	54
Şekil 33. % Toplam karbonhidrat sonuçlarına ait grafik	56
Şekil 34. % Toplam karbonhidrat sonuçlarına ait demsar grafiği.....	57
Şekil 35. pH sonuçlarına ait grafik.....	59
Şekil 36. pH sonuçlarına ait demsar grafiği	59
Şekil 37 % Asitlik sonuçlarına ait grafik	60
Şekil 38. % Asitlik sonuçlarına ait demsar grafiği.....	60
Şekil 39. Su aktivitesine ait grafik	63
Şekil 40. Su aktivitesi sonuçlarına ait demsar grafiği	63
Şekil 41. L* renk değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri	68
Şekil 42. a* Renk değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri	69
Şekil 43 b* Renk değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri	71
Şekil 44. ΔE^* Renk farkı değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri.....	72
Şekil 45. TFK analizi değerlerine ait grafik.....	75
Şekil 46. TAK analizine ait grafik	76
Şekil 47. TFLK analiz ait grafik	78
Şekil 48. DPPH analizine ait grafik	79
Şekil 49. ABTS analizine ait grafik	80
Şekil 50. FRAP analizine ait grafik.....	82
Şekil 51. Siron ve hammadde örneklerine ait PCA analiz grafiği	96
Şekil 52. Dizayn exper programına önerilen karışım grafiği.....	97
Şekil 53 . Dizayn exper programına önerilen karışım 2 boyutlu grafiği.....	98
Şekil 54. Dizayn exper programına önerilen karışımların üç boyutlu görünümü.....	98

EKLER DİZİNİ

Ek 1. DPPH analizi kalibrasyon grafiği	119
Ek 2. Toplam antioksidan kapasite analizi kalibrasyon grafiği	119
Ek 3. Toplam flavanoid kapasite analizi kalibrasyon grafiği.....	120
Ek 4. Toplam fenolik kapasite analizi kalibrasyon grafiği	120
Ek 5. FRAP analizi kalibrasyon grafiği	121
Ek 6. ABTS analizi kalibrasyon grafiği	121
Ek 7. Al analizi kalibrasyon grafiği	122
Ek 8. Ca analizi kalibrasyon grafiği.....	122
Ek 9. Cd analizi kalibrasyon grafiği.....	123
Ek 10. Co analizi kalibrasyon grafiği.....	123
Ek 11. Cr analizi kalibrasyon grafiği	124
Ek 12. Cu analizi kalibrasyon grafiği.....	124
Ek 13. Fe analizi kalibrasyon grafiği	125
Ek 14. K analizi kalibrasyon grafiği	125
Ek 15. Mg analizi kalibrasyon grafiği.....	126
Ek 16. Mn analizi kalibrasyon grafiği.....	126
Ek 17. Na analizi kalibrasyon grafiği.....	127
Ek 18. Ni analizi kalibrasyon grafiği	127
Ek 19. Pb analizi kalibrasyon grafiği	128
Ek 20. Zn analizi kalibrasyon grafiği.....	128

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a*	: Kırmızılık-yeşillik değeri
AA	: Askorbik Asit
ABTS	: Radikal Katyonu Süpürücü Etki Tayini
ABTS ^{•+}	: 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonikası) radikali
AAE	: Askorbik Asit Eşdeğeri
AgNO ₃	: Gümüş Nitrat
Al	: Alüminyum
AOAC	: Official Methods of Analysis, Resmi Analiz Yöntemleri
aw	: Su Aktivitesi
b*	: Sarılık-mavilik değeri
°C	: Santigrat
Ca	: Kalsiyum
CAC	: Codex Alimentarius Commission, Gıda Kodeksi Komisyonu
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
Cd	: Kadmiyum
CHN	: Karbon, Hidrojen, Azot
cm	: Santimetre
Co	:Kobalt
Cr	:Krom
Cu	: Bakır
DATEM	: Monogliseritlerin diasetil tartarik CaCl ₂ , askorbik asit esterleri
dk	: Dakika
DPPH	: Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi
DPPH [•]	: 1,1 -Difenil-2-pikrilhidrazil radikali
°F	: Fahrenheit
FAO	: Food and Agriculture Organization, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	: Demir
FeSO ₄	: Demir II Sülfat
FRAP	: Ferric Reducing Antioxidant Potential, Demir(III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Potansiyeli
g	: Gram

GA	: Gallik Asit
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
H ₃ BO ₃	: Borik Asit
HCL	: Hidroklorik Asit
HLA	: Human Leukocyte Antigen, İnsan Lökosit Antijeni
HNO ₃	: Nitrik Asit
H ₂ O ₂	: Hidrojen Peroksit
HPMC	: Hidroksipropilmetilselüloz
H ₂ SO ₄	: Sülfürik Asit
ISO	: International Organization for Standardization, Uluslararası Standart Organizasyonu
K	: Potasyum
kcal	: Kilokalori
K ₂ CrO ₄	: Potasyum Kromat
KG	: Ksantan Gam
kg	: Kilogram
KM	: Kuru Madde
K ₂ SO ₄	: Potasyum Sülfat
L	: Litre
L*	: Parlaklık değeri (0: Siyah – 100: Beyaz)
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot
N	: Normalite
Na	: Sodyum
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Ni	: Nikel
nm	: Nanometre
NMKL	: Nordic-Baltic Committee on Food Analysis, İskandinav Gıda Analizi Komitesi
NNR	: Nordic Nutrition Recommendations, İskandinav Beslenme Önerileri
ORAC	: Oxygen Radical Absorbance Capacity, Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi

Pb	: Kurşun
PCA	: Principal Component Analysis, Temel Bileşenler Analizi
pH	: Potansiyel Hidrojen
ppm	: Milyonda bir birim
QEE	: Kuersetin Eşdeğeri
TAK	: Toplam Antioksidan Kapasite
TE	: Troloks Eşdeğeri
TEQ	: Trolox Equivalent
TFK	: Toplam Fenolik Kapasite
TFLK	: Toplam Flovanoid Kapasite
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TS	: Türk Standardı
TÜRKPATENT	: Türk Patent ve Marka Kurumu
UV	: Ultraviyole
v	: Hacim
vv	: Hacimce yüzde
YYY	: Yanıt Yüzey Yöntemi
Zn	: Çinko
ΔE^*	: Toplam Renk Farkı
μg	: Mikrogram
μL	: Mikrolitre
μmol	: Mikromol
%	: Yüzde

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinde tahıllar ve tahıl tüketimi hayati bir öneme sahip olmuş, buğday, arpa, çavdar gibi gluten içeren tahıllar batı ülkelerinde daima insan diyetinin temel bileşenini oluşturmuş, doğu ülkelerinde de batılı yaşam tarzının giderek benimsenmesiyle tüketimi artmıştır. Ancak son yıllarda gluten alımının çeşitli klinik bozukluklara yol açabildiği görülmekle birlikte dünya nüfusunun yaklaşık %1'inin çölyak hastalığından etkilendiği görülmekte, %5'inin ise gluten ile ilişkili hastalıklardan etkilendiği tahmin edilmektedir. Genel olarak gluten ile ilişkili bozukluklar çölyak hastalığı, buğday alerjisi ve çölyak dışı gluten duyarlılığı olarak sıralanmakta olup, çölyak hastalığının tek tedavisi yaşam boyu glutensiz diyet uygulamaktır (Cairano vd., 2020; Elli vd., 2015)

Glütensiz diyet; gluten ataksisi, dermatitis herpetiformis, kognitif bozukluk, inflamatuvar bağırsak hastalığı ve irritabl bağırsak sendromu gibi durumların tedavisinde de tanınan bir tedavi yöntemidir (Aljada vd., 2021). Bunun yanında gluten alımıyla ilişkili herhangi bir hastalığı olmayan fakat glutensiz beslenme şeklini yaşam biçimi haline getirmiş insanların artmakta olduğu da görülmektedir (Cairano vd., 2020; Elli vd., 2015).

Esasen glutensiz diyet, özel olarak formüle edilmiş glutensiz (gluten free) şeklinde etiketi bulunan ayrıca içeriğinde doğal olarak gluten ihtiva etmeyen ve gluten kontaminasyonu muhtemel olmayan gıdaların (meyve, sebze, süt, işlenmemiş et, tavuk, balık, kurubaklagil, yumurta) serbestçe tüketilebildiği; buğday, arpa, çavdar, yulaf gibi gluten içeren tahılların, bu tahıllardan üretilmiş gıdaların (makarna, ekmek, bisküvi, kek vb.) ve/veya bu tahılları içeren gıda ürünlerinin beslenme düzeninden çıkarıldığı diyet programıdır (La Vieille vd., 2014; Ulusoy ve Rakıcıoğlu, 2019; V. Melini ve F. Melini, 2019).

Glütensiz diyet, çölyak hastalığının tedavisi için esas ilke olmakla birlikte, diyeti bir yaşam stili haline getirmek, katı bir biçimde bağlı kalmak hastalığın remisyonu ve hastalığa bağlı oluşan komplikasyonların önlenmesi açısından çok önemlidir. Bunun yanında gluten, koruyucu, yapıştırıcı, esneklik verici ve kıvam artırıcı nitelikleri nedeniyle gıda, ilaç, kozmetik endüstrisi gibi bir çok alanda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu nedenle bu diyetle uyum göstermek hastalar için kolay olmamakla birlikte hastaların satın alıp tüketeceği gıda ürünlerinin ambalajı üzerinde "glütensiz" ibaresi bulunmalıdır (V. Özkaya ve Ş. Özkaya, 2018; Yıldırım, 2020).

Codex Alimentarius Commission (CAC) standardına ve Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği'ne göre; üretilen ürünün "glütensiz"

ibareli olarak etiketlenebilmesi için son tüketiciye sunulacak gıdadaki glüten düzeyinin 20 mg/kg'yi aşmaması gereklidir (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü [FAO], 2008; Türk Gıda Kodeksi [TGK], 2012).

Piyasada ticari olarak satılan glütensiz ürünlerin çoğunlukla nişasta ve glütensiz rafine un kullanılarak üretilmesi, ayrıca ürünlerin besin değeri açısından zenginleştirilmemeleri nedeniyle glüten içeren emsal ürünlerle aynı düzeyde besin değeri taşımadığı görülmekte, bu nedenle glütensiz diyet yapan bireylerde B ve D vitamini, kalsiyum, demir, çinko, magnezyum ve besinsel lif yetersizlikleri görülebilmektedir (Özüğür ve Hayta, 2011). Dolayısıyla tek tedavi yöntemi sıkı bir glütensiz diyet olan çölyak hastalarının sağlıklı bir yaşam sürmeleri ve dengeli beslenebilmeleri için ürün etiketlerini okumalarının yanında diyetlerinde besin değeri açısından uygun yiyecek tercihi ve kombinasyonları yapmaları çok önemlidir (Doğu Baykut, 2021). Bu nedenle glütensiz formülasyonlarda glüten içermeyen baklagil, glütensiz tahıl ve tahılımsı (psödo-tahıl) kullanımı mineral, vitamin, esansiyel amino asitler ve yağ asitleri gibi birçok besin bileşeni açısından kaliteli ürün üretmek ayrıca ürün sayısı ve çeşitliliğini artırmak açısından oldukça önem arz etmektedir (Doğu Baykut, 2021; Taşkın, 2019). Ancak çölyak hastaları için piyasaya sürülen glutensiz ürünlerin çeşit ve miktar bakımından yeterli düzeyde olmaması, ürünlere erişilebilirlik ve kalite yönünden problemler yaşanması, ürünlerin pahalılığı ve toplumda çölyak hastalığı bilincinin yeterince oluşmamış olması gibi birçok nedenden dolayı çölyaklıların bu ürünlere erişimi zorlaşmakta, gereksinim ve talepleri yeterli düzeyde karşılanamamaktadır. Ülkemizde aşağı yukarı 700.000 çölyak hastası olduğu tahmin edilmekle birlikte tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz toplumunda da tahıl ve tahıl ürünlerinin temel besin grubu ve enerji kaynağı olduğu düşünüldüğünde toplumun genel beslenme düzeninden farklı olarak yaşam boyu glütensiz diyet uygulamak zorunda olan ayrıca yiyecek içecek işletmeleri, alışveriş merkezi, otel gibi toplu ortak alanlarda glütensiz yiyecek temin etmede güçlükler yaşayan bireylerin maddi, manevi, sosyal ve psikolojik açıdan birçok sorun ve zorlukla karşılaşmakta olduğu görülmektedir. Bu nedenle glütensiz ürün çeşitliliğinin artırılması çölyak hastalarının en öncelikli talepleri arasında gelmektedir. Ülkemizde genel olarak piyasaya sürülen glütensiz ürünler; un, maya, çorba, ekmek, makarna, kek, bisküvi, gofret, kraker, kurabiye, pastacılık ürünleri, kahvaltılık gevrek ve çikolata olarak sıralanabilmektedir (Meclis Araştırması Komisyonu Raporu, 2018). Dolayısıyla çölyak hastaları ve/veya glütensiz ürün tercih eden tüketici grubu için glütensiz ürün çeşitliliğini artırmaya yönelik yeni formülasyonlar geliştirmeye ihtiyaç vardır.

Glüten fraksiyonu; ekmek, makarna, yufka gibi buğday çeşitleriyle yapılan hamur işi üretiminde hamurun yapışkanimsı-esnek yapıda olmasını sağladığı gibi aynı zamanda oluşturduğu ağ yapıyla ürünün pişirilme esnasında gaz tutabilme kabiliyeti ile gözenekli ve kabarık bir ürün üretilmesine sebep olması dolayısıyla birçok fırıncılık ürününde tekstürel yapıya katkıda bulunması nedeniyle önemli bir yere sahiptir (Dizlek, 2013; İşleroğlu vd., 2009). Glüten, fırın ürünleri üretiminde; malzemelerin karıştırılması, hamurun yoğrulması, fermantasyon ve son olarak pişirme aşaması olmak üzere tüm aşamalarda önemli rol oynar (Gao vd., 2018). Buğday ekmeğinde protein ana yapısı olan gluten, hamura benzersiz viskoelastik özellik ve pişirme kalitesi verir. Bu nedenle gıda teknolojisinde gluten içermeyen kek, makarna, ekmek ve diğer fırıncılık ürünleri üretiminde birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Glutenin eşsiz fonksiyonelliği nedeniyle glutensiz bir hamur genellikle sıvı kek hamuruna benzer, yapışkanlık ve elastikiyetten yoksundur. Bu hamurun işlenmesinin çok zor olması nedeniyle bu konuda kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Araştırmaların çoğu glutensiz ürünlerde gluten ağının yerini alabilecek, ürün kalitesinin artmasına ve hamurun işlenmesine yardımcı olabilecek besleyici ham maddeler (tahılsızlar), süt ürünleri, lifler, proteinler, emülgatörler ve hidrokolloidler gibi bileşenler ve işlevsel katkı maddeleri kullanmaya yoğunlaşmıştır (Bender ve Schönlechner, 2020; Šmídová ve Rysová, 2022).

Günümüzde çölyak hastalarının turizm alanındaki etkinliklere katılımı ve memnuniyeti hususunda birçok engel olduğu bilinmekle birlikte çölyak hastaları glutensiz diyetle uyum sağlamak zorunda olmaları sebebiyle turizm sektöründe destinasyon tercihinde diğer tüketicilerle kıyaslandığında bir hayli seçici olmak durumundadır. Çölyak hastalığı olan tüketicilerin yeme-içme tercihleri hususundaki engelleri dolayısıyla farklı beklenti ve talepleri olması nedeniyle gastronomi turizmi alanında da gittikleri yerlerde çoğu yöresel gıdayı tadamamakta, ziyaret ettikleri destinasyon ve konaklamalarda yiyecek-içecek tercihi ve tüketiminde gastronomik açıdan güçlükler yaşamaktadırlar. Bu nedenle farklı glutensiz gıda formülasyonları geliştirmek için yeni çalışmalar yapılması, çölyak hastaları ve/veya glutensiz ürün tercih eden tüketiciler için tüketebileceği ürün çeşidinin artırılmasını sağlamakla birlikte gastronomi turizmi kapsamında da tanıtım ve rekabet açısından avantaj sağlayacaktır (Durlu Özkaya vd., 2017; Yalçın ve Algan Özkök, 2020).

Glutensiz gıda ürünü geliştirme kapsamında ilgili alan yazın incelendiğinde çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmekle birlikte yöresel gıda ürünlerinin glutensiz üretimiyle ilgili ise oldukça az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Siron, temel ham maddesi rafine buğday unu olan yöreye göre çeşitli isim ve tariflerle anadolunun farklı şehir ve

bölgelerinde yemeği yapılan, ayrıca ülkemiz dışında da farklı coğrafyalarda da benzer şekillerde çeşitli tariflerle yapılan, bilinen ve tüketilen geleneksel bir yiyecektir. Bu tez kapsamında simplex lattice mixture model yöntemi ile yapısında doğal olarak gluten ihtiva etmeyen un çeşitleri (karabuğday unu, patates unu ve nohut unu) farklı oranlarda kullanılarak glutensiz siron formülasyonları geliştirilmesi amaçlanmıştır. Üretilen glutensiz siron örneklerinin duyu nitelikleri bakımından en beğenilen ürün için optimizasyon değişkenlerinin belirlenmesi ve bazı fizikokimyasal, biyoaktif, beslenme ve duyu özellikleri üzerine çalışılması amaçlanmıştır. Bu çalışma neticesinde temel hammaddesi buğday unu olan geleneksel gıda siron, glutensiz olarak üretilecek olup, glutensiz diyet gerektiren tıbbi durumlarda ayrıca bu durumlardan bağımsız olarak glutensiz ürün tercih edilmesi durumunda da tüketilebilecektir. Bunun yanında elde edilen bulgularla rafine buğday unu kullanılarak üretilen sirona alternatif üretilen glutensiz siron örneklerinin besinsel değer bakımından daha üstün nitelikte olması amaçlanarak glutensiz gıda çeşitliliğine katkıda bulunması hedeflenmiş, yapılan alan yazın taramasında daha önce çalışılmamış bir konu olması nedeniyle gıda endüstrisine ve ilgili alan yazına katkı sağlayacağı öngörülmüştür.

1.1. Buğday Unu ve Gluten Proteini

Buğday, dünya genelinde yetiştirilen, tüketilen ve ticareti yapılan, dünyanın en önemli tarım ürünlerinden biridir (Biesiekierski, 2017). İnsan beslenmesinde temel gıda ürünlerinin ana bileşeni olduğu gibi hayvan beslenmesinde de sıklıkla kullanılan, ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan da mühim bir yeri olan stratejik bir tarla bitkisidir. Buğday tanelerinin besin bileşenleri bakımından uygun özellikte olmasının yanında kolay bir şekilde taşınması, depolanması ve işlenmesi ayrıca bitkinin kolay yetişmesi ve adaptasyon alanlarının oldukça geniş olması nedeniyle buğday, çok sayıda toplum ve ülkede temel enerji kaynaklarından biri olmuştur (Atak, 2017). Bunun yanında buğday tanesinin ana depo proteini olan gluten protein fraksiyonunun, buğday unu hamuruna viskoelastik özellik kazandırarak temel ham maddesi buğday unu olan ekmek, makarna, erişte, kek, bisküvi gibi birçok gıda ürününün üretilmesine olanak sağlaması ve buğday tanesinin nötr aromatik bileşikleri içermesi buğdayı dünya çapında beslenme yönünden en fazla tercih edilen tahıl durumuna getirmiştir (Atak, 2017; Shewry, 2009).

Buğday tanesi; kepek, endosperm ve rüşeym olmak üzere üç anatomik bölümden meydana gelmekte, taneden un, irmik, kepek, kırma, nişasta, rüşeym ve gluten gibi çok sayıda gıda maddesi elde edilmektedir (Bilgiçli ve Soylu, 2016; Öney vd., 2020). Un değirmenciliğinde temel hedef, buğday tanesindeki rüşeym ve kepek yan ürünlerinin una

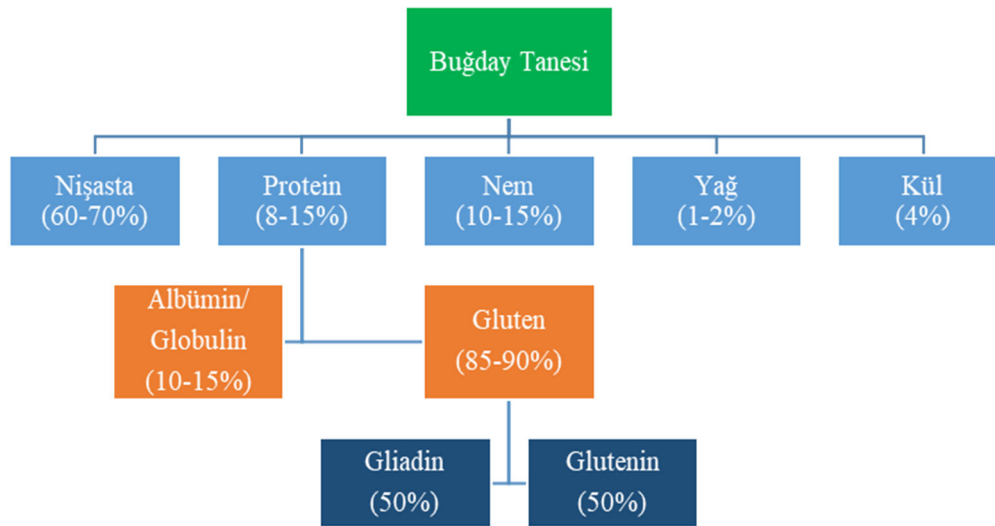
karışmasını engelleyerek azami oranda endosperm ayrışımını sağlamaktır. Çünkü öğütme sürecinde, ekstraksiyon oranına göre değişen miktarlarda ve boyutta yan ürünler una karıştığında glüten ağı oluşumu yeterli düzeyde gelişemez, azalır ve/veya oluşamaz. Buna bağlı olarak hamurun viskozitesi değişir, esnekliği, uzamaya karşı direnci, gaz tutabilme kapasitesi gibi kendine has özellikleri azalarak son ürünün pişme kalitesi etkilenir. Bunun yanında ürünün depolama stabilitesi de değişebilmektedir. Bu nedenle buğday tanesinin aşağı yukarı %18'lik bölümünü meydana getiren kepekli fraksiyonlar, değirmen teknolojilerinde ayrıştırılmaktadır (Demir, 2015; Dizlek, 2011). Ancak rafine beyaz un üretmeye yoğunlaşmış günümüz değirmencilğinde, her ne kadar güçlü glüten ağı oluşturabilen ve depolamaya dayanıklı bir ürün ortaya çıkarılsa da besleyicilik açısından oldukça fakir bir ürün üretilmektedir (Elgün ve Demir, 2008).

1745 yılında Jacopo Beccari'nin (Bologna Üniversitesi Kimya Profesörü) “De Frumento” (Tahıl Hakkında) adlı makalesinde bilimsel olarak incelenen ilk proteinlerden biri olan glüten proteini un ve sudan yapılan bir hamurun, su veya seyreltik tuz çözeltisinde yıkanması sonucu nişasta ve çözünür maddelerden arındırılmasıyla kalan büyük ölçüde proteinli kütle olarak tanımlanmaktadır. Geri kalan kütle “lastiksi” olarak tanımlanmakla birlikte bu kütlenin ne kadar iyi yıkandığına bağlı olarak materyal kuru madde bazında yaklaşık %75-85 protein ve %5-10 lipit içerir; geri kalanın çoğu nişasta ve nişasta olmayan karbonhidratlardır. Bu nedenle “glüten proteinleri” bu kütlede bulunanlar olarak tanımlanmakta benzer materyal diğer tahıllardan elde edilen unlarla yapılan hamurlardan izole edilemediğinden, glüten proteinleri buğday (*Triticum* cinsi) tanesi ile sınırlı olmaktadır (Shewry, 2019; Wieser, 2007). %8-15 nispetinde protein içeren buğday tanesinde toplam proteinin %10-15'i albümin/globulin iken %85-90'ı glütendir (Biesiekierski, 2017). Buğday tanesi proteinleri farklı çözeltilerde çözünürlüklerine göre artık proteinler ile birlikte ‘Osborne’ adı verilen dört fraksiyon halinde (albüminler, globülinler, gliadinler, glüteninler) sınıflandırılmıştır (Wieser vd., 2022). Şekil 1’de buğday tanesi içeriğinin yaklaşık olarak kompozisyonu görülmektedir (Biesiekierski, 2017).

Albüminler, suda ve seyreltik tuz çözeltilerinde çözünürken, globülinler seyreltik tuz çözeltilerinde çözünür, fakat suda çözünmez. Albümin/globulin fraksiyonu esasen enzim ve enzim inhibitörleri gibi düzenleyici, metabolik ve koruyucu proteinleri içerir (Wieser vd., 2022). Glüten, monomer vaziyette veya zincirler arası disülfid bağlarıyla bağlı oligo ve polimerler durumunda bulunan yüzlerce farklı protein unsuru içerir.

Dolayısıyla glüten terimi, proteinleri ifade eder, bu proteinler hamura su emme kapasitesi, yapışkanlık, viskozite ve elastikiyet özelliklerini vererek buğdayın benzersiz

pişirme kalitesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynarlar (Wieser, 2007). Hamur içinde sürekli bir viskoelastik ağ oluşturan buğday gluteni, iki ana protein olan gliadinler ve gluteninlerden oluşmakla birlikte sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi ile molekül ağırlıklarına göre monomerik gliadinler ve gluteninler olmak üzere iki ana fraksiyona ayrılabilir. Gliadinler hamura viskoz özellik verirken, gluteninler hamurun gelişimi için hamura güç ve elastikiyet kazandırmaktadır. Dolayısıyla buğday gluteni, gliadinlerin gluteninler için plastikleştirici görevi gördüğü "iki bileşenli bir yapıştırıcı" olarak görülebilir (Gasparre ve Rosell, 2023; Nawrocka vd., 2016). Gluten, ısıya dayanıklı ve bağlayıcı niteliği dolayısıyla işlenmiş gıdalarda doku, nem tutma ve lezzetin iyileştirilmesi için de sıklıkla katkı maddesi olarak kullanılır. Farklı buğday çeşitleri, protein kompozisyonu ve gluten proteinlerinin bileşimi ve dağılımı açısından değişiklik gösterebilir (Biesiekierski, 2017).



Şekil 1. Buğday içeriğinin yaklaşık olarak kompozisyonu (Biesiekierski, 2017).

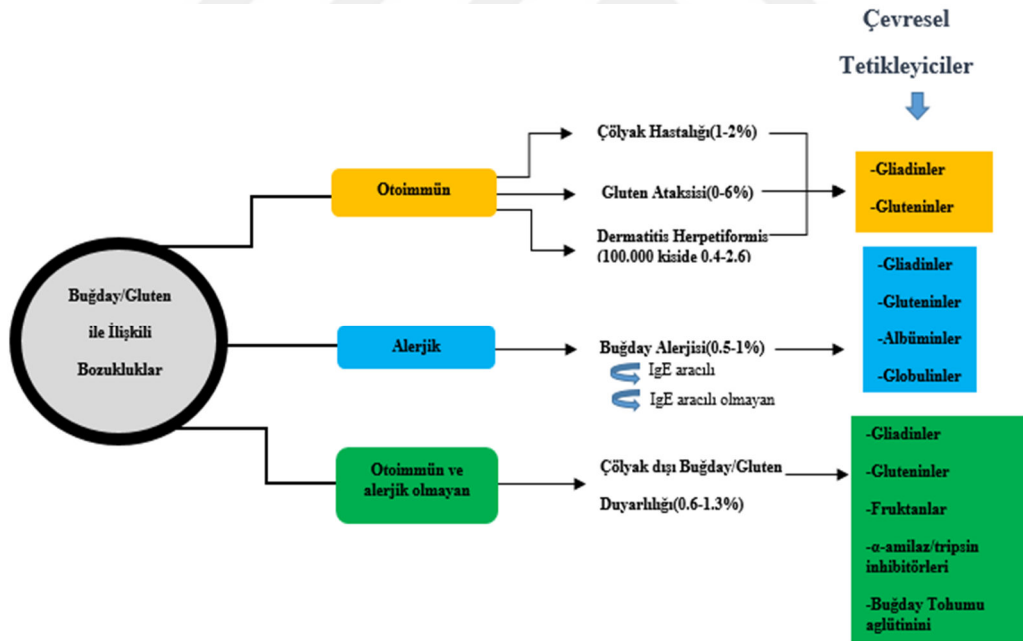
Gluten yokluğu hamurun reolojisi ve son ürünün kalitesi üzerinde oldukça etkilidir. Glütensiz hamurlar, temel ham maddesi buğday unu olan hamurlar ile karşılaştırıldığında çok daha düşük yapışkanlık ve elastikiyet ile karakterizedir. Dolayısıyla glütensiz ürün üretimi ve/veya üretim süreci, üretici ve araştırmacılar için oldukça zordur. Bu nedenle literatürde glütensiz ürün üretimi ile ilgili çeşitli iyileştirme stratejileri önerilmekle birlikte birçoğu, gluten ağının viskoelastik özelliklerini taklit edebilen ve nihai ürünü teknolojik ve duyuşal açıdan geliştirebilen bileşenlere, katkı maddelerine, enzimlere ve

diğer farklı maddelere ve/veya bunların kombinasyonlarına yoğunlaşmıştır (Cappelli vd., 2020; Matos ve Rosell, 2015).

Glütensiz unlu mamül ve makarna ürünlerinin kalitesini artırmak için uygulanabilecek çeşitli yöntemlerden en yaygın tercih edilenleri alternatif un ve gıda katkılarının kullanılmasıdır. Genellikle buğday ununa alternatif ikame unlar, tek başına glütensiz ürün üretiminde uygun doku oluşması için yeterli olmaz. Bu nedenle glütensiz unlu mamul ve makarna ürünlerinin üretiminde başka katkı maddelerine de ihtiyaç duyulmaktadır (Gao vd., 2018).

1.2. Glüten ile İlişkili Bozukluklar

Dünya çapında glüten ile ilişkili bozuklukların görülme sıklığı artmaya devam etmekle birlikte yaygınlığının popülasyonun %5'i kadar olduğu tahmin edilmektedir (Taraghikhah vd., 2020). Şekil 2'de görüldüğü üzere buğday ve/veya glüten ile ilişkili bozukluklar otoimmün, alerjik, otoimmün ve alerjik olmayan şeklinde sınıflandırılabilir (Sabença vd., 2021).



Şekil 2. Buğday/glüten ilişkili bozukluklar yaygınlığı ve çevresel tetikleyiciler

Çeşitli klinik belirtilerle ortaya çıkan çölyak hastalığı, dermatitis herpetiformis, glüten ataksisi, buğday alerjisi ve çölyak dışı glüten duyarlılığı buğday/glüten ile ilişkili beş temel bozukluktur (Taraghikhah vd., 2020).

1.3. Çölyak Hastalığı

Tahıl ve tahıl içeren mamüllerde bulunan glüten proteinine karşı aşırı duyarlılık neticesinde ortaya çıkan bir hastalık olan çölyak hastalığı, ince bağırsak mukoza ve submukozasında inflamasyon ile nitelenen, çoğunlukla malabsorbsiyon ile devam eden, glüten proteinin diyetten tamamen çıkarılması ile klinik semptomların düzeldiği primer ince bağırsak hastalığıdır (Küçükazman vd., 2008). Çölyak hastalığına buğday ve diğer tahılların (çavdar, arpa, yulaf) yapısında bulundurduğu glüten proteinin alkolde çözünen prolamin kısmının sebep olduğu tanımlanmakla birlikte hastalık çocuk ve erişkin yaş gruplarında ortaya çıkar ve hayat boyu sürebilir. Basit ve hızlı tanı metotlarının gelişmesi ile birlikte çölyak hastalığı tanısı alan hastalar dünya genelinde gittikçe artmakta, hastalığın sıklığı bölgesel olarak değişiklik göstermektedir (Kuloğlu, 2014). Genel olarak çölyak hastalığı yaygınlığının popülasyon içerisinde %1 oranında olduğu tahmin edilmekte ve Dünya’da sekiz milyar insanın yaşadığı düşünüldüğünde bu oran yaklaşık olarak seksen milyon insana tekabül etmektedir. Çölyak hastalığının tedavisine yönelik son 10 yıl içerisinde farmakolojik tedavi yöntemleri geliştirmek için yoğun çaba gösterilmiş, hastalığın tedavisinde diyet tedavisi en etkili yöntem olmakla birlikte herhangi bir olumsuz etkisi öngörülmemiştir. Ancak çölyak hastaları için sıkı bir biçimde glütensiz diyet uygulamak oldukça zor olmaktadır (Machado, 2023).

Çölyak hastalığının temel sebebi buğdayın içeriğindeki glüten proteininin gliadin isimli alt fraksiyonu olmakla birlikte hastaların yalnızca buğdaydan değil gliadin benzeri prolaminleri yapısında bulunduran çavdar, arpa ve tritikale ürünlerinin tüketiminden de kaçınmaları gerekmektedir. Çölyak hastalarında glüten proteini ince bağırsak üzerine etki ederek bağırsağın iç yüzeyinde emilimi sağlayan villilerin kısalmasına ya da bütünüyle ortadan kalkmasına, dolayısıyla bağırsağın iç yüzeyinin düzleşmesine sebebiyet verir. Bununla birlikte bağırsaktaki villilerin yüzeyindeki tek dizi “kripta” hücreleri ise kalınlaşmakta ve sonuç olarak emilim yapılan yüzey alanı azalmaktadır (Türksoy ve Özkaya, 2006).

Çölyak hastalığında glüten proteininin alt fraksiyonu “gliadin”, gastrointestinal sistem içerisinde bulunan proteolitik enzimlere karşı mukavemet gösteren bir proteindir. Gliadin peptidlerinin doku transglutaminaz enzimi vasıtasıyla deaminasyonu sonucu peptidin HLA DQ2 yüzey belirteci olan aktive makrofajlara bağlanması kolaylaşmakta T hücre cevabı oluşmakta ve inflamatuvar sitokinlerin salgılanmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak intestinal hasar başlamakta, villuslarda yıkıma sebep olmakta dolayısıyla absorbsiyon yüzeyinin azalmasına, sindirim enzimlerinin yetersizliğine neden olarak malabsorbsiyon semptomlarına yol açmaktadır (Ertem, 2017). Glütensiz diyet, hastalığın

sağaltımında temel rol oynamakta, ancak B grubu vitaminleri ve posa bakımından da yetersizliklere sebep olabilmekte ve bazı besin ögelerinin alım değerleri yeterli miktarlarda olamamaktadır (Adıgüzel, 2019). Bu nedenle mevcut bulgular çölyak hastalığında hastaya yönelik beslenme planı düzenlemek ve diyetle uyum konusunda yol göstermek, yardımcı olmak için hastaların diyetisyene yönlendirilmesi gerektiğini, diyetin glütensiz olmasının yanında besinsel açıdan da yeterli olduğundan emin olunması gerektiğini göstermektedir (Bascuñán vd., 2017).

1.4. Siron

Siron; ziron, sinor ya da silor adlarıyla da bilinen hamur işi yiyecek yufka, tuzlu yoğurt (süzme), tereyağı ve bazen de sarımsağın eklenmesiyle yapılan bir makarna yemeğidir. İsmi şehirden şehire, bölgeden bölgeye değişen bir yiyecektir (URL-1, 2023). Gümüşhane başta olmak üzere Erzurum, Bingöl, Artvin, Bayburt, Giresun illerinde popüler olan bu yiyecek Bingöl yöresinde “Sorina Pel” olarak adlandırılmaktadır. Gümüşhane Sironu ise Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillenmiş ve coğrafi işaret almıştır (URL-2, 2023). Gümüşhane sironu atıştırmalık olarak tüketilebilen geleneksel bir unlu mamul olmakla birlikte, tercihe göre ara sıcak veya soğuk meze olarak tüketilen yöreye özgü bir gıdadır. Gümüşhane Sironu üretilirken 1000 g un, 0.5-0.6 L su ve 5-10 g tuz kullanılarak siron hamuru hazırlanmaktadır. Bu hamur oklava kullanılarak yufkalar halinde açılmakta, açılan yufkalar açık odun alevine maruz kalan demir saclar üzerinde nispeten pişirilerek 4-6 kez katlanmakta sonuçta oluşan şeritler 1-2 cm uzunluğunda kesilmektedir (Türk Patent ve Marka Kurumu [TÜRKPATENT], 2023).



Şekil 3. Servise hazır Gümüşhane Sironu (URL-3, 2023).

Kesilen sironlar direkt güneş ışığı almayan (yarı gölge) bir ortamda tercihen odun selelerde yaklaşık 10 gün kurutulur. Kurutulan sironlar torba ya da tenekelere konularak tüketileceği zamana kadar saklanır ya da hemen tüketilecek ise fırında kurutularak tüketime hazır hale getirilir. Saklanan sironlar, tüketileceği zaman kesik kısımları üste gelecek ve aralarında boşluklar olacak biçimde tüketilecek kaba dizilir. Süzme (yağsız ya da az yağlı süzölmüş tuzlu yoğurt) su ile birlikte ezilir, oluşan karışım yavaş yavaş ısıtılarak, süzmenin kesmemesi için kaynatılmayıp, kaynama noktasına kadar ısıtılır, sironların üzerini geçecek şekilde sirayet ettirilir. Sonuçta yumuşayan ve şişen sironların üzerine kızartılmış tereyağı eklenir. Genel olarak bu tarife göre yapılan Gümüşhane Sironu bazı durumlarda süzme yerine yoğurt ile yapılabilir, tercihe göre sarımsak ve ceviz de eklenmesine karşın daha çok sade yapılır (Karaarslan, 2021). Şekil 3’te servise hazır halde bulunan ”Gümüşhane Sironu” görölmektedir (URL-3, 2023).

1.5. Karabuğdayın Bileşimi ve Başlıca Özellikleri

Polygoneaceae ailesine dahil tek yıllık bir bitki olan karabuğday bitkisinin tahıllarla akrabalık ilişkisi yoktur. Karabuğday bitkisi tahıllar ile benzer ve farklı özellikler göstermekte, bitkiyi tahıllardan ayıran ana farklılık çift çenekli olmasının yanında yüksek rakıma sahip olan yerlerde kısa vadede gelişmeye adaptasyon sağlayabilme niteliğinin bulunmasıdır. Bu nedenle karabuğday, farklı çevrelerde, neredeyse her yerde yetiştirilebilmekte ancak daha çok kuzey yarım kürede ve Rusya, Kazakistan, Ukrayna, Çin, ABD, Polonya, Brezilya, Kanada, Fransa’da yetiştirilmektedir. Gıda sanayinin birçok alanında büyük potansiyele haiz bir gıda maddesi olan karabuğday, pseudo-cereal (tahıllımsı, tahıl benzeri) grubu içinde yer almaktadır (Hayit ve Gül, 2015).

Karabuğdayın esas bileşimini vitamin ve mineraller, aminoasitler, fenolik maddeler, antioksidanlar, yağ asitleri oluşturmakta, genellikle buğday, çeltik, mısır, sorgum ve diğer tahıllara kıyasla daha fazla mineral içeriğine sahip olması, zengin besinsel değeri dolayısıyla sağlık açısından alternatif diyet ürünleri içerisinde bulunmaktadır (Alkay ve Kökten, 2020).

Karabuğdayın sindirilebilir karbonhidrat oranı %58-73 arasında değişmekle birlikte bunun %54.5’i nişasta şeklinde bulunmaktadır. Protein oranı ise %12 civarında olmasının yanında tahıllardan farklı olarak temel depo proteini globulinlerdir. Karabuğday yapısında bulunan esansiyel aminoasitler ile dengeli bir aminoasit örüntüsü oluşturmakta, biyolojik değer açısından değerlendirildiğinde ise yüksek değerlere sahip bir ürün olduğu görölmektedir (Köten vd., 2022). Yağ içeriği %3’e yakın, ham lif konsantrasyonu çok yüksektir. Polifenoller açısından oldukça zengin olan karabuğday, orientin, quercetin,

izoorientin, vitexin, isovitexin ve rutin olmak üzere 6 flavonoid bileşeni yapısında bulundurmakta, bu antioksidan bileşenler arasında antiinflamatuvar ve antikansorejen özellikleri kanıtlanmış olan rutin sağlık açısından en faydalı bileşenlerden biri olduğu kabul edilmiştir (Zhang vd., 2012).

Karabuğday; riboflavin, piridoksin ve tiamin dahil B grubu vitaminleri açısından zengin olmakla birlikte bakır, sodyum, potasyum, çinko, magnezyum, kalsiyum, demir, manganez gibi makro ve mikro elementleri içermekte dolayısıyla besleyici özelliği yüksek olan karabuğday, ekmek, kek, kurabiye, bisküvi gibi fırın ürünleri; krep, makarna, çorba ve benzeri gıda ürünleri; ayrıca glütensiz diyet gereken hastalar için glütensiz ürün üretiminde besin değeri açısından yüksek, alternatif gıda maddesidir (Giménez-Bastida vd., 2015; Huda vd., 2021).

1.6. Nohut

Vitamin, protein ve lif bakımından oldukça zengin olan nohut, kuru madde bazında kabaca %55 karbonhidrat, %24 protein, %6 yağ, %4 mineral madde ve %10 oranında diyet lifi ihtiva etmektedir. Protein ve lif bakımından zengin olması nedeniyle su tutma gibi çeşitli işlevsel nitelikler gösterebilmekte; dolayısıyla gıda ürünleri bileşimlerinde tekstür yapısını geliştirmek, raf ömrünü uzatmak ve besinsel açıdan değerlerini düzenlemek amacıyla kullanılabilir (Kılınççeker, 2020)

Nohut, ihtiva ettiği fitokimyasallar ile uzun dönemde sağlık açısından üstün yararlar sağlamakta; bunların arasından polifenoller antioksidan özelliğinde, antikarsinojenik, antihipertansif ve antibakteriyel etkileri bakımından yararlı bileşenlerdir. Genel olarak Dünya’da nohut, gelenek ve tat bakımından tercihe bağlı olarak farklı yöntemlerle işlenmekte ve pişirilmekte olup, Dünya’da ekonomik tertipte 5. sırada değerli baklagildir (Alifakı, 2013).

İçerdiği biyoaktif bileşenler ve lif ile kardiyovasküler hastalıklara yakalanma riskini azaltmaya yardımcı olan nohut tohumları, aynı zamanda düşük glisemik indekse sahip, içeriğindeki oligosakkaritler ile iyi bir prebiyotik kaynağı dolayısıyla “fonksiyonel bir gıda” olarak kabul edilmektedir. Humus ve çeşitli fermente ürünler gibi farklı geleneksel gıdalarda temel bileşen olarak kullanılan nohut, içerdiği besin bileşenleri kompozisyonu ve değeri nedeniyle tahıl temelli gıda ürünleri üretiminde ürün bileşimine katılmakla birlikte; glütensiz ürün geliştirme kapsamında da kullanılmaktadır (Doruk Kahraman ve Kahraman, 2022).

1.7. Patates

Günlük diyetle toplam kalornn %40-75'i karbonhidrat kaynaklarından karşılanması nedeni ile karbonhidratlar beslenme düzeninde enerji kaynağı olarak ana öğelerden biridir. Beslenme değeri açısından zengin bir gıda ürünü olan patates (*Solanum tuberosum* L.), uzun raf ömrüne sahip, gelişmiş ülkelerde ortalama günlük enerji miktarında 130 kcal, gelişmekte olan ülkelerde ise 41 kcal kadarıyla enerji miktarını karşılayan temel gıda maddelerindendir. Nişasta açısından zengin bir gıda ürünü olan patates, kıvam artırıcı, tekstür geliştirici vb. işlemlerde önemli yeri olan küçük molekül ve ikincil metabolitleri uygun miktarlarda içermektedir. Bunun yanında patates nişastası, iyi bir hamur yapımı için viskozite sağlanmasına yardımcı olarak gıda tekstürünün gelişmesinde rol oynar (Nazlım ve Tuncel, 2018).

İyi bir C vitamini kaynağı aynı zamanda B grubu vitaminlerince de zengin olan patates yumrusunun 100 gramı 77 kcal sağlamakta olup;, diğer yandan %17.47 karbonhidrat, %0.09 yağ ve %2.02 protein içermektedir. Yapısında yüksek miktarda antioksidan maddeler içeren patates bitkisinin, insan vücudunda kararsız bileşikleri indirgeme, süperoksit temizleme ve demir iyonlarını bağlama gibi etkileri bulunmaktadır. Patates içeriğinde antioksidan bileşiklerden antosiyaninler, karotenoidler ve fenolik bileşikler bulunmaktadır; dolayısıyla sağlık açısından yararlı özelliklere sahiptir (Abed ve Demirhan, 2018; Karadoğan ve Özer, 1997).

Patates unu, buğdayın kısıtlı olduğu zamanlarda özellikle savaş yıllarında belirli sürelerde ekmeklik una ilave edilerek tedbir şeklinde uygulanmış, birinci ve ikinci dünya savaşlarında halkın ekmeklik ihtiyacını karşılaması amaçlanmıştır (Seçkin, 1979).

Yeni ürün geliştirme kapsamında patates unu, işlevsel yeterlilik bakımından çok iyi bir ürün olmasının yanında ilave edildiği ürünlerde lezzet ve renk geliştirici; ayrıca kıvam artırıcı nitelikler sağladığından birçok yönden farklı şekillerde kullanılabilmekte ayrıca glüten ihtiva etmemesi sebebiyle glütensiz gıda formülasyonlarında kullanılmaktadır (Dinç vd., 2014; Nazlım ve Tuncel, 2018).

1.8. Karnıyarık Otu (*Plantago ovata*) Tohumu Tozu

Psyllium olarak bilinen *Plantago ovata* bitkisinin tohumları lif bakımından zengin ayrıca besinsel ve diğer özellikleri dolayısıyla değerli bir üründür. Bitki, Akdeniz Bölgesi'ne özgü olmakla birlikte günümüzde tohumların temel üreticisi Hindistan'dır. Genel olarak psyllium, viskozite ve çözünürlük gibi fonksiyonel nitelikleri nedeniyle bir hidrokolloid olarak kabul edilmekte; ayrıca bitkiden geleneksel olarak Hindistan ve Çin'de yüksek tansiyon, mesane ile ilgili sorunlar ve cilt tahrişlerinin tedavisinde

yararlanılmaktadır. Bikinin tohumları, protein, sabit yağ, selüloz, nişasta ve müsilağ içermektedir (Belerio ve Gómez, 2022; Masood ve Miraftab, 2010; Ramavandi, 2014).

Psyllium'un irritabl bağırsak sendromu, kabızlık, inflamatuvar bağırsak hastalığı-ülseratif kolit, ishal, kolon kanseri, diyabet ve hiperkolesteroleminin tedavisinde kullanıldığı belirtilmiştir (Singh, 2007). Psillyum hidrokolloid özelliği nedeniyle diğer zamb ve hidrokolloidlerin yerine doğal bir alternatif üründür. Su emme ve jelleşme özelliklerine sahip doğal bir diyet lifi kaynağı olması onu gıda endüstrisinde fonksiyonel bir bileşen haline getirmiştir. Bu nedenle gıda endüstrisinde unlu mamül, kahvaltılık gevrek ve özellikle glütensiz ekmek üretiminde kullanılmaktadır (Belerio ve Gómez, 2022; Ren vd., 2020).

1.9. Önceki Çalışmalar

Yalçın (2005), glütensiz erişte üretimini mütalaa etmek için yapılan çalışmada, pirinç ve mısır unları farklı oranlarda jelatinize edilerek pişme, duysal ve tekstür özellikleri, ayrıca renk değerleri açısından değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu veya %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu ile üretilen erişte numuneleri diğer numunelerle mukayese edildiğinde daha iyi pişme ve duysal özelliklere sahip olduğu görülmüştür. En iyi kalite niteliklerine sahip bu numunelerin formülasyonuna %3 oranında gam (ksantan gam, keçiyoynuzu gamı) ve/veya transglutaminaz enzimi (%0.5) (enzim ile inkübasyon süresi 1 veya 2 saat) ilave edilmiş pişme, duysal, tekstür ve renk özellikleri bakımından incelenmiştir. Sonuçta yapılan değerlendirmede gam ilavesinin eriştelerin pişme ve duysal özelliklerini olumlu yönde etkilediği, transglutaminaz enzimi ilavesinin tüm erişte numunelerinin kalitesini artırdığı gözlemlenmiştir. Mısır eriştelerinin pirinç eriştelerine nazaran duysal özellik açısından, pirinç eriştelerinin ise pişme ve tekstürel açıdan kalite değerinin daha yüksek olduğunu bulunmuştur. Bunun yanında enzim ve/veya gam ilavesinin eriştelerin renk özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Yücel (2009), pirinç unu kullanılarak üretilen glütensiz kek örneklerinde bazı bitkisel zambkaların (ksantan zambk, guar zambk, hidroksipropilmetilselüloz (HPMC)) tek olarak ve ikili-üçlü tertipte; %0.5, %1.0 ve %1.5 düzeylerinde kullanılmasının ürün kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada bitkisel zambk kullanımının ürün nem içeriğinde bariz bir etkiye sahip olmadığı, zambkaların birleştirilerek kullanılmasının tek olarak kullanılmasına nazaran üretilen üründe hacim, toplam hacim ve simetri indeksi değerlerinde artışa sebep olduğu; dolayısıyla daha iyi niteliklere haiz glütensiz kek örneklerinin üretilebileceği saptanmıştır.

Hosta (2012), glütensiz pirinç eriştesi üretim sürecinde %30, %40 ve %50 oranlarında farklı baklagil unları (bezelye, nohut veya mercimek unu) eklenmesinin ürünün bazı besinsel ve kalite niteliklerine etkisinin incelendiği çalışmada, erişte üretiminde ısıt ışlem tatbiki ile nişasta jelatinizasyonu yapılarak ksantan gam katkısıyla erişte hamurları hazırlanmış; üretilen eriştelerin duyuusal analizi neticesinde pirinç eriştesi ve baklagil unu katkılı pirinç erişteleri numunelerinin, duyuusal açıdan kabul edilebilir düzeyde olduğu; yüzey, çiğneme ve çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri bakımından pirinç erişteleri ile baklagil unu katkılı erişteler arasında fark olmadığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda baklagil unu katkısının erişte örneklerinin renk değerlerini etkilediği görölmüş; ayrıca numunelerin antioksidan kapasitelerinin, kül, protein, besinsel lif ve fenolik madde muhtevasının baklagil unlarının eklenmesiyle arttığı tespit edilmiş; bazı B grubu vitaminlerince zenginleştiği görölmüş; besinsel lif ve antioksidan kapasite değerinin en fazla olduğu erişte örneklerinin nohut unu içerikli pirinç erişteleri olduğu saptanmıştır.

Bulut (2013), yapılan çalışmada mısır, karabuğday ve pirinç unu kullanılarak yanıt yüzey yöntemi (YYY) ile glütensiz tulumba tatlısı formülleri optimize edilerek üretimi amaçlanmış, üretilen ürönlere yönelik yapılan duyuusal analizde tüm parametreler için en yüksek puanı sırasıyla karabuğday, mısır, pirinç ve kontrol tulumba tatlısı almıştır. Mısır unu ve karabuğday unu kullanılarak üretilen ürönlere patates nişastası ilavesinin; tatlının sertlik (hardness) değerini azalttığı, genleşme, dış yapışkanlık değerini (adhesiveness), şerbetli ve şerbetsiz verimini artırdığı, üretilen ürönde istenilen özellikleri sağlamaya yardımcı olduğu görölmüştür.

Mahmoud vd. (2013), Mısır baladi yassı ekmeğinin glütensiz biçimde üretilmesini konu alan çalışmada formölasyonlarda pirinç unu, patates nişastası veya pirinç unu, patates-mısır nişastası ile birlikte farklı miktarlarda ksantan veya ksantan-guar gum karışımı kullanılarak ekmek formölasyonları üretilmiştir. Çalışmada, üretilen ekmeklerin fiziksel, duyuusal ve bayatlama özellikleri irdelenmiştir. Kontrol ve glütensiz ekmeklerin hamuru için sıkıştırılmış maya ılık suda özöndürölmüş, %2 tuz, %6 şeker ve %3.5 mısır yağı eklenmiştir. İşlem için kontrol grubu hariç formölasyona göre ksantan (%3) veya ksantan-guar gum karışımı (%2 yada %3) eklenmiştir. Su ve kuru maddelerin de eklenmesiyle oluşturulan hamurlar fermentasyonun tamamlanması için 40 dk boyunca oda sıcaklığında bırakılmış, yapılan ekmekler elektrikli fırında 400 ± 5 °C'de 2 dk pişirilmiştir. Çalışma sonucunda, ekmek yapım sürecinde glütensiz örneklerde hamur içinde hava kabarcıklarının tutulması ile birlikte hamur stabilitesinin de başarılı bir

şekilde gerçekleştiği görülmüş, tüm glutensiz formülasyonlarda ekmekler kabul edilebilir bulunmuştur.

Wronkowska vd. (2013), karabuğday unu ile nişasta sübstütüsyonunun glutensiz ekmek kalitesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada glutensiz ekmeklerin üretiminde mısır ve patates nişastası, taze maya, karabuğday unu, pektin, ayçiçek yağı, tuz ve şeker kullanılmış, formülasyonlarda 100 g karışım için 80 g su eklenmiştir. Mısır (125.5 g karışımında 80 g) ve patates (125.5 g karışımında 20 g) nişastası kullanılarak, taze maya, ayçiçek yağı, şeker, tuz ve pektin ilavesiyle mayalandırılıp pişirilen karışım, kontrol örneğini oluşturmuştur. Kontrol örneğindeki mısır nişastası, ağırlıkça %10, 20, 30 ve 40 oranlarında karabuğday unu ile yer değiştirilerek diğer glutensiz ekmek örnekleri üretilmiştir. Yapılan analizler sonucu, karbuğday unu ilavesinin ürünün nem içeriğinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı, somun hacmini önemli ölçüde artırdığı gözlenmiştir. Kontrol örneği ile mukayese edildiğinde kırıntı beyazlığında azalma, kırmızılığında ve sarılığında ise artış fark edilmiştir.

Rai vd. (2014), geleneksel buğday unlu kurabiyelerle karşılaştırılarak çeşitli un (pirinç, mısır, sorgum ve inci darısı) kombinasyonlarından hazırlanan glutensiz kurabiyelerin kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada, unların/kurabiyelerin fizikokimyasal parametreleri, duyuşal ve fonksiyonel nitelikleri kontrol kurabiyeleriyle karşılaştırılarak incelenmiştir. Çalışmada, kontrol grubu için buğday unu kullanılmakla birlikte; diğer formülasyonlarda glutensiz unlar (ikili şekilde 50:50 oranında) kullanılmıştır. Pişirilip soğuyan kurabiyeler düşük yoğunluklu polietilen poşetlere konularak 24 saat sonra değerlendirilmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirme sonucu, inci darı/sorgum un karışımı ile hazırlanan kurabiyeler en yüksek puanları alırken; en düşük puanları buğday unu ile yapılan kontrol grubu kurabiyeleri almıştır. Glutensiz kurabiyelerin kontrol kurabiyeleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek besin değerine sahip olduğu saptanmış, duyuşal açıdan da kabul edilebilir görülmüştür.

Flores-Silva vd. (2015), olgunlaşmamış muz, mısır ve nohut unlarıyla hazırlanan glutensiz spagettilerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, %100 makarnalık buğday kullanılarak üretilen spaghetti kontrol grubunu oluşturmuş ve diğer glutensiz unlar (olgunlaşmamış muz, mısır ve nohut unu) farklı oranlarda %0.5 karboksimetilselüloz ilavesiyle formüle edilerek glutensiz spagettiler üretilmiştir. Çalışma sonunda, glutensiz spagettilerin kontrol örneğine nazaran yüksek sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve daha düşük esneklik özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. Glutensiz spagettilerin duyuşal anlamda kabul edilebilirliği, kontrol

örneğine göre %70 oranında bulunmuş; farklı formülasyonlardaki glütensiz örneklerin genel duyuşsal kabul edilebilirliğinin benzer olduğu görölmüştür.

Kahlon ve Chiu (2015), yaptıkları çalışmada teff, kinoa, amarant ve karabuğday unları kullanımı (%95) ve gam ilavesiyle (%5 guar gum) glütensiz ve yumurtasız makarna üretimini amaçlamışlardır. Kuru malzemeler karıştırılıp yavaş yavaş su eklenilerek oluşturulan makarna hamuru üzeri kapatılarak oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiş, makarna presinde 1.5 inç uzunluğında fusulli (burgu) şeklinde kesilmiştir. Kesilen makarnalar ardından bez serili tepsilere tek kat dizilerek gıda kurutucusunda 135 °F (57.2 °C)'de 3 saat bekletilmiştir. Kurutulan makarnalar fermuarlı plastik poşetlerde saklanmış, pişirme aşamasında 100 g makarna 2 L su ve 2 g tuz ilavesiyle 6 dk boyunca pişirilmiştir. Yapılan duyuşsal analiz sonucunda amarant makarnası renk/ görünüm açısından diğer 3 makarnaya göre tercih edilmekle birlikte; diğer tüm duyuşsal parametrelerde öteki makarnalardan daha düşük skorlar almıştır. Bunun yanında yapılan duyuşsal değerlendirmede, teff, karabuğday ve kinoa makarnaları %61-87 oranında kabul edilebilir bulunmuştur.

Kavrut (2015), YYY ile glütensiz revani formülleri üretilmesi hedeflenen çalışmada, karabuğday unu, pirinç unu ve kestane unu kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, karabuğday unu ve kestane unu ile geliştirilen formüllere patates nişastası ilavesinin karabuğday revanisinin tat, koku, aroma ve beğenilirlik açısından tüketimine yardımcı olduğu; kestane revanisinde ise kek hamurunun işlenebilirliğini artırdığı, revani kekinin özgül hacminde artmaya ve sertlik değerinde azalmaya neden olduğu görölmüştür. Farklı formülasyonlarla üretilen revanilerin duyuşsal test neticesinde en yüksek puanları sırasıyla; kontrol, pirinç, kestane ve karabuğday revanisi almıştır.

Yılmaz ve Doğan (2015), sekiz farklı glütensiz un karışımı ile üretilen glütensiz ekmek örnekleri ve buğday unu kullanılarak üretilen kontrol örneğinin yer aldığı çalışmada, glütensiz ekmek karışımlarının kalitesi ve komponentleri irdelenmiş, glütensiz un karışımları muhtevasında karışım çeşidine göre değişmekle birlikte patates, mısır, modifiye mısır ve glütensiz buğday nişastası ayrıca pirinç, karabuğday, mısır, patates unları farklı oranlarda (çoğunlukta pirinç unu, patates ve mısır nişastası) farklı çeşitlerde un karışımlarına göre değişmekle birlikte, tek yada birkaçı kombine şekilde diğer bileşenler (glikoz, diyet lifi, L- Askorbik asit, silisyum dioksit, bitki proteini vb.) ile birlikte bulunmaktadır. Uygun hamur kıvamı için ksantan gam, pektin, guar gam, modifiye selüloz ve DATM (Monogliseridlerin diasetil tartarik $CaCl_2$, askorbik asit esterleri) katkı çeşitleri yine un karışımlarına göre farklı kombinasyonlarda kullanılmıştır. Gutensiz un karışımları ve kontrol örneği için kullanılan buğday ununun renk, protein,

kül ve nem içerikleri incelenmiş yapılan değerlendirmede karışımların hepsinde protein değerleri yetersiz bulunmuş, tahıl ununa karşılık nişasta kullanımının protein oranının azalmasına sebep olduğu görülmüştür. Karışımların L* ve a* değerleri birbirine yakın çıkmakla birlikte, mısır ununun b* değerini artırdığı görülmüş; duyuşal nitelikler bakımından glütensiz karışım örnekleri kontrol örneğine göre düşük skorlar almış; içeriğinde karabuğday unu olan örnek, diğer glütensiz karışımlara göre duyuşal açıdan daha yüksek skorlar almıştır.

Hatipoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmada, %0-30 aralığında patates unu ve %1-3 aralığında gam (guar gam) eklenmesinin glütensiz ekmek kalitesi üzerinde etkisi araştırılmış, ekmeklerin fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiş, ayrıca üretilen ürünler, glütensiz hazır karışım ve buğday unuyla üretilen ekmeklerle kıyaslanmıştır. Glütensiz ekmek formülasyonlarında pirinç unu, mısır unu, patates unu, nohut unu, mısır nişastası farklı oranlarda kullanılarak ekmek üretimi yapılmıştır. Çalışmada, ham madde analizleri de yapılmış, diğer hammaddelere kıyasla protein ve lif bakımından en yüksek değerlerin nohut ununda, daha yüksek oranda kül içeriğinin ise patates ununda olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada glütensiz ekmek numunelerinde patates unu ve guar gam niceliğinin artması ile su tutma kapasitesinin de arttığı görülmüş; bununla birlikte ürün nem değerlerinin de artmakta olduğu saptanmıştır. Patates unu ve gam eklenmesinin ekmeğin raf ömrü boyunca depolama sürecinde normal ekmeğe benzer özellikte ve hazır karışım ekmeğe göre daha yumuşak ekmek reolojisi görülmüş, patates ununun glütensiz ekmeklerde bayatlamayı geciktirdiği sonucuna varılmıştır. Gam eklenmesinin ekmek hamurunun duyuşal ve reolojik nitelikleri üzerinde etkili olduğu bulunmuş, duyuşal analiz sonucu incelendiğinde glütensiz ekmek formülasyonları kabul edilebilir bulunmuş, %2 veya %3 oranında gam katkısı ile patates ununun birlikte kullanımının tat ve genel beğeni açısından daha makul olduğu görülmüştür.

Barışık ve Tavman, (2018) tarafından yapılan çalışmada, pirinç temelli glütensiz ekmek üretiminde farklı nispetlerde nohut unu kullanılmasının imal edilen örneklerle etkisi irdelenmiştir. Glütensiz ekmek üretiminde genel ekmek formülasyonu temel alınarak esmer pirinç unu (0.5 mm'lik elekten geçebilecek şekilde öğütülen), patates nişastası, nohut unu, ayçiçek yağı, maya, ksantan gum, tuz, şeker ve su (her karışımda sabit oranda) kullanılmıştır. Ekmekler hamur fermentasyon yöntemiyle üretilmiş, esmer pirinç unu/patates nişastası/nohut unu oranı sırasıyla 50:50:0, 40:40:20, 30:30:40, 20:20:60 şeklinde kullanılmıştır. Ekmek örneklerinin nem içeriği incelendiğinde %49.83-51.09 arasında değer aldığı görülmekle birlikte; sadece esmer pirinç unu ve patates nişastasından üretilen ekmeğin nem oranı en yüksek bulunurken, %40 nohut unu içeren

örnekte nem en düşük bulunmuş; nohut unu ilavesinin protein ve kül oranının yanı sıra L*, a* ve b* değerlerini de artırdığı tespit edilmiştir. Yapılan duyuşsal analiz sonucu %40 nohut unu içeren örnek en yüksek skorları alırken, %0 nohut unu içeren kontrol örneği en düşük puanları almıştır.

Kunt (2018), pirinç ve mısır nişastası (%35:35 oranında) kullanımı ile elde edilen glütensiz bisküvilerin, besinsel içeriğini zenginleştirmek amacıyla karabuğday, nohut ve keçiyoynuzu unu ilaveleri (%30), yapısını geliştirmek için ise transglutaminaz (%0.5) ve sodyum aljinat (%0.2) katkıları kullanılarak ürettikleri bisküvi numunelerinin kimyasal, fiziksel, besinsel, tekstürel ve duyuşsal niteliklerini irdeledikleri çalışmada, nohut unu kullanılan bisküvilerde sarılık (b*) değerinin en yüksek, keçiyoynuzu unu kullanılan örneklerde ise b* değerinin en düşük, a* değerinin en yüksek olduğu; karabuğday ve nohut unu eklenmiş bisküvilerin en yüksek parlaklık (L*) değerini taşıdığı görölmüşür. Nohut unu eklenmesiyle üretilen numunelerde kül ve protein içeriğinin en fazla olduğu tespit edilmiş, katkı ilavesinin önemli bir değişikliğe sebebiyet vermediği görölmüşür. Keçiyoynuzu ilaveli bisküvilerin en yüksek, nohut unu ilaveli örneklerin ise en düşük su aktivitesi değerine sahip olduğu saptanmakla birlikte, duyuşsal bakımdan en çok karabuğday unu ilaveli katkı maddesi kullanılmayan bisküviler beğenilmiştir.

Serin (2018), pirinç ve mısır unu (%50:50 oranında mısır-pirinç) karışımıyla üretilen makarna örneğinin kontrol grubu olduğu çalışmada, %70 mısır-pirinç+%30mercimek, %70mısır-pirinç+%30nohut, %70mısır-pirinç+%30kinova ve %70mısır-pirinç+%30 karabuğday unu, ayrıca ksantan gam, guar gam, hidroksipropil metil selüloz (HPMC) ve keçiyoynuzu gamı olmak üzere 4 farklı gam kullanımıyla üretilen makarna örneklerinde; kül ve protein miktarı en az kontrol grubunda (%100 mısır-pirinç karışımı), en fazla ise %70 mısır-pirinç+%30 nohut karışımı örneğinde görölmüşür. %70-mısır pirinç+%30 karabuğday unu karışımından üretilen örneklerde ise yağ miktarı en fazla bulunurken, en az %100 mısır-pirinç karışımı örneklerinde tespit edilmiştir.

Büyükeren (2019), glütensiz tandır ekmeği üretiminde; bazı baklagil unlarının (nohut, soya ve fasulye unu) kullanıma olanaklarını araştırdığı çalışmada, kontrol numunelerinin mısır ve pirinç unu karışımından (50:50 oranında) olduğu; glütensiz ürünlerin üretiminde baklagil unlarının değişen oranlarda (%0-40) ürün formölasyonuna eklendiği; hidrokolloid olarak guar gam kullanıldığı ve yapılan analizler sonucu, üretilen örneklerde baklagil unu oranlarının artmasıyla örneklerin kül, protein, yağ ve fitik asit içeriklerinde de artış olduğu tespit edilmiştir.

Hayıt ve Gül (2019) yaptıkları çalışmada, yanıt yüzey yönteminden faydalanılarak mısır unu, pirinç unu, patates nişastası ve mısır nişastası ile glütensiz bisküvi formülasyonları üretilmiş, her formülasyonda patates nişastası kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, pirinç ununun miktarının değiştirilmeyip, mısır nişastası miktarının %10 üzerine çıkarılmasının, kabul edilebilirliği olumsuz yönde etkilediği görülmüş; %40 pirinç unu, %8 mısır unu, %45 patates nişastası ve %7 mısır nişastası içeren formülasyon ile kabul edilebilir düzeyde glütensiz bisküvi üretebileceği bildirilmiştir.

Lima vd. (2019), sadece nohut unu kullanılarak makarna hamuru geliştirmek ve kimyasal, teknolojik, duyuşal özelliklerini araştırmak için yaptıkları çalışmada, buğday unu (%61.9) ve yumurta (%39.1) kullanılarak kontrol numunesi ve çiğ nohut unu (%65.7), yumurta akı (%34.3) kullanılarak glütensiz nohut makarnası üretilmiştir. Araştırma sonucunda, nohut unundan yapılan glütensiz makarnanın kontrol örneğine göre %37.3 daha az yağ, %53.8 daha fazla protein ve %166.5 daha fazla diyet lifi içerdiği görülmüştür. Yapılan duyuşal analiz sonucu, nohut unu kullanılarak üretilen makarna kabul edilebilir bulunmuştur.

Mutlu vd. (2019), çiya, amarant, kinoa ve karabuğday unlarından yararlanılarak glütensiz kek üretiminin gerçekleştirildiği ve bunların üretilen ürüne etkilerinin (kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikler) araştırıldığı çalışmada, kek üretiminde mısır (%45) ve pirinç (%45) nişastaları ayrıca tam tane şeklinde öğütülmüş tahılsızlar (%10) kullanılmış; üretilen kek örnekleri, glüten içeren normal un ile üretilen ve glüten ihtiva etmeyen ticari karışım ile üretilen kek örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Kek üretiminde, un ve nişastalar dışında yumurta, şeker, ayçiçek yağı, kabartma tozu ve vanilya kullanılmış, kek karışım formülasyonu standart formülasyondan düzenlenmiştir. Kek örnekleri irdelendiğinde, antioksidan aktivite değerlerinin 74.76-395.48 mg TE/kg arasında değişmekle birlikte, en yüksek değer glütensiz un karışımı ile üretilen örneklerde, en düşük değer ise amarant ve kinoa ihtiva eden örneklerde görülmüştür. Su aktivitesi ise 0.72-0.77 arasında değişmekle birlikte en yüksek amarant tohumu ihtiva eden örnekte, en düşük ise ticari glütensiz un karışımı örneklerinde tespit edilmiştir. Araştırmada, yapılan duyuşal analiz sonucu glütensiz örnekler kendi aralarında değerlendirildiğinde, tahılsız katkılı örnekler, ticari un karışımlı örneğe göre genel beğeni bakımından daha iyi bulunmuştur.

Yıldırım ve Şahin Nadeem (2019) tarafından yapılan çalışmada; nohut, fasulye, kestane unları pirinç unu ile farklı oranlarda (0:100, 25:75, 50:50) formüle edilerek glütensiz ekmek örnekleri imal edilmiş, sadece pirinç unu kullanılarak üretilen ekmek kontrol örneğini oluşturmuştur. Çalışmada, un analizleri de yapılmış, en yüksek protein

değerleri fasulye ve nohut unu örneklerinde tespit edilmiş ve protein değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonucunda, üretilen glütensiz ekmeklerin tamamı kabul edilebilir bulunmuş, kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı kestane-pirinç (25:75) unu karışımından üretilen ekmek almıştır.

Arcangelis vd., (2020), karabuğday unu ve/veya diğer unlarla (mısır ve pirinç unu) kombinasyon yapılarak emülgatör, stabilizatörler (yağ asitlerinin monogliseritleri, propilen glikol aljinat ve/veya keçiyoynuzu ve guar unu) ile birlikte uygun teknolojiler (unun jelatine edilmesi) de kullanılarak makarna üretimi amaçlanan çalışmada, jelatinleştirilmiş un karışımı (karabuğday, pirinç ve mısır unu sırasıyla %49.7, %14.9 ve %34.8 oranlarında) %0.1 propilen glikol aljinat, %0.5 monogliserit yağ asitleri formülüyle daha iyi besin ve pişirme kalitesine sahip glütensiz makarnaların üretilebileceği tespit edilmiştir.

Necheporuk vd. (2021), nohut unu kullanılarak glütensiz ürün üretme amacıyla yapılan çalışmada, birinci sınıf buğday unu ve/veya nohut unu kullanılarak formülasyona göre değişmekle birlikte; limon kabuğu, kimyon ve patates nişastası ilaveleri ile çeşitli pankek örnekleri üretmişlerdir. Çalışmada, nohut unu ve buğday unu kimyasal bileşimleri açısından karşılaştırılmış, nohutunun buğday ununa göre daha fazla protein, yağ ve daha az karbonhidrat içerdiği görülmüştür. Yalnızca buğday unu kullanılarak üretilen pankek kontrol örneğini oluşturmuş ve bu örneğin formülasyonuna şeker ilave edilmiştir. Diğer 4 örneğin birinde buğday unu/nohut unu (50:50) ve diğerlerinde sadece nohut unu kullanılarak çeşitli formülasyonlarda ürünler üretilmiştir. Tüm örneklerde yumurta, yağ, tuz ve un miktarları aynı olmakla birlikte, formülasyona göre patates nişastası, kimyon veya limon kabuğu ilavesi yapılmıştır. Yapılan organoleptik değerlendirme sonucunda; en yüksek göstergeleri sadece nohut unu kullanılan ve limon kabuğu ilavesi yapılan formülasyon almış, limon kabuğu ilavesinin artırılması son ürünün organoleptik özelliklerinde bozulmalara yol açmıştır. Kimyon veya patates nişastası ilavesinin ürünlerde önemli değişikliklere neden olmadığı, nohut unundan yapılan pankeklerde mineral miktarlarının önemli derecede arttığı görülmüştür.

Pelivanoğlu vd. (2021), çalışmalarında; nohut, mısır, pirinç, kinoa ve karabuğday unlarını tek halde ya da karışım olarak kullanarak, çölyak hastaları için glüten içermeyen tuzlu kek örneklerini buğday unu kullanılarak üretilen kontrol örneği ile mukayese etmişlerdir. Kek hamurları değerlendirildiğinde, en yüksek protein değerine tek nohut unu, en düşük protein değerine ise tek mısır unu kullanılarak yapılan hamurun sahip olduğu görülmüştür. Kek örnekleri incelendiğinde, en yüksek kül değerine tek kinoa unu kullanılarak üretilen, en düşük kül değerine ise tek karabuğday unu kullanılarak üretilen

örneklerin sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmada, tek karabuğday unu kullanılarak üretilen örneğin nem içeriğinin en yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan duyu analizi sonucu, mısır unlu kek birçok duyu nitelikte kontrol örneğine en yakın örnek olarak tespit edilmiştir.

Santos vd. (2021), nohut unu ve psyllium ilavesinin glütensiz ekmek üretiminde duyu kabul edilebilirlik, kalite aynı zamanda tokluk ve glisemik indekse etkisini inceledikleri çalışmada, toplam 4 formülasyondan kontrol örneği pirinç unu ve manyok nişastası (75:25) ile hazırlanmış, bununla birlikte aynı oranlarda pirinç unu yerine nohut unu kullanılarak ikinci örnek hazırlanmış; bu iki örnekte de %0.3 ksantan gum ve %0.3 karboksimetil selüloz kullanılmıştır. Diğer iki örnekte ise aynı oranlarda aynı unlar kullanılarak %5.5 psyllium kullanılmıştır. Diğer bileşenler dört formülasyon için aynı oranlarda kullanılmış ve ekmekler aynı işlemlerle üretilmiştir. Çalışma sonucunda, pirinç unu yerine nohut unu kullanıldığında somun hacminin, tekstürünün ve kalitesinin olumlu yönde etkilendiği, tat ve aroma açısından değişiklik olmadığı, genel kabul edilebilirliğin arttığı görülmüştür. Aynı zamanda protein ve diyet lifi oranında da artış görülmüş dolayısıyla glisemik indeksinde azalma olurken tokluk indeksinde artma gözlenmiştir. Psilyum eklenmesi kontrol örneği ile karşılaştırıldığında örneklerin fiziksel özelliklerini hafif düzeyde değiştirmesinin yanında kabul edilebilirliğini etkilememiştir. Bununla birlikte psilyum ve nohut unu kombinasyonunun, örneklerin hamur kıvamı ve tüm parametreleri değerlendirildiğinde olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Şahin vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, leblebi imal edilirken yan ürün olarak oluşan kırık leblebiler un haline getirilerek değişen oranlarda (ağırlık üzerinden %10-20-30-40-50-60) ticari glütensiz un karışımına eklenerek glütensiz eriştelere üretilmiş, eriştelerin besinsel nitelikleri ve pişme kaliteleri incelenmiştir. Kontrol erişte örnekleri üretiminde ticari glütensiz un (un içeriği: pirinç unu, mısır nişastası, ksantan gam, guar gam, karboksimetil selüloz, sodyum bikarbonat ve sodyum pirofosfat), yumurta, tuz ve su kullanılmıştır. Diğer örneklerde ise toplam un miktarı üzerinden glütensiz ticari un, artan oranlarda azaltılarak yerine leblebi unu ilave edilen unlar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, formülasyonda kırık leblebi un oranının artmasına bağlı olarak örneklerin kül içeriklerinin önemli ölçüde azaldığı, suda çözünür protein değerinin ise arttığı görülmüştür. Kırık leblebi un ilave oranının artması ile örneklerin L* değerinde azalma, a* ve b* değerlerinde artma gözlenmiştir.

Masoodi vd. (2023), farklı oranlarda karabuğday ve badem unu kullanarak (karabuğday unu:badem unu; 100:0, 90:10, 80:20, 70:30) ürettikleri glütensiz bisküvilerin, fizikokimyasal, fonksiyonel, reolojik, pişme özellikleri ve antioksidan

aktivitelerini inceledikleri çalışmada, her formülasyona %0.5 oranında karboksimetilselüloz eklemişlerdir. Çalışma sonucunda, badem unu ilavesinin artışı ile birlikte glütensiz bisküvilerin nem, lif, protein ve yağ içeriklerinin de arttığı gözlenmiş ve nem içeriğinin artmasının, badem unundaki yüksek lif içeriğinin su emme kapasitesini arttırmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Çalışmada, %80 karabuğday ve %20 badem unu ile formüle edilen kurabiyelerin genel kabul puanının en yüksek olduğu görülmekle birlikte karabuğday unu ilavesindeki artış ile lezzet skorundaki azalmanın, karabuğdaydaki acı tada sahip flavonoidlerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Öncel (2023) tarafından yapılan çalışmada, mısır nişastası (%70) ve glütensiz buğday nişastası (%30) karışımına %4 HPMC (hidroksipropil metil selüloz)-KG (ksantan gam) ilave edilerek elde edilen kontrol grubu glütensiz ekmek örneklerine, %10, %20, %30 oranlarında Tip II dirençli nişasta ve baklagil unları (haşlama ve mikrodalga pişirme metotları ile hazırlanan mercimek, nohut ve bezelye unu) ilave edilmiş; örnekler, çeşitli özellikler ve duyuşal değeriendirme bakımından irdelenmiştir. Çalışma sonucunda, %30 mercimek unlu ekmeklerin toplam fenolik madde, antioksidan kapasite değeri niteliklerinde en yüksek skoru aldığı görülmekle birlikte; yapışkanlık ve elastikiyet nitelikleri bakımından en düşük değeri kontrol grubu örneklerinin aldığı; hem haşlama hem de mikrodalga metodları ile hazırlanan dirençli nişasta-baklagil unu kullanım oranı arttıkça, yapışkanlık ve elastikiyette de artışlar olduğu tespit edilmiştir.

1.10. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada yapısında doğal olarak glüten ihtiva etmeyen karabuğday unu, patates unu ve nohut kullanılarak glütensiz siron örnekleri üretilmesi amaçlanmıştır. Simplex lattice mixture model yöntemi ile farklı konsantrasyonlarda glütensiz un çeşitleri kullanılarak üretilen glütensiz siron örneklerinin duyuşal özellikleri anlamında en beğenilen ürün için optimizasyon değışkenlerinin belirlenmesi ve bazı fizikokimyasal, biyoaktif, beslenme ve duyuşal özellikleri üzerine çalışılması hedeflenmiştir. Ham maddesi buğday unu, su ve tuz olan geleneksel gıda siron, bu çalışma neticesinde glütensiz olarak üretilecek olup glütensiz diyet gerektiren tıbbi durumlarda ayrıca bu durumlardan bağımsız olarak glütensiz ürün tercih edilmesi durumda da tüketilebilecektir. Bununla birlikte elde edilen bulgularla buğday unu kullanılarak üretilen sirona alternatif üretilen glütensiz siron örneklerinin, besin değeri bakımından daha üstün nitelikte olması ve glütensiz besin çeşitliliğine katkıda bulunması hedeflenmiş ayrıca çalışılmamış bir konu olması dolayısıyla gıda endüstrisine ve literatüre katkıda bulunması amaçlanmıştır.

1.11. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma, yapısında doğal olarak glüten ihtiva etmeyen 3 farklı un çeşidinin (karabuğday, patates, nohut) çeşitli oranlarda kullanılması ve glüten ikame edici ürün olarak her örneğe aynı oranda psyllium tohumu tozu eklenerek geleneksel metotta siron hamurunun hazırlanması ve daha sonraki aşamalarda geleneksel siron üretiminden farklı olarak hamurun yufka halinde açıldıktan sonra, bu yufkanın sac üzerinde pişirilmeden çiğ olarak gevşek biçimde katlanması ile oluşan şeritlerin 1-2 cm uzunluğunda kesilmesi ile etüvde pişirilerek kurutulması yöntemiyle üretilen siron örneklerinin teknolojik, fizikokimyasal ve besin değeri açısından farklılıklarının incelenmesini kapsamaktadır.



2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Cihazlar

Kullanılan cihazlar, analiz metotlarında verilmiştir.

2.2. Deneyisel Çalışmada Kullanılmış Olan Kimyasallar

Deneyisel çalışmada kullanılmış olan çözelti ve kimyasal maddeler, Merck ve Sigma firmaları tarafından üretilmiş olup; analitik saflıktadır.

2.3. Çözeltilerin Hazırlanması

Çalışma sırasında kullanılan çözeltiler TS 545'e göre hazırlanmıştır (TS 545, 2020).

2.4. Siron Örneklerinin Hazırlanması

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan siron örnekleri üretiminde simplex lattice karışım deneme tasarımı kullanılmış, 3 faktörlü (karabuğday, nohut ve patates unu) siron üretim dizaynı oluşturulmuş ve siron örneklerinin üretimi, araştırmacı tarafından yapılmıştır. Siron örneği formülasyonu, örneklerde kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Glütensiz siron üretim formülasyonu

Malzeme	Miktar (g)
Hamur Unu	700
Yufka Açma Unu	210
Su	400
Tuz	8.5
Karıyarık Otu Tohumu Tozu	8.5

Glütensiz sironların üretimi, simplex lattice karışım dizaynına göre gerçekleştirilmiştir. Glütensiz siron üretimi için oluşturulan simplex lattice karışım dizaynı, Tablo 2'de gösterilmiştir. Bununla birlikte, buğday unu, su ve tuz kullanılarak üretilen Gümüşhane Sironu yerel ticari satıcıdan (Gökçe Yufka) temin edilmiştir.

Tablo 2. Glütensiz siron üretimi için oluşturulmuş simplex lattice karışım dizaynı

Gözlem	Sıralama düzeni	Çalışma düzeni	Tekrar	Karabuğday Unu	Patates Unu	Nohut Unu
S1	1	1	1	1	0	0
S2	2	8	1	0.75	0.25	0
S3	3	5	1	0.75	0	0.25
S4	4	13	1	0.5	0.5	0
S5	5	6	1	0.5	0.25	0.25
S6	6	14	1	0.5	0	0.5
S7	7	15	1	0.25	0.75	0
S8	8	3	1	0.25	0.5	0.25
S9	9	10	1	0.25	0.25	0.5
S10	10	12	1	0.25	0	0.75
S11	11	2	1	0	1	0
S12	12	7	1	0	0.75	0.25
S13	13	4	1	0	0.5	0.5
S14	14	11	1	0	0.25	0.75
S15	15	9	1	0	0	1

2.4.1. Unların Hazırlanması

Siron hamuru hazırlamak ve bu hamurdan yufka açmak için karabuğday, patates ve nohut unu simplex lattice karışım dizaynı metoduna uygun olarak farklı çeşit ve oranlarda kullanılmış, üretilecek örneğe uygun un karışımı hazırlanırken kullanılacak un çeşitleri homojen bir biçimde karıştırılmıştır.



Şekil 4. Un karışımlarının hazırlanması ve homojen bir biçimde karıştırılması

Hazırlanan un karışımları Tablo 1’de görüldüğü üzere hamur unu ve yufka açma unu olarak ayrılmıştır. Hamur unu için ayrılan karışıma ayrıca Tablo 1’de belirtilen miktarlarda karnıyarık tohumu tozu ve tuz eklenerek homojen bir biçimde karıştırılmıştır (Şekil 4).

2.4.2. Hamurun Hazırlanması

Siron hamuru hazırlanması amacıyla Tablo 1’de gösterildiği üzere ılık içme suyu kullanılmış, üretilcek siron örneği hamuruna ilişkin un karışımına yavaş yavaş ılık su ilave edilerek aynı zamanda 5 dakika boyunca yoğrulmuştur.



Şekil 5. Siron hamurunun hazırlanarak bezelere ayrılması ve dinlendirmesi

Yoğrulan hamur ufak bezeler halinde kesilmiş ve üzeri gıda ile temasa uygun polietilen plastik filmle kapatılarak, yufka açımına hazırlamak amacıyla 15 dakika boyunca dinlendirilmiştir (Şekil 5).

2.4.3. Yufkaların Açılması

Dinlendirilen hamur bezeleri aynı dizayn için hazırlanan açma unu kullanılarak oklava yardımıyla açılmış; yufkanın kurummasının önlenmesi amacıyla açılan yufkalar bekletilmeden siron hazırlama aşamasına geçilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Siron yufkasının açılması

2.4.4. Sironların Hazırlanması

Siron hazırlama aşamasında; açılan yufkalar geleneksel siron üretiminde önlü arkalı kısa süreli pişirilerek sarılmakta ve daha sonra kesilmekte ve son olarak kurutulmakta iken; bu çalışmada, açılan yufkalar pişirilmeden gevşek şekilde sarılarak katlanmış ve 1-2 cm uzunluğunda kesilmiştir (Şekil 7). Bu yöntemin kullanılmasının nedeni, yapılan ön denemelerde glüten içermeyen yufkaların kısa süreli pişirme esnasında bütünlüğünü kaybederek dağılması, aynı zamanda yufkanın ısı ile birlikte sertleşerek katlanma özelliğini kaybetmesidir. Kesilen glütensiz örnekler daha sonra ürünün homojen bir biçimde pişmesi ve kurumasını sağlamak; aynı zamanda şeklinin de korunması amacıyla yufka katları arasında yapışma olmaması için tekrar el ile düzeltilip kontrol edilerek pişirme ve kurutma aşamasına geçilmiştir.



Şekil 7. Siron yufkasının kıvrılarak kesilmesi ve pişirmeye hazır hale getirilmesi

2.4.5. Pişirme ve Kurutma

Hazırlanan sironlar kesik kısımları üste gelecek ve ısıнын ürünler üzerinde homojen biçimde dağılmasını sağlamak amacıyla aralarında boşluklar olacak şekilde tepsiye dizilmiştir (Şekil 8). Dizilen sironlar 180 °C etüvde 40 dk pişirilmiştir. Bu aşamadan sonra pişirilen örnekler 70-75 °C’de 3 saat etüvde bekletilerek kurutma işlemi tamamlanmış, ardından örnekler aynı tepside soğumaya bırakılmıştır.



Şekil 8. Pişirilerek kurtulmak üzere tepsiye dizilen sironlar

2.4.6. Ambalajlama ve Depolama

Soğuyup kuruyan sironlar, gıda ile temasa uygun içine kağıt havlu serilmiş polietilen tereftalat kutulara dizilerek ambalajlanmış, oda sıcaklığındaki uygun ortamda depolanmıştır (Şekil 9).



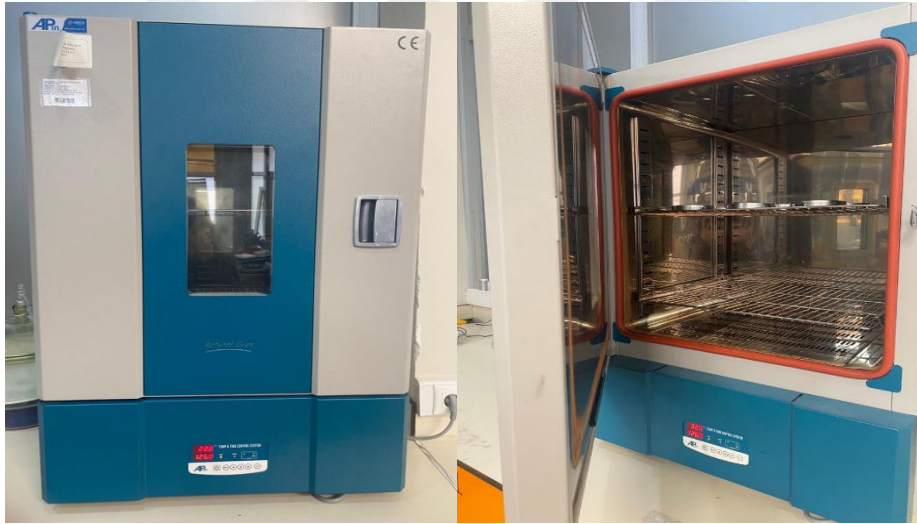
Şekil 9. Depolanmak üzere ambalajlanan kuru sironlar

2.5. Örneklerin Analiz İçin Hazırlanması ve Analizler

Siron örnekleri analiz amacıyla laboratuvar blenderi (Arçelik K 8020 tip Lal Blender) kullanılarak öğütme işlemi yapılmış ve öğütülen örnekler 1 mm elekten geçirilmiştir. Örnekler, ağzı kilitli poşetlere konarak, kuru ortamda analizleri yapılincaya kadar saklanmıştır.

2.5.1. Rutubet Analizi

Rutubet analizi için alüminyum kaplar, önceden 103 ± 1 °C’de Dahian (Samheung Energy, Kore) marka etüv içerisinde kurutularak içerisinde nem alıcı madde bulunan desikatöre yerleştirilmiştir (Şekil 10). Hassas terazi (Ohaus, 220 g, USA) ile tartılmış; daraları alınan alüminyum kaplara homojen hale getirilen siron örneklerinden 5'er gram tartılmıştır. Etüv içerisinde 103 ± 1 °C’de 4 saat kurutulduktan sonra sabit tartıma erişinceye kadar kurutma işlemi sürdürülmüştür. Kurumadan önceki ve sonraki değerlere bakılarak % rutubet oranları hesaplanmıştır (TS 3190, 2021).



Şekil 10. Rutubet analizinin yapıldığı etüv

2.5.2. Kül Miktarı Analizi

Porselen kül kapları, Nevola marka kül fırınında 550 ± 25 °C’de önceden kurutularak sabit tartıma getirilmiş ve yaklaşık olarak 200 °C sıcaklığa soğutulmuştur. Daha sonra, nem alıcı madde bulunan desikatöre yerleştirilmiştir. Daraları alınan kül kaplarında, öğütülen siron örneklerinden 2.5 g tartılmıştır. Çeker ocak içinde bunzen beki vasıtası ile bütünüyle duman çıkma işlemi bitinceye kadar örneklerle ön yakma işlemi tatbik edilmiştir. Kül fırınında (Nevola Marka, Ankara, Türkiye) (Şekil 11) 550 ± 25 °C’de 4 saat boyunca yakma işlemi uygulandıktan sonra, sabit tartıma erişinceye kadar yakma işlemi

sürdürülmüştür. Yakma işleminden önce ve sonraki değerlere bakılarak % kül miktarı hesaplanmıştır (TS 5000, 2010) (Şekil 11).



Şekil 11. Kül tayini

2.5.3. Protein Miktarı Analizi

Analiz için kjeldahl tüplerine öğütülüp homojen hale getirilen siron örneklerinden 1.0 g tartılmış ve üzerine 20 mL derişik H_2SO_4 eklenmiştir. Bir tablet katalizör (Se + K_2SO_4) konularak Kjeldahl yakma ünitesine (Gerhardt vapodest, Gerhardt GmbH & Co. KG, Germany) yerleştirilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Protein analizi ve yakma işlemi

Çalıştırılan cihaz içerisinde 400 °C’de bütünüyle berrak duruma gelinceye kadar yaklaşık olarak 4 saat yakılmış ve soğuma sonrası Kjeldahl destilasyon ünitesine konulmuştur. % 4.0 H_3BO_3 çözeltisi ve 5 damla protein indikatörü 500 mL’lik erlene eklenmiştir. % 40’lık NaOH çözeltisi Kjeldahl tüpüne yavaşça eklenerek 15 damıtma

işlemi tatbik edilmiştir. % 4.0 H₃BO₃ çözeltisi toplanan amonyak 0.1 N HCl çözeltisiyle titre edilmiştir. Hesap edilen azot miktarı 6.25 faktörü ile çarpılarak toplam % protein bulunmuştur (TS 1620, 2016).

2.5.4. Yağ Miktarı Analizi

Analizde yağ analiz cihazı olarak Hanon sox406 marka (Hanon, Jinan, China) cihaz kullanılmıştır (Şekil 13). 2.5 g öğütülüp homojenleştirilen siron örneklerinden tartım yapılarak selüloz yağ kartuşlarına konulmuş; üzerleri hidrofıl pamuk ile kapatılmıştır. Cihaza ait alüminyum kaplar, 103±1 °C’de kurutulup sabit tartıma getirilerek desikatöre yerleştirildikten sonra daraları alınmıştır. Kartuş ve yağ toplama kapları cihaza konulmuş ve toplama kaplarına 30 mL petrol eteri eklenmiştir. Cihaza ait soğutma suyu açılıp, cihaz 70 °C’ye ayarlanarak 4 saat süre ile çalıştırılmıştır. Çalıştırılan süre sonu itibariyle kartuşlar çıkarılarak petrol eteri uzaklaştırılmıştır. Sabit tartıma gelinceye kadar içerisinde yağ bulunan kaplar 103 °C’de tutulmuştur. İşlemden öncesi ve sonrasındaki değerlerden yararlanılarak % ham yağ oranı hesaplanmıştır (TS EN ISO 11085, 2016).



Şekil 13. Yağ analizi

2.5.5. Karbonhidrat Miktarının Hesaplanması

Karbonhidrat, yağ ve protein bileşimleri stokiyometrik olarak organik CHN (karbon, hidrojen, azot) muhtevası ile bağlantılıdır. Dolayısı ile kül ve toplam biyokütlenin elemental CHN analizleri, kalorik değerinin ve yakın biyokimyasal bileşimin hesaplanması amacı ile kullanılır. Protein, yağ, kül ve rutubet içeriklerinin toplam miktarı yüzden çıkarılmak üzere genel karbonhidrat miktarı hesabı yapıldı (AOAC, 1990).

2.5.6. pH Tayini

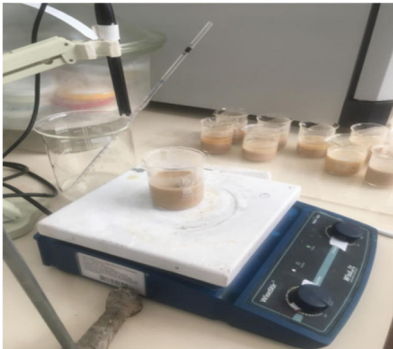
Homojen siron örneklerinden 10.0 g tartılıp, 100 mL distile su ilave edilerek manyetik karıştırıcı yardımıyla 5 dakika boyunca karıştırılmış; çözelti, whatman filtre kâğıdından süzölmüştür. 20 °C’de süzöntünün pH’sı pH metre (Ohaus Starter 3000, USA) (Şekil 14) yardımıyla öölçölmüştür (TS 1728 ISO 1842, 2001).



Şekil 14. pH tayini

2.5.7. Asitlik Derecesi Tayini

Kuru ve temiz kapaklı erlen içine 10.0 g siron örneği tartılarak üzerine 20 °C’de 50 mL %67’lik nötr duruma getirilmiş etil alkol ilave edilmiş ve beş dakika boyunca güçlü bir biçimde çalkalanmıştır.



Şekil 15. Asitlik tayini

Daha sonra süzgeç kağıdı yardımı ile süzölmüştür. Süzöntüden 10 mL alınmış ve üzerine damıtık su eklenerek rengi açılmıştır. Birkaç damla fenolftalein indikatör çözöltisi eklenerek sabit duran pembe renk ortaya çıkana kadar 0.1 N sodyum hidroksit çözöltisi

ile titrasyon yapılmıştır. Çalışmada, karıştırma işlemi için manyetik karıştırıcı kullanılmıştır. Sarfiyat ayarlı çözeltinin miktarı, 5 ile çarpılarak siron örneklerinin asitlik derecesi hesap edilmiştir (Şekil 15) (TS 2282, 2004).

2.5.8. Mineral Madde Analizi

Kül haline getirilmiş siron örneklerine 1.0 mL %37'lik H_2O_2 çözeltisi ve 7.0 mL % 65'lik derişik HNO_3 eklenmiş ve 15 dk bekleme süresi sonrasında bütünüyle çözülmüş olan kül çözeltisi bidistile saf su ile hacimleri işaret çizgisine kadar 50 mL balonjojeye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler 25 mL'lik enjektörlerin ucuna geçirilmiş olan 0.45 mikronluk şırınga ucu filtreden geçirilerek 100 mL'lik plastik kaplara alınmış ve MP-AES cihazında (MP-AES 4200 Agilent Technologies, Melbourne, Australia)) analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Mineral madde tayini

Fe, Mn, Cu, Co, Cr, Ni, Cd, Pb, Na, K, Ca, Mg, Al, Zn 1000.0 mg/L'lik ana stok çözeltilerden 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 ve 5.0 $\mu\text{g/mL}$ çalışma standart çözeltileri hazırlanmıştır. Hem standartların hem de siron örneklerinin MP-AES cihazında okuması yapılmıştır (NMKL 170 ve NMKL 161).

2.5.9. Renk Analizi

Renk ölçüm cihazı (Konica Minolta CR-300 (Minolta Osaka, Japan)) kalibrasyon plate ile kalibre edilmiştir (Şekil 17). Homojen haldeki siron örnekleri, 50 mm çapındaki petri kaplarına konulmuş, ardından cihaz üzerlerine oturtularak renk değerlerinin okuması sağlanmıştır. Renk koordinatları olan a^* , b^* değerleri ile parlaklık değeri L^*

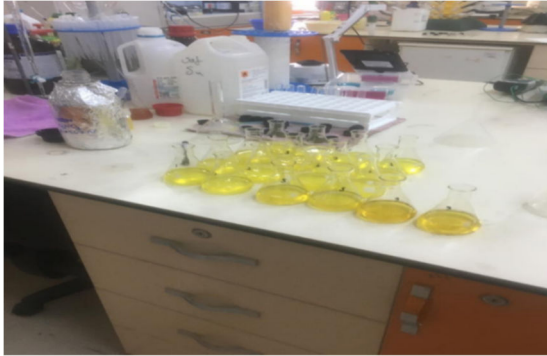
saptanmıştır. Ölçümlerde L^* değeri, 0 ve 100 (siyah ve beyaz) arasındaki aydınlık derecelerini göstermekte iken; “a değeri” gıda maddesinin kırmızılığını veya yeşilliğini, “b değeri” ise sarı veya maviliğini gösterir. a^* , b^* ve L^* değerlerinden faydalanılarak ΔE^* renk farkı değeri hesaplanmıştır (Quek vd., 2007).



Şekil 17. Renk analizi

2.5.10. Tuz Tayini

Homojen haldeki siron örneklerinin 5.0 g olacak şekilde 250 mL’lik beherlere tartımı yapılmış; su eklenerek kaynayıcaya kadar manyetik ısıtıcıda ısıtılarak 10 dk tutulmuştur.



Şekil 18. Tuz Tayini

Daha sonra soğutularak 250 mL’lik balonjojeye hacmi tamamlanmış ve süzgeç kağıdı kullanılarak süzölmüştür. Süzöntüden 50 mL erlene konulmuş; aynı şekilde diğer bir erlene 50 mL saf su konulmuş ve %5’lik K_2CrO_4 çözeltisi 8-10 damla olacak şekilde üzerlerine ilave edilmiştir. 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile sabit kiremit kırmızısı rengi

görülünceye kadar titre edilmiştir (Şekil 18). Siron örnekleri ve kör deneme için kullanılan sarfiyatlardan faydalanılarak % tuz miktarı hesaplanmıştır (TS 3190, 2021).

2.5.11. Fonksiyonel Analizler

Fonksiyonel analizlerde Shimadzu UV 1800 (Shimadzu, Japan) marka spektrofotometre kullanılmıştır. Siron örnekleri, Shimadzu ATX224R serisi terazi kullanılarak 2.5 g tartılmıştır. Tartılan örneklerin üzerine 25 mL %20'lik metanol çözeltisi eklenerek ultrasonik banyoda 30 dakika bekletilmiş ve çözeltiler filtreden (0.45 mikron) geçirilmiştir.

2.5.11.1. Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi (DPPH) Analizi

Süzülmüş siron örneklerinden ağzı conta kapaklı tüplere 100 µL konulmuş; üzerlerine DPPH çalışma çözeltisi (absorbansı 517 nm 0.980±0.02 ayarlanan) 3000 µL ilave edildikten sonra karıştırılmış ve ardından 30 dk bekletilmiştir. 100 µL metanol kör olarak kullanılmış; spektrofotometrenin metanol ile sıfır ayarı yapılmış; daha sonra örneklerin ve standartın 517 nm'de absorbansı okunmuştur. Metanolde askorbik çalışma çözeltisi 25.0, 50.0, 100.0, 150.0, 200.0 ve 250.0 µg/mL olarak hazırlanmıştır. Ek 1'deki kalibrasyon grafiği $y = -0.0081x + 0.6373$, $R^2 = 0.9963$ oluşturulmuştur. Siron örneklerindeki radikal temizleme aktivitesi sulandırma oranı ve kalibrasyon grafiği yardımıyla AA eşdeğeri mg/100 g ve % inhibisyon cinsinden hesaplanmıştır (Yüksel vd., 2022).

2.5.11.2. Toplam Antioksidan Madde (TAK) Analizi

Süzülmüş siron örneklerinden ağzı conta kapaklı tüplere 500 µL konulmuş; 500 µL saf su kör çalışma için kullanılmıştır. Tüplerin her birine 2500 µL deiyonize su ilave edilmiştir. Daha önce hazırlanmış olan molibdat reaktifi karışıma 1000 µL kadar eklenmiş; karıştırılmış, ardından ağızları kapatılmıştır. 90 °C'deki su banyosunda 90 dakika inkübasyona bırakıldıktan sonra, oda sıcaklığına gelmesi amacıyla 25 dakika boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. 25.0, 50.0, 100.0, 150.0, 200.0, 400.0 ve 800.0 µg/mL şeklinde hazırlanan askorbik asit çözeltilerinin absorbans değerleri spektrofotometre ile 695 nm'de okunarak kalibrasyon grafiği (Ek 2) $y=0.0034x - 0.1472$ $R^2 = 0.9981$ oluşturulmuştur. Sulandırma oranı ve oluşturulan kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak siron örneklerindeki toplam antioksidan aktivitesi mg AA eşdeğeri /100 g olarak hesaplanmıştır (Baltacı vd., 2022).

2.5.11.3. Toplam Flavanoid Madde (TFLK) Analizi

Süzülen siron örneklerinden ağzı conta kapaklı tüplerin her birine 500 µL kadar konulmuştur. 500 µL saf su kör çalışma için kullanılmıştır. 3200 mL %30 (v/v) metanol çözeltisinden eklenmiş ve karıştırılmıştır. Karışım üzerine 150 µL 0.5 M NaNO₂ çözeltisinden ilave edilmiş; sonra 150 µL 0.3 M AlCl₃ eklenerek takriben 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra, 1000 µL 1.0 M NaOH çözeltisi ilave edilerek karıştırılmış ve 10 dk bekletilmiştir. Reaksiyon karışımlarının ayrıca etanolde kuarsetinin (25.0, 50.0, 100.0, 200.0, ve 400.0 µg/mL) absorbansı 506 nm’de spektrofotometre okunarak toplam flavonoid madde miktarları belirlenmiştir. Kalibrasyon grafiği (Ek 3) $y=0.0005x+0.0085$, $R^2= 0.9992$ çizilmiş; örneklerdeki toplam antioksidan aktivitesi sulandırma oranı ve kalibrasyon grafiği kullanılarak mg kuarsetin eşdeğeri /100 g hesaplanmıştır (Baltacı vd., 2022).

2.5.11.4. Toplam Fenolik Madde (TFK) Analizi

Ağzı conta kapaklı tüpler içerisine süzülen siron örneklerinden 300 µL konulmuş; daha sonra tüplere 3400 µL bidistile saf su eklenmiştir. Tüplere sırası ile 500 µL metanol ve 200 µL folin-ciocalteu’s çözeltileri ilave edilmiştir. Karıştırıldıktan sonra 10 dakika bekletilmiş; ardından üzerlerine 600 µL %10’lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra laboratuvar koşullarında ve karanlıkta 2 saat bekletilmiştir. Gallik asidin (20.0, 40.0, 60.0, 80.0, 120.0 ve 160.0 µg/ml) çözeltileri 760 nm’de okunarak kalibrasyon grafiği (Ek 4) $y = 0.0064x - 0.0158$ $R^2 = 0.9995$ oluşturulmuştur. Siron örneklerindeki toplam fenolik madde miktarı kalibrasyon grafiği ve sulandırma oranından faydalanılarak mg GA eşdeğeri/100 g hesaplanmıştır (Baltacı vd., 2022).

2.5.11.5. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi (FRAP) Analizi

Tüplere 250 µL süzülmüş siron örneklerinden konularak üzerlerine FRAP çözeltisinden 2750 µL eklenmiştir. Karıştırıldıktan sonra 30 dakika bekletilmiş; saf sudan kör örnek olarak 250 µL kullanılmıştır. 5.0, 10.0, 25.0, 75.0, 100.0 ve 150.0 µL/mL çözeltiler 1000 mg/L FeSO₄ ana stok çözeltisinden hazırlanarak 593 nm’den okunmuş ve kalibrasyon grafiği (Ek 5) $y= 0.009x - 0.0381$, $R^2 = 0.9996$ oluşturulmuştur. Ardından, mg FeSO₄ Eşdeğeri/100 g toplam demir indirgeme kapasitesi olarak hesaplanmıştır (Baltacı vd., 2022).

2.5.11.6. Radikal Katyonu Süpürücü Etki Tayini (ABTS^{•+}) Analizi

Süzülen siron örneklerinden 150 µL konularak üzerine 2850 µL ABTS çalışma çözeltisi eklenmiştir. Ardından, karıştırılmış ve 2 saat boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Metanolde 10.0, 20.0, 30.0, 40.0 ve 50.0 µg/mL troloks çalışma çözeltisi standartları hazırlanmış ve siron numunelerinin ABTS katyonu süpürücü etki tayini miktarlarını hesaplamak amacıyla kalibrasyon grafiği $y = -0.0081x + 0.6373$, $R^2 = 0.9963$ (Ek 6) oluşturulmuştur; mg Troloks eşdeğeri /100 g şeklinde radikal katyonu süpürücü etki kapasitesi hesaplanmıştır (Baltacı vd., 2022).

2.5.11.7. Su Aktivitesi Tayini

Cihazın kalibrasyonu yapıldıktan sonra siron örnekleri ile doldurulan numune kapları cihaza yerleştirilmiş; cihaz çalıştırılarak, cihaz ekranından sonuçlar okunmuştur. Ölçüm (aw) yapılırken 25 °C’de Novasina marka (İsviçre) cihaz kullanılmıştır (Şekil 19). Ölçümler arası tekrarlanabilirlik ± 0.005 aw / ± 0.2 °C, sistemin duyarlılığı ± 0.02 aw / ± 0.5 °C’dir (Özay vd., 1993).



Şekil 19. Su aktivitesi tayini

2.6. Duyusal Analiz

Depolanan kuru siron örnekleri (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16) duyusal analizinin yapılması amacı ile geleneksel siron yemeği tarifi esas alınarak her bir siron örneği ayrı, uygun bir kaba kesik kısımları yukarı bakacak ve aralarında boşluk olacak formda dizilerek randomize şekilde numaralandırılmıştır (Şekil 20). Gümüşhane ilinde, yöresel satıcıdan temin edilen köy süzmesi (yağsız ya da az yağlı süzölmüş tuzlu yoğurt) içme suyu ile seyreltilerek kaynama noktasına kadar ısıtılmıştır. Isıtılan süzme randomize numaralandırılan her bir siron örneği grubu üzerine sirayet

ettirilerek sironların yumuşaması ve tüketime hazır hale gelmesi amacıyla 15 dk bekletilmiştir. Ardından tereyağ kızartılıp her bir siron örneği grubu üzerine yayılarak 16 farklı siron örneği çeşidi servise hazır hale getirilmiştir. Servise hazır her bir siron örneği gün ışığı ile aydınlanan oda şartlarında 30 dk mola ile iki oturum (16 adet siron örneği 2 grup (8+8) halinde) şeklinde, siron yemeği tat ve özellikleri hakkında bilgi sahibi olan, yaşları 25-50 arasında değişen aynı şartlar altında konu ile ilişkili kısa bir eğitim verilen 21 kişilik panelist grubuna, her bir paneliste aynı nitelik ve miktarda içme suyu ile birlikte servis edilmiştir.

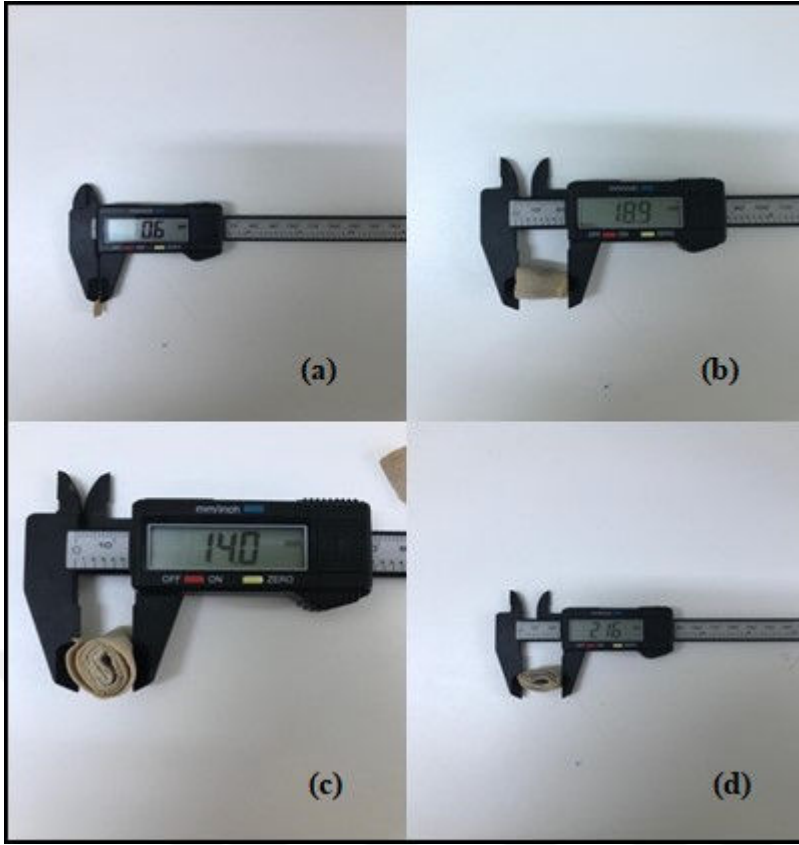


Şekil 20. (a) glütensiz siron örnekleri, (b) kuru siron örneklerinin kutulanmış hali

Servis edilen siron örnekleri için panelistlerden, 1 ile 9 arasındaki puan skalasından (Mükemmel /Fevkalade beğendim 9 puan, Çok İyi /Pek çok beğendim 8 puan, İyi /Az beğendim 7 puan, İyinin Altı Ortanın Üstü/Orta derecede beğendim 6 puan, Orta /Ne beğendim, ne beğenmedim 5 puan, Ortanın Altı Kötünün Üstü /Hafif beğenmedim 4 puan, Kötü /Orta derecede beğenmedim 3 puan, Çok Kötü /Beğenmedim 2 puan, Aşırı Kötü /Hiç beğenmedim 1 puan) yararlanarak her bir siron örneği için renk, boyut, şekil, kıvam (çatalla), kıvam (ağızla), tat, koku, damak zevkine uygunluk ve genel beğeni özelliği şeklinde kalite kriterlerini değerlendirilmeleri istenmiştir (Bilgiçli, 2009a).

2.7. Siron Örneklerinin Kalınlık, Kesit Boy Analizlerinin Yapılması

Çalışmamızda şekil 21’de görüldüğü üzere kontrol örneği de dahil olmak üzere 16 farklı siron örneğinin çeşitli açılardan (yufka kalınlığı, kesit boy, kesit kısa en ve kesit uzun en) mm cinsinden boyutları ölçülmüştür.



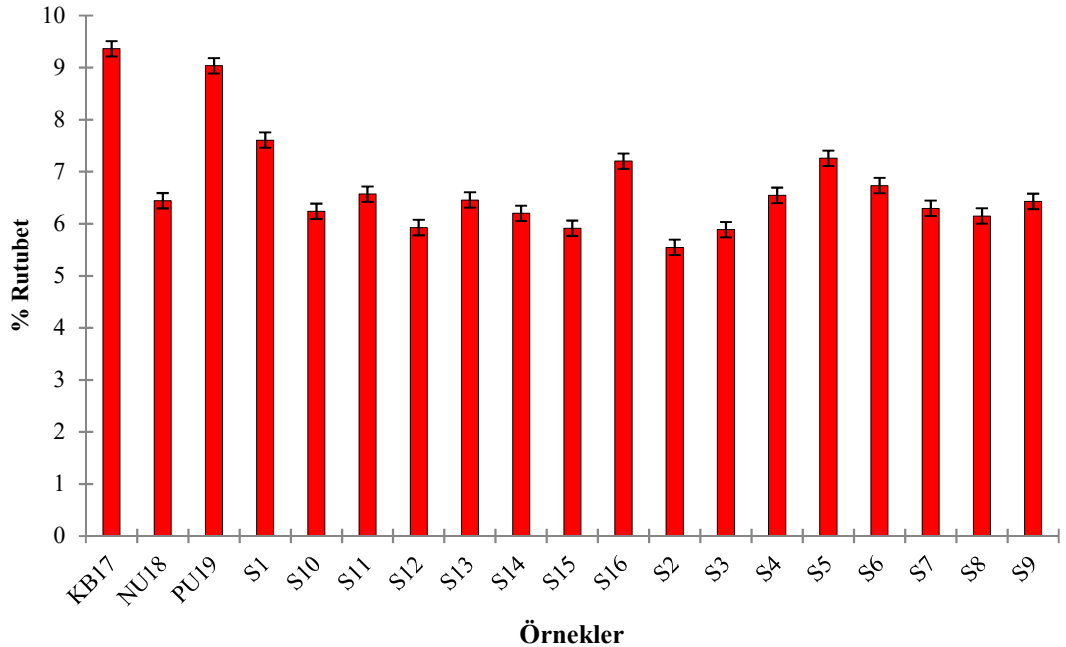
Şekil 21. (a) yufka kalınlığı, (b) kesit boy, (c) kesit kısa en, (d) kesit uzun

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Rutubet ve Kuru Madde Analiz Sonuçları

Gıdalarda rutubet ve kuru madde analizi, belirli bir gıda numunesindeki su içeriğini (rutubet) ve su dışı içeriği (kuru madde) belirlemek için kullanılan temel prosedürlerdir. Bu analizler gıda işleme, kalite kontrol ve araştırmalarda çok önemlidir; çünkü bir gıda ürününün su içeriği, ürünün dokusunu, tadını, raf ömrünü ve genel kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir (Mathlouthi, 2001). Rutubet sonucu, gıda analizinde temel bir parametre olmakla birlikte bir gıda ürününün nem içeriği, onun kalitesini, stabilitesini ve raf ömrünü etkiler. Ayrıca gıda işleme, formülasyon ve paketlemede önemli bir rol oynar. Elde edilen nem içeriği, söz konusu gıda ürününe yönelik endüstri standartları, düzenleyici limitler veya spesifikasyonlarla karşılaştırılır. Bu bilgiler işleme, depolama ve etiketleme hakkında karar vermek için kullanılır (Peleg, 2019).

Rutubet analizi için çeşitli yöntemlerin bulunmakla birlikte kullanılan spesifik teknik, gıdanın türü, rutubet aralığı ve mevcut ekipman gibi faktörlere bağlı olarak değişebilecektir.



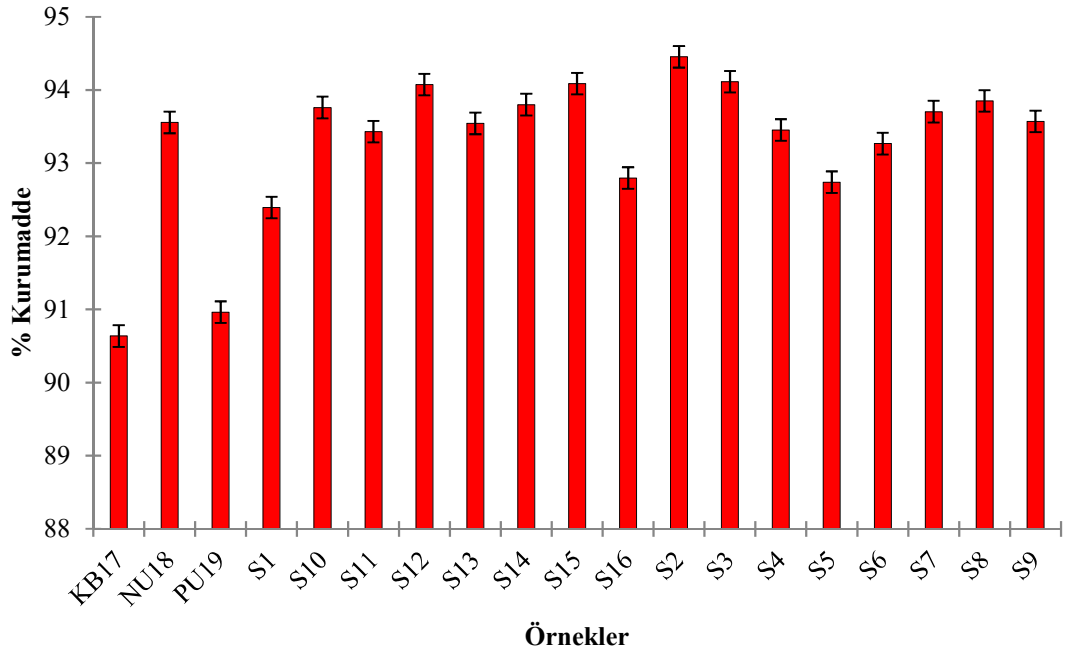
Şekil 22. Siron ve hammadde örneklerinin rutubet analiz sonuçlarına ait grafik

Doğru rutubet ve kuru madde analizi, ürün tutarlılığının korunması, düzenleyici standartlara uygunluğun sağlanması ve gıda işleme operasyonlarının optimize edilmesi

açısından kritik öneme sahiptir. Bu analizler, hammadde kontrolünden son ürün kalite kontrolüne kadar gıda üretiminin çeşitli aşamalarında gerçekleştirilmektedir. Gıdanın türü, beklenen rutubet aralığı ve mevcut ekipman gibi faktörlere bağlı olarak farklı yöntemler kullanılabilir.

Bazı yaygın yöntemler arasında fırında kurutma, Karl Fischer titrasyonu, mikrodalga kurutma ve kızılötesi rutubet analizi bulunur. Doğru rutubet analizi, ürün kalitesini, güvenliğini ve düzenleyici standartlara uygunluğu sağlamak için çok önemlidir. Ayrıca gıda üretim süreçlerinde tutarlılık ve tekdüzellik elde etmek için de gereklidir (Isengard, 2001).

Çalışmamızda yer alan siron örneklerinin ortalama nem değerleri %5.55 ile %7.61 arasında değişmektedir (Şekil 22). S2 nolu karabuğday-patates unu içerikli (0.75-0.25) örnek %5.55 ile en düşük rutubet oranını içerirken %100 karabuğday unu içerikli S1 nolu siron örneğinin %7.61 ile en yüksek rutubet oranını içerdiği tespit edilmiştir (Tablo 3). Hammadde olarak kullanılan nohut, patates ve karabuğday unlarına ait rutubet değerleri sırasıyla %6.44, 9.04 ve 9.36 arasında olduğu tespit edildi. Sironların üretimi esnasında su kullanıldı. Üretim sırasında uygulanan proses sonucunda kurutma işlemi aynı şartlarda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 23. Siron ve hammadde örneklerinin kurumadde analiz sonuçlarına ait grafik

Fizikokimyasal analizlere ait sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Literatürde Gümüşhane Sironu adlı bir çalışma bulunmamaktadır. Nem miktarını benzer ürün olan

makarna ile karşılaştırdığımızda, 5 Mart 2002 tarih ve 24686 sayılı resmi gazetede yayınlanan 2002/20 tebliğ numaralı Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre; makarnanın rutubet miktarı en çok %13 olmalı biçiminde tanımlanmıştır (TGK, 2002). Genelde bu tip ürünlerde en fazla %10-13 civarında olması istenen rutubet miktarının %5.55 ile %7.61 arasında olması dolayısıyla sironların rutubet içeriklerinin uygun olduğu ifade edebiliriz. Kontrol amacıyla piyasadan alınan sadece buğday unundan üretilmiş S16 nolu örnek ile diğer örneklerin analiz sonuçları uygun olduğu görülmektedir. Çalışmada kontrol örneği olarak kullanmış olduğumuz %100 buğday unu kullanılarak yapılmış S16 nolu siron örneği rutubet miktarı %7.20 olarak tespit edilmiştir. Üretilen siron örneklerin rutubet içeriklerinin düşük olması, uzun süre bozulmadan kalmasına olanak tanımaktadır.

Siron örnekleri ve hammaddelere ait kuru madde içerikleri Şekil 23'te verilmiştir. Siron örnekleri arasında kuru madde içeriği en yüksek örnek S2 nolu siron örneğidir ve en küçük kuru madde içeriği ise S1 nolu örnekte bulunmuştur. Hammadde ve siron örnekleri birlikte değerlendirildiğinde en düşük %90.64 ve en yüksek ise %94.45'tir. Sironlarda rutubet analizi ile kuru madde analizi arasında **-1.000** değerinde önemli derecede negatif korelasyon bulunmaktadır. Bu durumu rutubet arttıkça kurumadde içeriği düşmektedir ya da rutubet azaldıkça kuru madde içeriği artmaktadır şeklinde yorumlayabiliriz. Siron örneklerinde % rutubet; % protein, % yağ, % kül, % tuz ve % asitlik analizleri ile önemli derecede negatif korelasyon gösterirken; kuru madde analizi ile bu analiz sonuçları önemli derecede pozitif korelasyon göstermiştir.

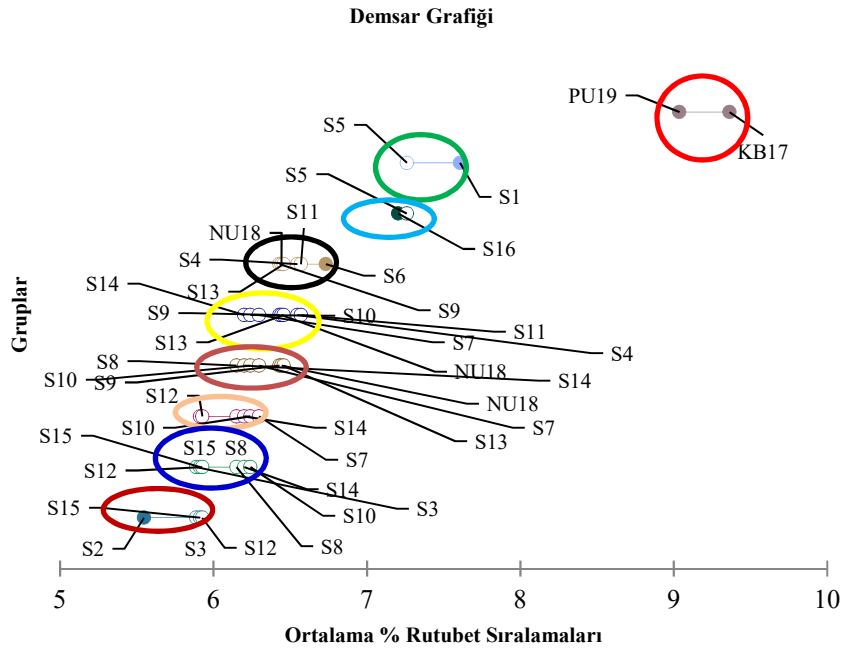
Hammadde olarak kullanılan nohut, patates ve kara buğday unlarına ait kurumadde değerlerinin sırasıyla %93.56, %90.94 ve %90.64 şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Sironlarda belirlenen rutubet değerleri tahıl teknolojisindeki kimyasal, fiziksel ve mikrobiyal bozulmanın sınır değeri olan %14 kritik rutubet seviyesinin altında olduğu için sironların üretimden kullanılıncaya kadar depolanmasında herhangi bir sorun yaşanmamıştır.

Gıdaların nem (veya toplam katı madde) içeriği, çeşitli nedenlerden dolayı gıda üreticileri için önemlidir. Nem, gıdanın kalitesinde, korunmasında ve bozulmaya karşı direncinde önemli bir faktördür. Nem içeriğinin belirlenmesi, diğer gıda bileşenlerinin içeriğini tekdüze bir temelde (yani kuru ağırlık temelinde) hesaplamak için de gereklidir. Nem analizinden sonra kalan kuru maddeye genel olarak toplam katı maddeler denir.

Üretilen ürünlerin ve hammaddelerin nem değerleri %5.55-%9.36 arasında değişmiştir. Sironların nem değerleri %5.55-%7.61 aralığında olmuştur. Demsar grafiğine baktığımızda siron ve hammaddeler dokuz adet grup oluşturmuşlardır. PU19 ve KB17 hammaddeleri bir grup oluştururken, NU18 hammaddesi rutubet değerlerinin

yakınlığı açısından iki grupta yer aldığı görülmüştür (Şekil 24). Demsar grafiği ile Tablo 2'deki karışım oranları arasında ilişkiye bakıldığında, aralarında bir korelasyon yoktur ve % rutubet ve % kuru madde değerleri tamamen geliş güzel biçimde değişim göstererek gruplandırma oluşturmuştur.



Şekil 24. % Rutubet analiz sonuçları demsar grafiği

Siron örnekleri ısıtıl işlem uygulandığından rutubet aralığı minimum ve maksimum arasında %2.06 ve hammadde ve siron örnekleri birlikte değerlendirildiğinde kuru madde aralığı %3.81 değişim göstererek 8 adet grup oluşturmuştur. Tablo 3'te verilen Duncan testine göre istatistiksel olarak aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.05$).

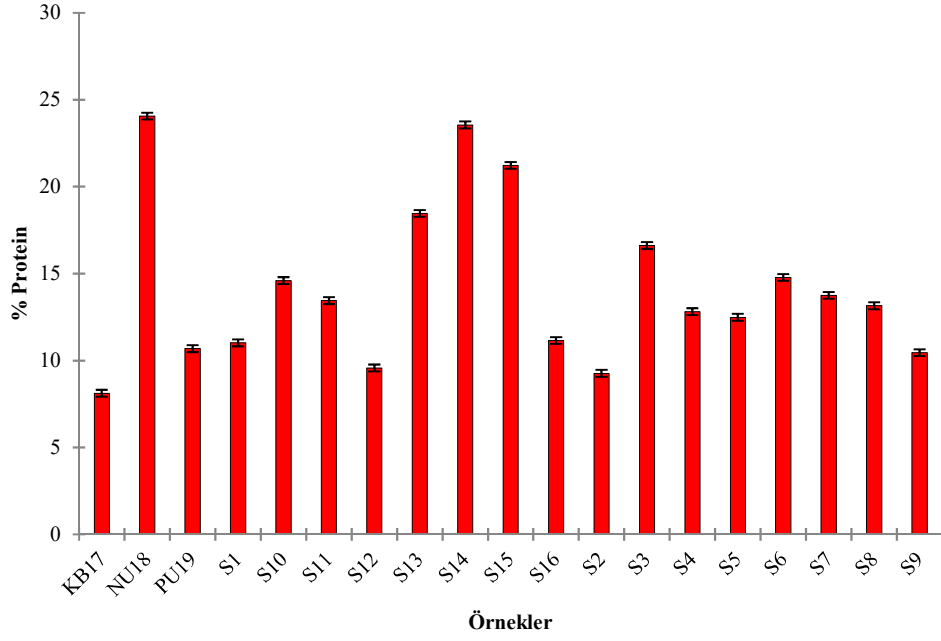
3.2. Protein Analiz Sonuçları

Proteinler çok çeşitli gıdalarda bulunan temel makro besinlerdir. Vücut dokularının büyümesi, onarımı ve bakımı için çok önemli olan amino asit zincirlerinden oluşurlar. Proteinler hem hayvansal hem de bitkisel bazlı gıdalarda bulunur. Hayvansal kaynaklar et, kümes hayvanları, balık, yumurta ve süt ürünlerini içerir. Bitki bazlı kaynaklar arasında baklagiller (fasulye, mercimek), kabuklu yemişler, tohumlar ve bazı tahıllar (kinoa gibi) bulunur. 20 farklı amino asit vardır; bunlardan dokuzu, vücudun üretemediği ve yiyeceklerden alması gerektiği için gerekli kabul edilir. Tam bir protein kaynağı, dokuz temel amino asidin tamamını yeterli miktarda içerir (Pratama vd., 2021).

Tablo 3. Fizikokimyasal analiz sonuçları

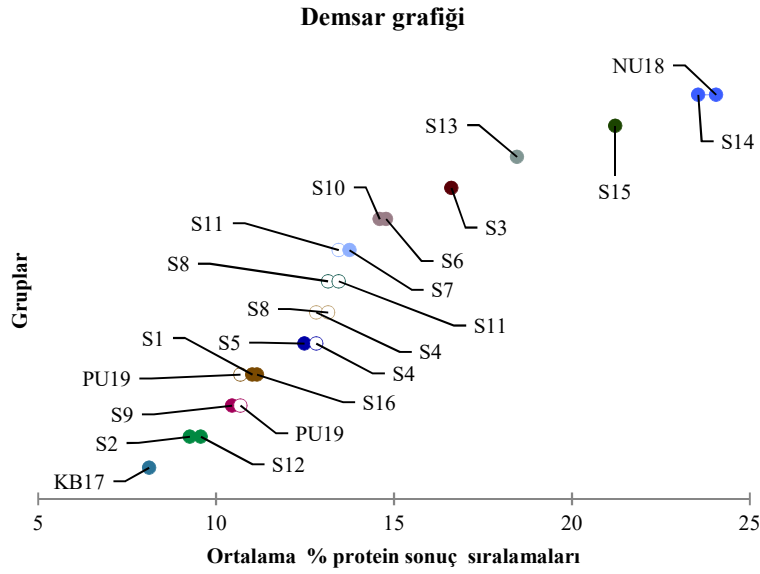
Örn.	% Rutubet	% Kuru Madde	% Protein	% Yağ	% Kül	% Tuz	% Toplam K.hidrat	pH	Asitlik	Su aktivitesi
S1	7.61 ^h	92.39 ^c	11.02 ^c	0.67 ^c	2.36 ^b	1.08 ^c	78.35 ¹	6.32 ^{bcd}	7.42 ^c	0.25 ^a
	±0.02	±0.02	±0.10	±0.04	±0.02	±0.30	±0.06	±0.15	±0.16	±0.01
S2	5.55 ^a	94.45 ^j	9.27 ^b	4.08 ^j	3.80 ^h	1.61 ^{d,e,f,g}	63.03 ^h	6.34 ^{cdef}	12.48 ¹	0.26 ^{efg}
	±0.04	±0.04	±0.04	±0.17	±0.02	±0.11	±0.16	±0.02	±0.21	±0.00
S3	5.89 ^{a,b}	94.11 ¹	16.62 ^l	2.71 ^h	3.68 ^{g,h}	1.66 ^{e,f,g,h}	71.11 ^d	6.37 ^{cdefg}	11.97 ^{gh}	0.26 ^{efg}
	±0.03	±0.03	±0.32	±0.03	±0.08	±0.06	±0.30	±0.01	±0.25	±0.01
S4	6.55 ^{e,f}	93.45 ^{e,f}	12.82 ^g	1.03 ^d	2.92 ^d	1.36 ^{c,d,e}	76.69 ^g	6.37 ^{cdefg}	9.88 ^c	0.28 ¹
	±0.03	±0.03	±0.32	±0.05	±0.00	±0.09	±0.35	±0.02	±0.15	±0.01
S5	7.26 ^g	92.74 ^d	12.49 ^f	1.21 ^{d,e}	3.34 ^{c,f}	1.53 ^{d,e,f,g}	75.72 ^f	6.42 ^{fghi}	10.59 ^f	0.26 ^{efg}
	±0.02	±0.02	±0.32	±0.29	±0.02	±0.03	±0.05	±0.01	±0.31	±0.00
S6	6.73 ^f	93.27 ^e	14.78 ^k	1.58 ^{f,g}	3.33 ^{e,f}	1.34 ^{c,d}	73.58 ^e	6.48 ^{hij}	11.63 ^g	0.25 ^{abc}
	±0.02	±0.02	±0.02	±0.08	±0.01	±0.06	±0.13	±0.02	±0.11	±0.01
S7	6.30 ^{c,d}	93.70 ^{g,h}	13.75 ^j	1.47 ^f	3.08 ^{d,e}	1.48 ^{d,e,f}	75.41 ^f	6.50 ^{ij}	9.65 ^e	0.25 ^{abcd}
	±0.02	±0.02	±0.05	±0.07	±0.05	±0.08	±0.15	±0.04	±0.24	±0.01
S8	6.15 ^c	93.85 ^h	13.15 ^h	1.77 ^{f,g}	2.44 ^b	1.36 ^{c,d,e}	76.50 ^g	6.30 ^{bc}	8.93 ^d	0.26 ^{def}
	±0.05	±0.05	±0.05	±0.06	±0.00	±0.09	±0.03	±0.02	±0.12	±0.00
S9	6.43 ^{d,e}	93.57 ^{f,g}	10.45 ^d	0.23 ^a	5.74 ^j	1.80 ^{g,h}	77.15 ^h	6.26 ^b	14.71 ^k	0.25 ^{ab}
	±0.15	±0.15	±0.04	±0.01	±0.04	±0.08	±0.15	±0.02	±0.12	±0.02
S10	6.24 ^{c,d}	93.76 ^{g,h}	14.60 ^k	1.62 ^{f,g}	4.18 ¹	1.72 ^{f,g,h}	73.36 ^e	6.44 ^{ghij}	12.48 ¹	0.25 ^{abcd}
	±0.10	±0.10	±0.20	±0.02	±0.02	±0.06	±0.30	±0.01	±0.16	±0.00
S11	6.57 ^{e,f}	93.43 ^{e,f}	13.45 ¹	1.43 ^{e,f}	4.86 ^j	1.94 ^h	73.70 ^e	6.38 ^{cdefg}	13.89 ^j	0.27 ^h
	±0.06	±0.06	±0.05	±0.01	±0.13	±0.00	±0.17	±0.02	±0.06	±0.01
S12	5.93 ^b	94.07 ¹	9.58 ^c	0.51 ^{b,c}	4.38 ¹	1.80 ^{g,h}	79.61 ^k	6.30 ^{bc}	12.58 ¹	0.25 ^{bcd}
	±0.04	±0.04	±0.04	±0.03	±0.15	±0.19	±0.17	±0.02	±0.16	±0.02
S13	6.46 ^{d,e}	93.54 ^{f,g}	18.46 ^m	2.65 ^h	3.31 ^{e,f}	1.56 ^{d,e,f,g}	69.13 ^c	6.41 ^{efgh}	10.62 ^f	0.25 ^{abcd}
	±0.46	±0.46	±0.16	±0.02	±0.01	±0.06	±0.57	±0.06	±0.10	±0.00
S14	6.20 ^c	93.80 ^h	23.55 ^o	0.56 ^{b,c}	3.83 ^h	1.38 ^{c,d,e}	65.87 ^b	6.39 ^{defg}	10.90 ^f	0.26 ^{cde}
	±0.03	±0.03	±0.05	±0.01	±0.29	±0.00	±0.26	±0.01	±0.62	±0.00
S15	5.91 ^b	94.09 ¹	21.22 ⁿ	3.32 ¹	3.43 ^{f,g}	1.55 ^{d,e,f,g}	66.13 ^b	6.34 ^{cde}	12.04 ^h	0.26 ^{cde}
	±0.09	±0.09	±0.10	±0.06	±0.01	±0.11	±0.07	±0.02	±0.21	±0.00
S16	7.20 ^g	92.80 ^d	11.15 ^c	±0.23 ^a	2.58 ^{b,c}	2.32 ¹	78.84 ^j	5.87 ^a	3.44 ^a	0.26 ^{fg}
	±0.03	±0.03	±0.05	±0.01	±0.03	±0.00	±0.03	±0.02	±0.10	±0.01
KB17	9.36 ^j	90.64 ^a	8.12 ^a	1.39 ^{e,f}	±0.89 ^a	0.14 ^b	80.25 ¹	6.51 ^j	5.70 ^b	0.28 ¹
	±0.18	±0.18	±0.16	±0.03	±0.02	±0.02	±0.28	±0.05	±0.29	±0.00
NU18	6.44 ^{d,e}	93.56 ^{f,g}	24.06 ^p	5.35 ^k	2.83 ^{c,d}	0.36 ^{a,b}	61.33 ^a	6.48 ^{hij}	11.59 ^g	0.26 ^{gh}
	±0.01	±0.01	±0.07	±0.48	±0.07	±0.03	±0.47	±0.01	±0.15	±0.00
PU19	9.04 ¹	90.96 ^b	10.69 ^d	0.38 ^{a,b}	4.20 ¹	0.47 ^b	75.70 ^f	6.68 ^k	12.31 ^{hi}	0.33 ^{cj}
	±0.10	±0.10	±0.34	±0.02	±0.02	±0.03	±0.46	±0.01	±0.16	±0.01

Tabloda bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05). n: 3. Duncan testi uygulanmıştır.



Şekil 25. % Protein sonuçlarına ait grafik

Yapılan bu çalışmaya ait siron ve hammaddelerin % protein analiz sonuçları Tablo 3, Şekil 25 ve Demsar grafiği biçiminde Şekil 26’da verilmiştir.



Şekil 26 % Protein analiz sonuçları demsar grafiği

Hayvan bazlı gıdalar tipik olarak tam protein sağlarken bitki bazlı kaynakların çoğu bir veya daha fazla temel amino asitten yoksun olabilir, ancak gün boyunca çeşitli bitki bazlı protein kaynaklarını birleştirerek dengeli bir alım sağlanabilir.

Proteinler, sadece dokuların inşası ve onarımı için önemli değildir, aynı zamanda enzim üretiminde, bağışıklık fonksiyonunda, hormon regülasyonunda ve moleküllerin vücutta taşınmasında da rol oynar.

Yapılan çalışmada, hammadde ve örnekler için % protein değerleri 8.12-24.06 arasında değişmektedir (Şekil 25 ve 26). S16 kodlu buğday unundan yapılan sirona ait protein değeri %11.15 olarak bulunmuştur. Hammadde olarak kullanılan nohut unu, karabuğday unu ve patates ununda protein değerleri sırasıyla %24.06, %8.12 ve %10.69 olarak bulunmuştur. Tablo 2'yi incelediğimizde S13 (patates-nohut unu; 0.5-0.5), S14 (patates-nohut unu; 0.25-0.75) ve S15 (%100 nohut unu) nolu örneklerin içinde nohut unu yüksek olduğu için protein değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Siron örnekleri içinde en yüksek protein değerine sahip örnek S14 nolu %100 nohut unu içerikli örnek olurken, en düşük protein içeriğine sahip örnek ise S2 nolu karabuğday-patates unu (0.75-0.25) içerikli örnek olmuştur (Tablo 2).

En düşük protein oranı karabuğday ununda KB17 %8.12 olarak bulunmuştur. Ayrıca S2 ve S12 kodlu örneklerde protein miktarı sırasıyla %9.27 ve %9.58 olarak bulunmuştur. Protein analizi yağ analizi ile önemli derecede **0.501** pozitif yönde korelasyon göstermiştir. Rutubet sonucu ile negatif korelasyon, kuru madde ile pozitif korelasyon göstermiştir (Tablo 4).

Demsar grafiğine baktığımızda içeriğinde protein miktarı yüksek olan hammaddelerden yapılan sironların protein miktarlarının yüksek çıktığı görülmektedir. Örneğin; S13, S14 ve S15 nolu örneklerin protein miktarları yüksektir. Bu durum aynı zamanda Şekil 26'daki demsar grafiğinden de açık biçimde anlaşılmaktadır.

Protein kalitesi, sindirilebilirliği ve amino asit profili ile ölçülür. Peynir altı suyu ve yumurta proteini gibi bazı proteinler yüksek biyolojik değere sahiptir; yani tüm gerekli amino asitleri ideal oranlarda içerirler ve vücut tarafından kolayca emilirler. Önerilen günlük protein alımı yaşa, cinsiyete, kiloya ve aktivite düzeyine göre değişir. Genel bir kural olarak, ortalama bir yetişkin vücut ağırlığının kilogramı başına yaklaşık 0.8 gram protein almayı hedefleyebilir. Sporcular, hastalıktan iyileşen kişiler veya kas geliştirmek isteyenler daha yüksek miktarlara ihtiyaç duyabilir. Yaşlı yetişkinler için mevcut Avrupa önerisi, günde vücut ağırlığının kilogramı başına minimum 1.0 g proteindir (Rodríguez-Rejón vd., 2017). İskandinav Beslenme Önerileri (NNR), yaşlılarda diyet planlaması amacıyla, protein alımı için uygun bir hedefin, günde vücut ağırlığının kilogramı başına yaklaşık 1.2 g protein olmasını önermektedir (Nordic Council, 2014). Akut veya kronik hastalığı olan yaşlı yetişkinler için, vücut ağırlığının kilogramı başına günlük 1.2-1.5 g protein miktarı önerilmiştir (Bauer vd., 2013).

Tablo 4. Fizikokimyasal analiz sonuçlarının korelasyon tablosu

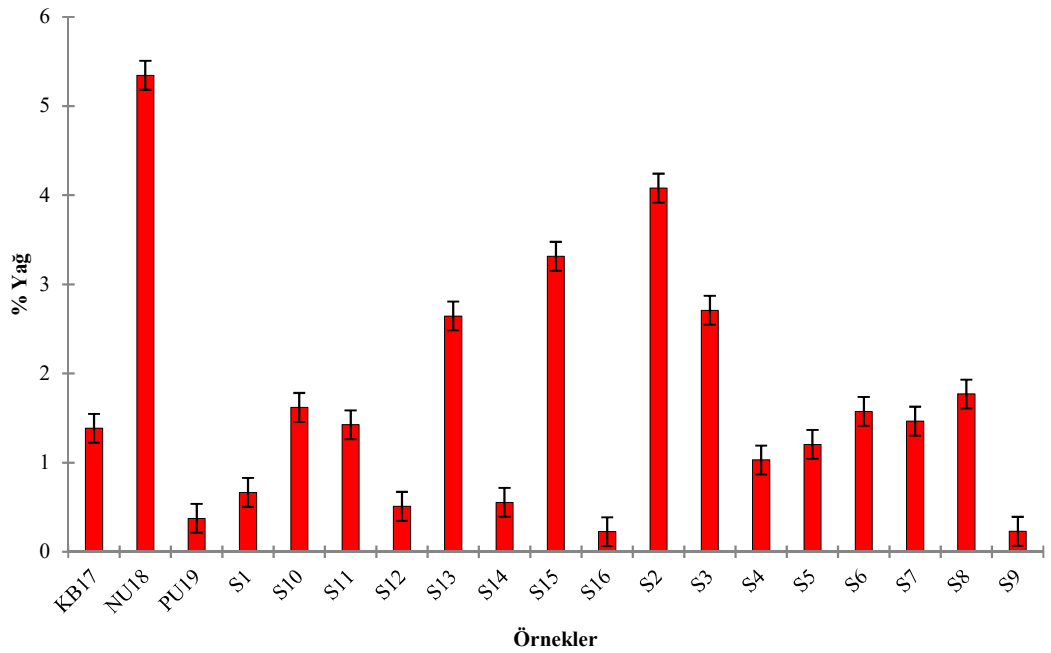
Değişken	% Rutubet	% KM	% Protein	% Yağ	% Kül	% Tuz	% T** Kar.	pH	Asitlik	Su aktivitesi	L*	a*	b*	ΔE*	TFK	TFLK	TAK	DPPH	ABTS	FRAP
% Rutubet	1	-1.000	-0.401	-0.387	-0.425	-0.621	0.359	0.298	-0.454	0.650	0.250	-0.233	-0.709	-0.100	0.159	0.447	-0.391	0.298	0.266	0.215
% KM		1	0.401	0.387	0.425	0.621	-0.359	-0.298	0.454	-0.650	-0.250	0.233	0.709	0.100	-0.159	-0.447	0.391	-0.298	-0.266	-0.215
% Protein			1	0.501	0.034	-0.082	-0.971	0.138	0.215	-0.220	0.069	0.122	0.468	-0.015	-0.213	-0.293	0.180	-0.302	-0.247	-0.237
% Yağ				1	-0.155	-0.241	-0.616	0.200	0.226	-0.149	0.520	-0.088	0.535	-0.412	-0.514	-0.367	0.425	-0.534	-0.403	-0.420
% Kül					1	0.492	-0.110	0.011	0.831	-0.026	-0.604	0.018	0.507	0.479	0.355	-0.423	0.145	-0.144	-0.013	0.017
% Tuz						1	0.161	-0.660	0.134	-0.498	-0.365	-0.018	0.339	0.058	-0.022	-0.360	-0.091	-0.196	-0.227	-0.117
% T. Kar.							1	-0.240	-0.337	0.118	-0.128	-0.045	-0.534	0.046	0.228	0.363	-0.230	0.388	0.283	0.283
pH								1	0.404	0.431	-0.165	0.124	-0.141	0.357	0.444	0.438	0.473	0.415	0.497	0.510
Asitlik									1	0.000	-0.514	0.142	0.576	0.523	0.393	-0.264	0.578	-0.045	0.139	0.164
Su aktivitesi										1	0.167	-0.344	-0.336	-0.145	0.035	0.097	-0.228	0.048	0.076	0.075
L*											1	-0.598	-0.153	-0.903	-0.756	-0.257	-0.320	-0.550	-0.577	-0.578
a*												1	0.289	0.653	0.427	0.382	0.372	0.475	0.551	0.378
b*													1	0.119	-0.211	-0.615	0.298	-0.498	-0.339	-0.385
ΔE*														1	0.791	0.310	0.379	0.575	0.617	0.609
TFK															1	0.571	0.305	0.730	0.782	0.804
TFLK																1	0.228	0.908	0.847	0.814
TAK																	1	0.298	0.402	0.421
DPPH																		1	0.905	0.893
ABTS																			1	0.857
FRAP																				1

**T. Kar.: Toplam karbonhidrat

Piştirme, işleme ve ısıtma, gıdalardaki protein içeriğini ve kalitesini etkileyebilir. Aşırı piştirme veya yüksek sıcaklıklarda işleme bazen proteinleri denatüre edebilir, yapılarını değiştirebilir ve besin değerlerini azaltabilir. Çeşitli protein kaynaklarını içeren dengeli bir beslenmenin sağlanması, vücudun protein ihtiyaçlarının karşılanmasına yardımcı olabilir ve genel sağlık ve refaha katkıda bulunabilir.

3.3. Yağ Analiz Sonuçları

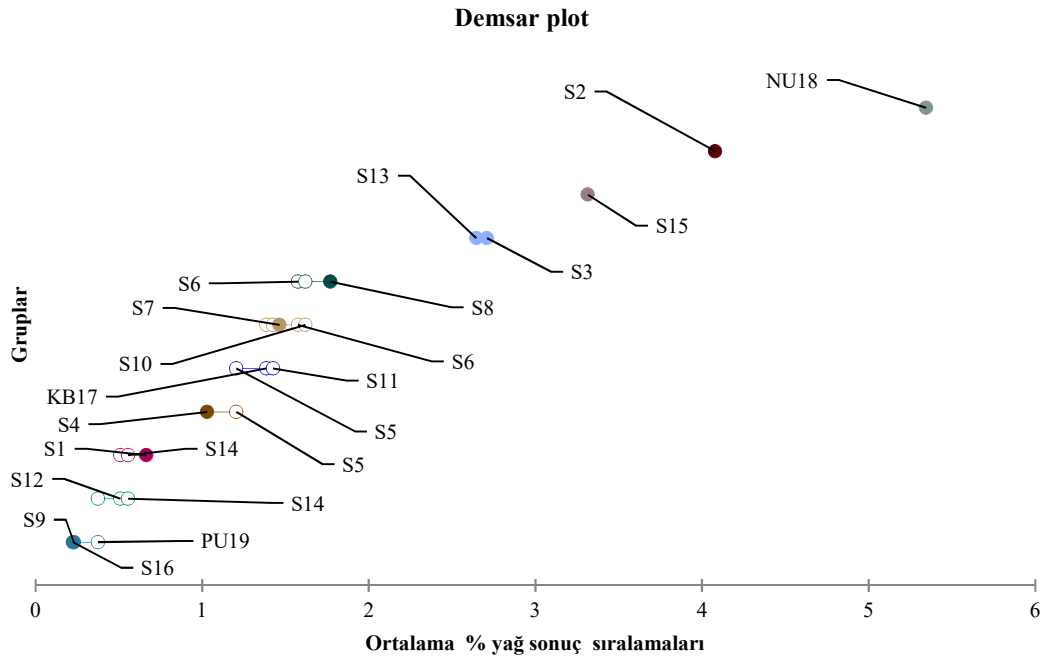
Yağlar beslenmemizde ve genel sağlığımızda birkaç önemli rol oynamaktadır. Enerji kaynağı olarak yağlar konsantre bir enerji kaynağıdır (Çakmakçı ve Kahyaoğlu, 2013). Karbonhidrat ve proteinlere kıyasla iki kattan fazla enerji sağlarlar. Vücut sıcaklığının korunmasına yardımcı olurlar ve uzun süreli enerji sağlarlar. Besin emilimi bakımından bazı vitaminler (A, D, E ve K gibi) yağda çözünür, yani vücut tarafından emilmeleri için yağa ihtiyaç duyarlar. Yağlar, çeşitli vücut fonksiyonları için önemli olan bu temel vitaminlerin emilimine yardımcı olur.



Şekil 27. % Yağ analizi sonuçlarına ait grafik

Hücre fonksiyon açısından yağlar, hücre zarlarının yapısal bileşenleridir ve onların bütünlüğünü ve işlevselliğini korumaya yardımcı olur. Ayrıca hücre sinyallemede ve iletişimde de rol oynarlar (De Carvalho ve Caramujo, 20218). Yalıtım ve koruma konusunda yağ, hayati organların etrafında bir tampon tabakası görevi görür, onları hasardan korur ve vücudun uygun sıcaklığı korumak için yalıtılmasına

yardımcı olur. Tat ve lezzet açısından yağlar, yiyeceklerin tat ve dokusuna katkıda bulunarak onları daha lezzetli ve keyifli hale getirir. Bununla birlikte, yağları ölçülü tüketmek ve sağlıksız doymuş ve trans yağlar yerine doymamış yağlar (fındık, tohum, avokado ve zeytinyağında bulunur) gibi daha sağlıklı kaynakları seçmek önemlidir. Çok yönlü bir beslenmenin parçası olarak yağ alımını dengelemek, olumsuz sağlık etkileri olmadan yağlardan faydalanmanın anahtarıdır.



Şekil 28. % Yağ analiz sonuçları demsar grafiği

Yapılan çalışmaya ait siron ve hammaddelerin % protein analiz sonuçları Tablo 3'te, % yağ analizlerine ait grafik Şekil 27'de ve yağ analizlerine ait Demsar grafiği Şekil 28'de verilmiştir.

Hammadde ve sironların yağ değerlerinin %0.23-5.35 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 27 ve 28). S2 nolu sirona ait yağ değeri %4.08 olarak bulunmuştur. Hammadde olarak kullanılan nohut unu, karabuğday unu ve patates ununda yağ değerleri sırasıyla %5.35, %1.39 ve %0.38 olarak bulunmuştur. Tablo 2'yi incelediğimizde, S3 (karabuğday-nohut unu; 0.75-0.25), S13 (patates-nohut unu; 0.5-0.5) ve S15 (%100 nohut unu) nolu örneklerin nohut unu içerikli olması nedeni ile yağ değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

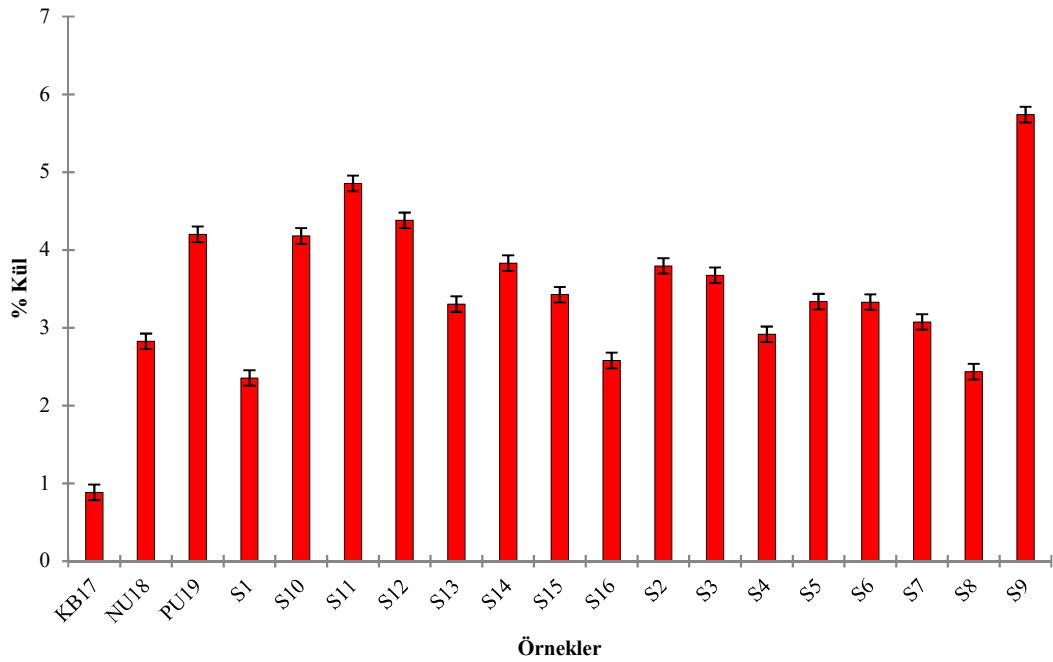
Hammaddeler içerisinde en düşük yağ oranı patates ununda PU19 %0.38 olarak bulunmuştur. Ayrıca S9 ve S16 kodlu örneklerde yağ miktarı %0.23 olarak bulunmuştur.

% yağ analizi, % protein analizi ile önemli derece (**0.501**) pozitif yönde korelasyon göstermiştir. Rutubet sonucu ile negatif korelasyon, kuru madde ile pozitif korelasyon göstermiştir (Tablo 4).

Demsar grafiğine bakıldığında yağ miktarı %1.0'den yüksek olan sironların sayısı oldukça fazla olduğu görülmektedir. Hammaddeler içerisinde yağ miktarı düşük örnekler nedeni ile üretilen sironlarda da genel olarak yağ oranı %0.23-4.08 arasında değişim göstermiştir. Üretim esnasında siron hamurunun hazırlanmasında yağ kullanılmamıştır.

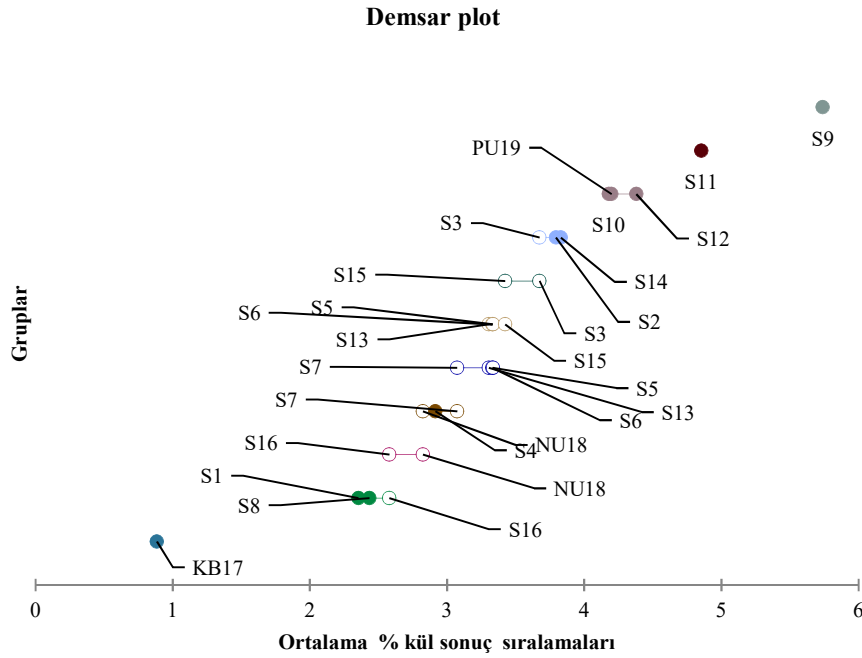
3.4. Kül Analiz Sonuçları

Gıdadaki kül, gıdadaki organik bileşenlerin tamamen yanmasından sonra kalan inorganik mineral içeriğini ifade eder. Yiyecekler yüksek sıcaklıklarda yakıldığında geride kalsiyum, potasyum, magnezyum gibi mineraller ve eser elementler kalır. Gıdada bulunan toplam mineral içeriğinin bir göstergesidir. Kül içeriği genellikle gıdanın besinsel bileşimini değerlendirmek için ölçülür ve sıklıkla besin etiketlerinde verilir (Strain ve Cashman, 2002).



Şekil 29. % Kül sonuçlarına ait grafik

Kül analizi, gıdanın kalitesini ve besin değerini değerlendirmede önemli bir araçtır. Besin içeriği bakımından değerlendirildiğinde kül analizi gıdanın mineral içeriğini belirlemeye yardımcı olur. Yüksek kül içeriği, belirli beslenme ihtiyaçları için faydalı olabilecek daha yüksek mineral konsantrasyonuna işaret edebilir. Kül analizi aynı zamanda kalite kontrol anlamında gıda üretiminde kalite parametresi olarak görev yapar. Kül içeriğindeki tutarlılık, bileşenlerin işlenmesinde ve tedarikinde tekdüzeliğin göstergesi olabilir ve standart bir ürün elde edilmesini sağlayabilir. Kül analizi taşışın belirlenmesin de kullanılır. Beklenen kül içeriğindeki sapmalar, gıda ürünlerinde taşış veya çeşitli bulaşmalara işaret edebilir. Örneğin eklenen dolgu maddeleri veya yabancı maddeler kül içeriğini değiştirerek ürünün kalitesiyle ilgili durumu ortaya koyar (Damto vd., 2024).



Şekil 30 % Kül analiz sonuçları demsar grafiği

Mevzuata uygunluk bakımından bazı düzenleyici standartlar ve ürün kodeksleri, belirli gıda kategorilerinde izin verilen kül içeriği sınırlarını belirtir. Külün analiz edilmesi bu standartlara uygunluğun sağlanmasına yardımcı olur. Raf ömrü ve stabilite açısından depolama sırasında kül içeriğindeki değişiklikler, gıda ürününün stabilitesinin göstergesi olabilir. Kül içeriği bakımından varyasyonlar, mikrobiyal aktiviteye veya bozulmaya işaret edebilir (Chakroborty ve Chakraborty, 2017). Araştırma ve geliştirme açısından bakıldığında gıda araştırmalarında kül analizi, mineral bileşimini anlayarak yeni ürünlerin geliştirilmesine yardımcı olur ve besin açısından dengeli gıdaların formüle

edilmesine olanak tanır. Kül analizi, gıdanın mineral bileşimi hakkında bilgi sağlar, kalite kontrolüne yardımcı olur, mevzuata uygunluğu sağlar ve gıda ürünlerinin araştırma ve geliştirilmesine yardımcı olur.

Yapılan çalışmaya ait siron ve hammaddelerin % kül analiz sonuçları Tablo 3 ve Şekil 29’ da; kül analizlerine ait Demsar grafiği ise Şekil 30’da verilmiştir.

Hammadde ve sironların kül değerleri %0.89-5.74 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 29 ve 30). S9 nolu (karabuğday-patates-nohut unu; 0.25-0.25-0.5) siron en yüksek kül değerine %5.74 ile sahip olurken, en düşük kül içeriğine sahip siron örneği S1 nolu %2.35 ile tamamı karabuğday unlu (1.0) siron örneği olmuştur (Tablo 2).

Hammadde olarak kullanılan karabuğday ununun %0.89 ile en düşük kül oranını içerdiği görülmektedir. Nohut unu ve patates ununda kül içerikleri sırasıyla %2.83 ve %4.20 olarak bulunmuştur.

% Kül analizi, asitlik analizi ile önemli derecede (**0.831**) pozitif yönde korelasyon göstermiş ve % kül analizi, b* ile pozitif korelasyon, L* ile negatif yönde korelasyon göstermiştir (Tablo 4). Böylece siron örneklerinin kül değeri arttıkça L* parlaklık değerinin azaldığı yorumu yapılabilmektedir.

% Kül analizi ile % Tuz analizi (**0.492**) pozitif yönde korelasyon göstermiş olup, üretim esnasında siron hamurunun hazırlanmasında tuz kullanılmıştır.

S1 nolu tamamı karabuğday unu katkılı örneğin en düşük kül değerine sahip olması, yakma sonucunda düşük asitlik derecesine ve tuz miktarına sahip olduğu yorumu yapılabilmektedir

Demsar grafiğine baktığımızda kül miktarı tüm sironlarda %1.0’dan yüksek olduğu, sadece hammadde olan karabuğday ununda %1.0’dan düşük olduğu görülmektedir. Demsar grafiği ile T 2’deki karışım oranları arasındaki ilişkiye bakıldığında, demsar grafiğinde kül oranı %4’ün üzerinde olan S9 ve S10 nolu sironların sırası ile 0.5 ve 0.75 nohut unu; S11 ve S12 nolu sironların ise sırası ile 1.0 ve 0.75 patates unu katkılı olduğu görülmektedir.

Tablo 3’te verilen Duncan testine göre istatistiksel olarak aynı sütunda aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$). Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir ($p<0.05$). Tablo 3’te verilen fizikokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, siron örneklerinin kül değerlerinin %2.36-5.74 arasında değiştiği görülmüştür. Sırasıyla karabuğday unu, patates unu ve nohut unu ile elde edilen S1, S11 ve S15 nolu örneklerin hammaddeleri ile kül miktarları arasında istatistiksel olarak fark olduğu gözlenmiştir.

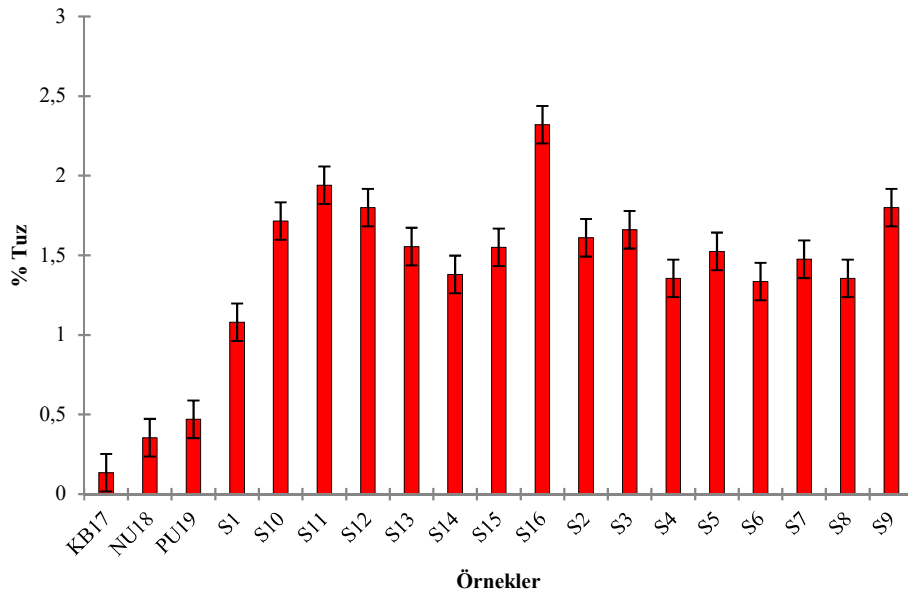
Literatürde, glütensiz makarna ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur. Hammaddelerin kül içeriklerine bakıldığında patates ununun kül miktarının (%2.2), nohut ununa (%2.7) yakın bir değerde olduğu bulunmuştur (Ergin, 2011).

Erişte üretiminde kullanılan un karışımlarının kimyasal ve fizikokimyasal kalite özelliklerine bakılan bir çalışmada, erişteedeki nohut unu miktarının artmasına bağlı olarak kül miktarının arttığı görülmüştür (Kaya, 2018).

Glütensiz erişte yapımında %20 oranında kullanılan karabuğday unu ile yapılan örneklerin kül içeriğini arttırdığı gözlenmiştir (Bilgiçli, 2008).

3.5. Tuz Analiz Sonuçları

Tuz, yemek pişirmede yalnızca lezzeti arttırmanın ötesine geçen temel bir bileşendir. Önemi, gıda hazırlama ve tüketiminin çeşitli yönlerini kapsar. Lezzet arttırıcı olarak tuz, bir tabaktaki diğer malzemelerin tadını ortaya çıkaran ve yoğunlaştıran doğal bir lezzet arttırıcıdır. Lezzetlerin dengelenmesine ve tamamlanmasına yardımcı olarak yiyecekleri daha lezzetli hale getirir. Tarihsel olarak tuz, bakteri, maya ve küf oluşumunu engelleme özelliğinden dolayı koruyucu olarak da kullanılmıştır. Bazı gıdaların bozulmasını önleyerek raf ömrünün uzatılmasına da yardımcı olur (Hoppu vd., 20107).



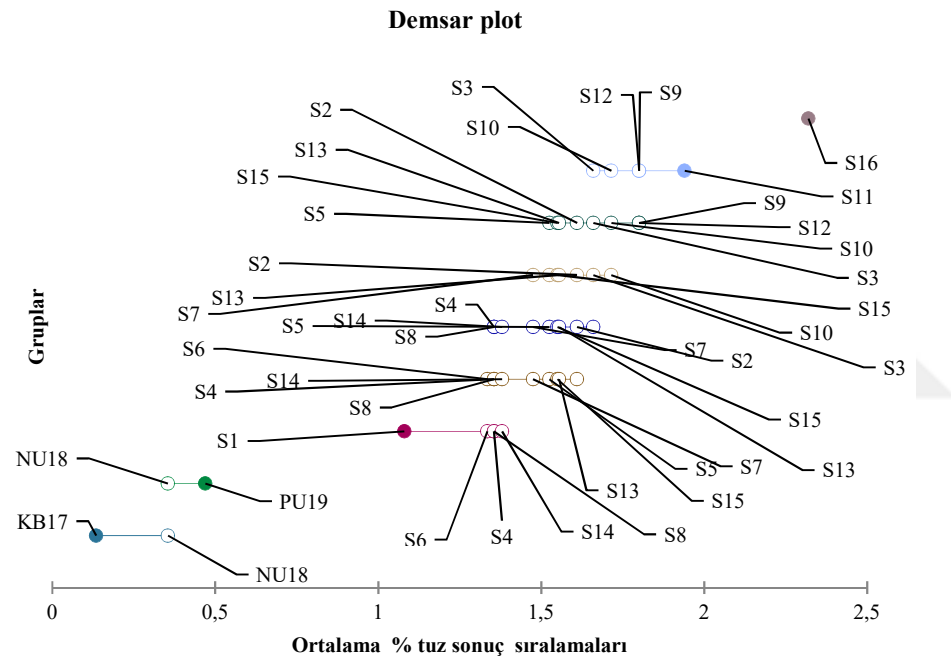
Şekil 31. % Tuz sonuçlarına ait grafik

Doku ve yapı olarak fırınlamada tuz, hamurdaki glütenin gelişimini etkileyerek fırınlanmış ürünün dokusunu ve yapısını etkiler. Ayrıca bazı sebzelerin sağlamlığını korumaya yardımcı olarak dokusunu da etkileyebilir(Hoppu vd., 20107).

Fermentasyonun düzenlenmesi amacıyla örneğin peynir yapımında veya salamurada tuz, belirli bakteri ve enzimlerin büyümesinin kontrol edilmesinde önemli bir rol oynar ve bu da istenen tat ve dokuların geliş(tiril)mesine yardımcı olur.

Elektrolit dengesi bakımından tuz, vücudun düzgün çalışması için gerekli olan önemli bir elektrolit olan sodyum içerir; sıvı dengesini, sinir fonksiyonunu ve kas kasılmalarını düzenlemeye yardımcı olur (Hoppu vd., 20107).

Tuz, lezzet ve bazı mutfak süreçleri için hayati öneme sahip olsa da, onu ölçülü kullanmak önemlidir. Aşırı tuz alımı yüksek tansiyon, kalp hastalığı ve felç gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Yemek pişirmede tuz kullanımında dengenin sağlanması hem lezzet hem de sağlık açısından önemlidir (Hoppu vd., 20107).



Şekil 32. % Tuz analiz sonuçları demsar grafiği

Yapılmış olan bu çalışmaya ait siron ve hammaddelerin % tuz analiz sonuçları Tablo 3'te ve Şekil 31'de; tuz analizlerine ait Demsar grafiği ise Şekil 32'de verilmiştir. Siron örneklerinin tuz değerlerinin %1.08-2.32 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 31 ve 32). Hammadde olarak kullanılan patates unu, nohut unu ve karabuğday ununun tuz değerleri sırası ile %0.47, %0.36 ve %0.14 olarak bulunmuştur.

Siron örnekleri içinde en yüksek tuz değerine sahip örnek %2.32 oranında S16 nolu tamamı %100 buğday unundan yapılan kontrol örneği olurken, en düşük tuz içeriğine sahip örnek %1.08 oranında S1 nolu karabuğday unlu (1.0) örnek olmuştur. Hammaddeler arasında en düşük tuz oranı karabuğday ununda %0.14 en yüksek tuz oranı

patates ununda %0.47 bulunmuştur. Tuz analizi ile pH analizi arasında önemli derecede negatif korelasyon (**-0.660**) bulunmaktadır (Tablo 4). Bu durumu tuz artıkça pH içeriği azalmakta ya da tuz azaldıkça pH içeriği artmaktadır şeklinde yorumlayabiliriz. Ayrıca tuz analizi ile su aktivitesi arasında da **-0.498** değerinde negatif yönlü korelasyon görülmüştür.

Demsar grafiğine bakıldığında hammaddelerden NU18 ve KB17 bir grup, PU19 ve NU18 ayrı bir grup olmak üzere toplamda siron ve hammadeler dokuz adet grup oluşturmuşlardır. Grafikde hammaddelerin tuz içeriklerinin %0.5'in altında olduğu görülmüştür. Sironlardan S16 nolu sade buğday unundan oluşan kontrol örneği hariç tüm grupların tuz miktarı %1.0 ile %2.0 arasında değişiklik göstermiştir.

Demsar grafiği ile Tablo 2'deki karışım oranları arasındaki ilişkiye bakıldığında, örneklerin oluşturduğu grupların karabuğday unu, nohut unu ve patates unu karışım oranları birbirinden farklı dağılım göstermiştir. Böylece aralarında bir korelasyon olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3'te verilen fizikokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde; S1, S4, S6, S8 nolu siron örnekleri aynı sütünde aynı harfler ile işaretlenmiş olup; ortalamalar Duncan testine göre istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir ($p>0.05$).

Literatürde yapılan çalışmalardan, glütensiz un karışımlarından oluşan lavaş örneklerinde nohut unu da dahil edilen kurubaklagil unlarının karışımı ile elde edilen lavaş örneğinde, lezzet istenen düzeyde olup tuzluluk oranı yeterli bulunmuştur (Erbil ve Karaçeper, 2023).

Erişteler üzerine yapılan bir çalışmada; tuz kullanımı, erişte üretiminde önemli bir hammadde olduğu, ortalama %2.0 oranında tuz içeren eriştelere yapışkanlığın düştüğünü ve güçlü bir hamur elde edildiği tespit edilmiştir (Demir, 2008).

Uzak doğu kökenli erişte benzeri noodle üretiminde tuzun çok önemli bir bileşen olduğu, ilave edilme oranına bağlı hamuru kuvvetlendirip yapışkanlığı azalttığı, hamur glütteni üzerinde sıkılaştırıcı etki gösterdiği, lezzet ve tekstür özelliklerini geliştirdiği, enzim aktivitesi ve mikroorganizma gelişmesini inhibe ettiğine dair özellikleri görülmüştür (Kemahlıoğlu ve Demirağ, 2018).

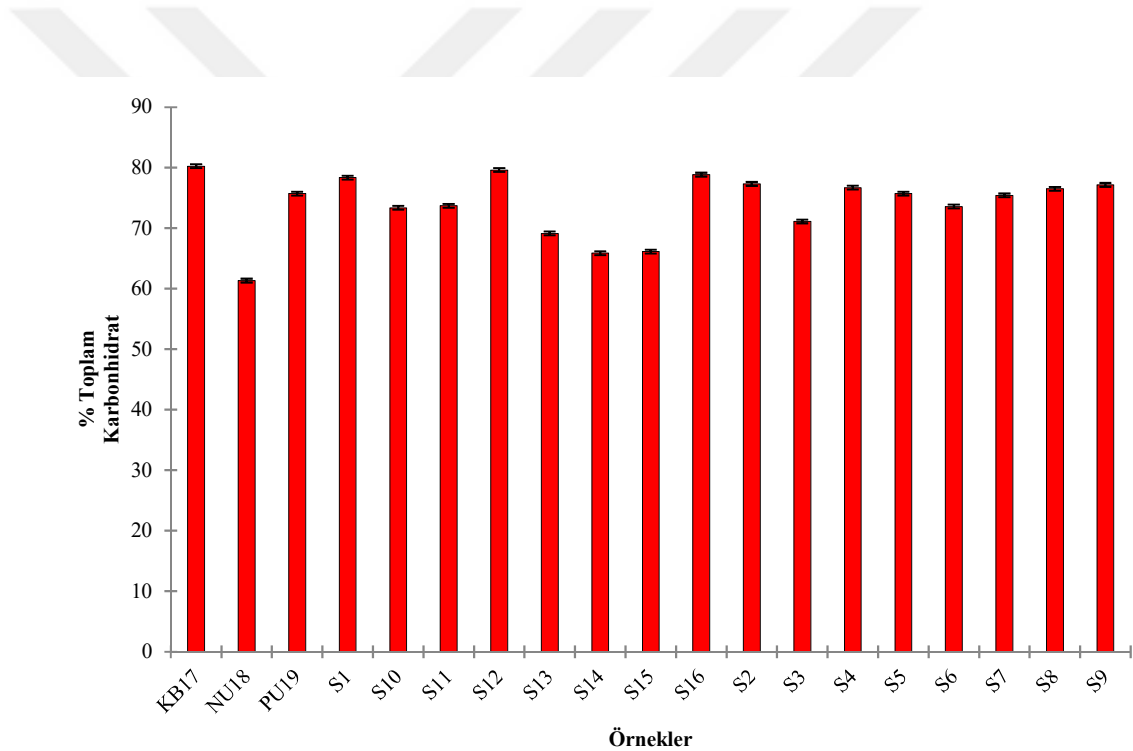
3.6. Toplam Karbonhidrat Analiz Sonuçları

Toplam karbonhidrat, gıdada bulunan çeşitli şeker, lif ve nişasta türlerini kapsar. Vücudun birincil enerji kaynağı olarak görev alırlar. Bunları anlamak, özellikle diyabet gibi rahatsızlıkları olan veya belirli beslenme hedeflerini hedefleyen kişiler için diyetleri yönetmek için çok önemlidir. Karbonhidratlar çeşitli biçimde adlandırılır. Basit

karbonhidratlar; meyvelerde, süt ürünlerinde ve işlenmiş gıdalarda bulunan glikoz, fruktoz ve laktoz gibi şekerleri içerir. Kompleks karbonhidratlar; nişasta ve liflerin yapısında olup tahıllarda, baklagillerde ve sebzelerde yaygın olarak bulunmaktadır.

Gıda etiketleri genellikle diyet lifi ve şekerler de dahil olmak üzere toplam karbonhidratları listeler. Bu, tüketicilerin doğal olarak oluşan şekerler (meyvelerdeki gibi) ile ilave şekerler (işlenmiş gıdalarda bulunanlar) arasında ayırım yapmasına yardımcı olur (Griel, vd. 2006).

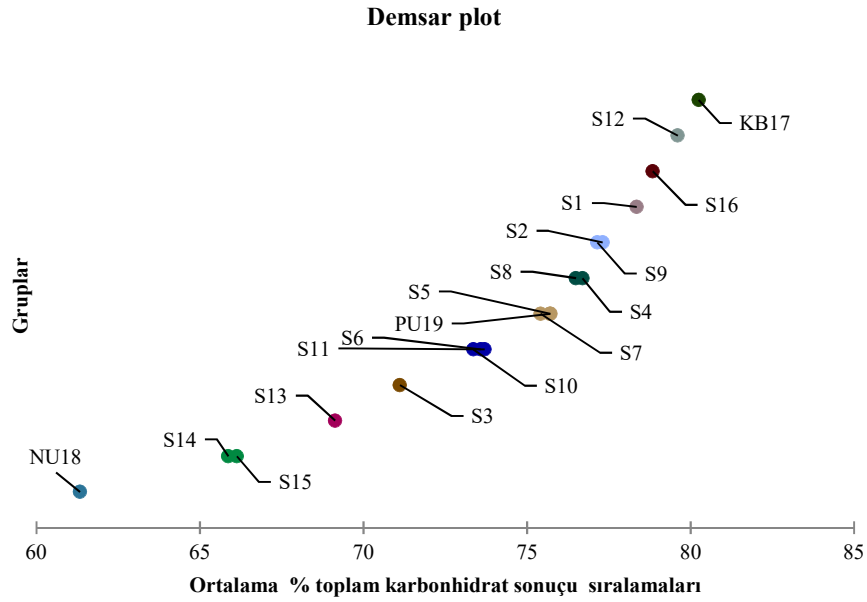
Karbonhidratlar kan şekeri seviyelerini etkiler. Glisemik indeksi yüksek gıdalar (basit karbonhidratlar, rafine şekerler) kanda daha hızlı ani yükselişlere neden olurken, karmaşık karbonhidratlar (tam tahıllar, sebzeler) daha istikrarlı bir şekilde enerji açığa çıkarır.



Şekil 33. % Toplam karbonhidrat sonuçlarına ait grafik

Düşük karbonhidratlı diyetler, ketojenik diyet gibi bazı diyetler, kilo kaybı veya belirli sağlık nedenleriyle karbonhidrat alımını kısıtlar. Diyabet yönetiminde, diyabetik bireyler için, kan şekeri seviyelerini yönetmek için karbonhidrat alımının izlenmesi ve kontrol edilmesi önemlidir. Karbonhidratların günlük kalori alımının önemli bir bölümünü (%45-65) oluşturması gerektiği öne sürülmektedir ve basit şekerler yerine karmaşık karbonhidratların alımı vurgu yapılmaktadır. Karbonhidratların önemli bir

bileşeni olan lif, sindirime, kan şekeri seviyelerinin kontrol edilmesine yardımcı olur ve tokluk hissini destekler (Griel, vd. 2006).



Şekil 34. % Toplam karbonhidrat sonuçlarına ait demsar grafiği

Karbonhidrat kaynakları olarak; meyve ve sebzeler, tam tahıllar, baklagiller, süt ürünleri ve işlenmiş gıdaların tümü değişen miktarlarda karbonhidrat içerir. Yiyeceklerdeki karbonhidrat türlerini ve miktarlarını anlamak, dengeli bir beslenmeyi sürdürmek ve belirli sağlık hedeflerine ulaşmak için çok önemlidir. Karbonhidrat alımını belirlerken metabolizma ve aktivite seviyeleri gibi bireysel faktörleri dikkate almak da önemlidir.

Yapılan bu çalışmaya ait siron ve hammaddelerin % toplam karbonhidrat analiz sonuçları Tablo 3'te ve Şekil 33'te; karbonhidrat analizlerine ait demsar grafiği ise Şekil 34'te verilmiştir.

Çalışmada yer alan siron örneklerinin ortalama toplam karbonhidrat değerleri %63.03 ile %79.6 arasında değişmektedir (Şekil 33). S2 nolu örnek %63.03 ile en düşük karbonhidrat oranını içerirken, S12 nolu siron örneği %79.6 ile en yüksek karbonhidrat oranını içerdiği tespit edilmiştir (Şekil 33 ve 34). Hammadde olarak kullanılan nohut, patates ve karabuğday unlarına ait % toplam karbonhidrat değerlerinin sırasıyla %61.33, %75.70 ve %80.25 arasında olduğu tespit edilmiştir. Hammaddeler arasında toplam karbonhidrat oranı %80.25 ile en yüksek karabuğday ununda olduğu görülmüştür.

Siron örneklerinden en yüksek toplam karbonhidrat oranına sahip S12 kodlu örneğin 0.75 patates unu ve 0.25 nohut unu karışımından elde edildiği , en düşük toplam karbonhidrat oranına sahip siron örneğinin ise S2 nolu siron örneğine ait olduğu görülmüştür.

Toplam karbonhidrat analizi ile renk analizi olan b^* değeri arasında önemli derecede negatif korelasyon (**-0.534**) bulunmuştur. Bu durum, toplam karbonhidrat artıkça b^* içeriğinin düştüğünü ya da karbonhidrat içeriği azaldıkça b^* değerinin arttığını göstermektedir. Siron örneklerinde % toplam karbonhidrat, % asitlik analizleri ile **-0.337** değerinde negatif korelasyon gösterirken, toplam flavanoid madde analizi (TFLK) ile **0.363** değerinde pozitif korelasyon göstermiştir (Tablo 4).

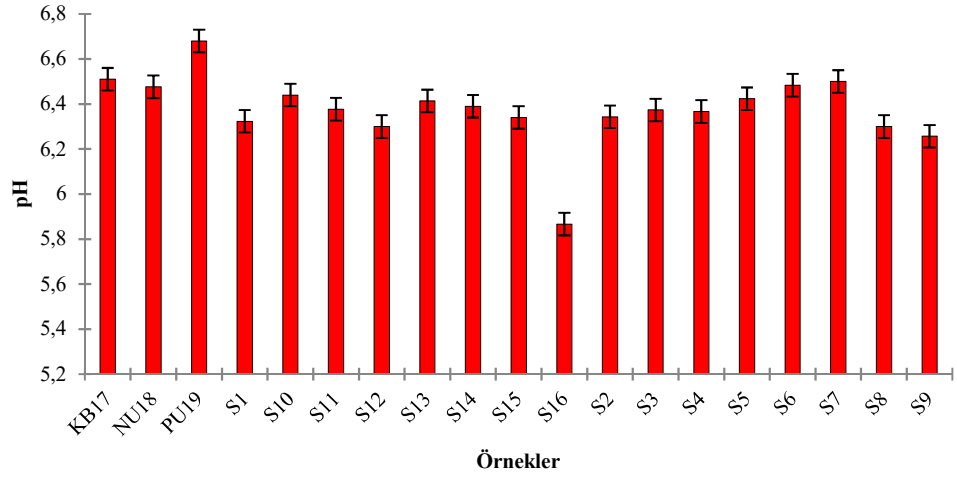
Demsar grafiğine baktığımızda toplam karbonhidrat miktarı hammadde olarak kullanılan karabuğday ununda en yüksek olduğu (%80.2) ve nohut ununda ise en düşük olduğu (%61.3) açıkça görülmektedir. Demsar grafiği ve Tablo 2’deki karışım oranlarına bakıldığında, toplam karbonhidrat oranı düşük olan S14 ve S15 kodlu sironların bir grup oluşturduğu ve üretilen sironların toplam karbonhidrat oranı en düşük hammadde olan nohut unu içeriklerinin ise sırasıyla 0.75 ve 1.0 olduğu görülmektedir.

3.7. pH ve Asitlik Analiz Sonuçları

pH ve asitlik, bir maddenin asidik veya bazik doğasını ölçen kavramlardır. pH, bir çözeltinin asitliğini veya bazlığını belirtmek için kullanılan bir ölçektir. 0’dan 14’e kadar değişir; burada 7 nötrdür. 7’nin altındaki değerler asitliği gösterirken, daha düşük sayılar daha yüksek asitliği gösterir. 7’nin üzerindeki değerler alkaliliği veya bazlığı belirtir; daha yüksek sayılar ise daha yüksek alkaliniteyi belirtir.

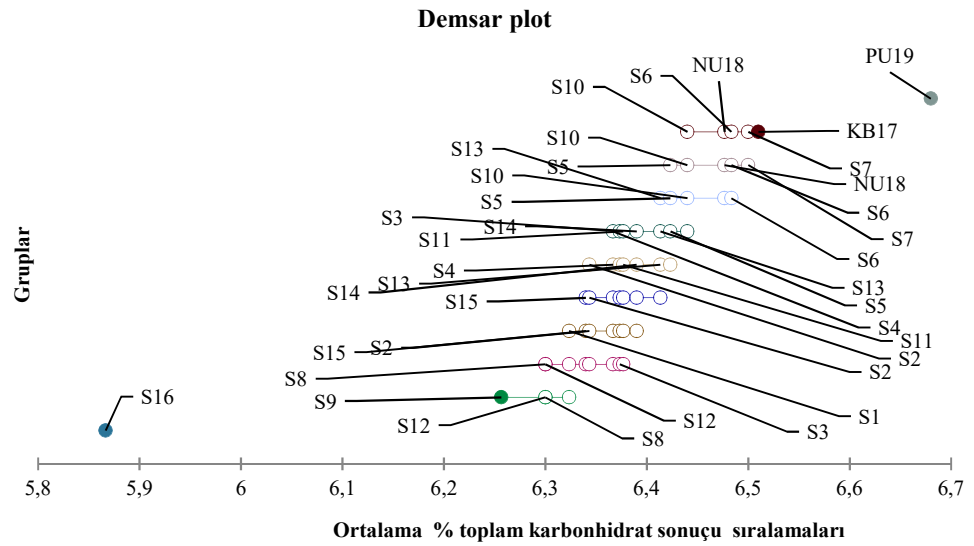
Yiyeceklerdeki asitlik, yemeklere ferahlatıcı veya keskin bir tat katan, tat dengesinin önemli bir bileşenidir. Ayrıca bazı gıdaların raf ömrünü uzatan doğal bir koruyucu görevi de görebilir. Bununla birlikte, aşırı yüksek asitlik diğer tatları bastırabileceğinden veya yiyecekleri tatsız hale getirebileceğinden, doğru asit seviyesini korumak çok önemlidir.

Gıdalarda asitlik tat, muhafaza ve hatta güvenlik açısından çok önemlidir. Diğerlerinin yanı sıra sitrik asit, asetik asit, laktik asit veya malik asit gibi asidik bileşiklerin varlığı nedeniyle oluşur. Bu bileşikler gıdalarda doğal olarak bulunabileceği gibi, işleme sırasında kasıtlı olarak da eklenebilir. Gıdadaki asitlik, ekşi veya keskin bir tat veren asidik bileşiklerin varlığını ifade eder (Bangar vd., 2022).

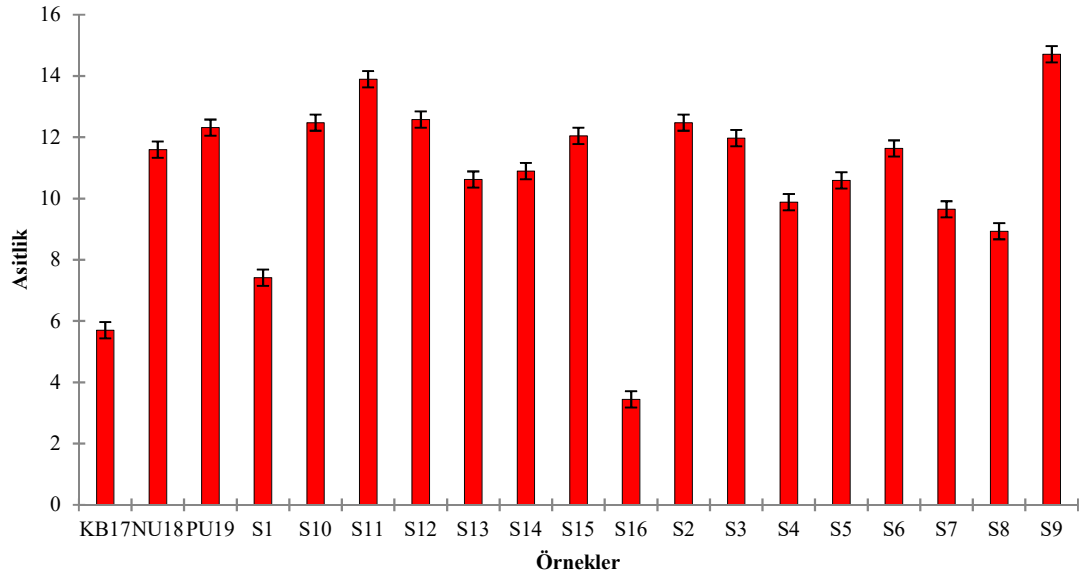


Şekil 35. pH sonuçlarına ait grafik

Bu bileşikler gıdanın genel lezzet profiline katkıda bulunur. Yoğurt, turşu ve bazı peynirler gibi fermente gıdalar da fermentasyon işlemi sırasında laktik asit veya asetik asit gibi asitlerin üretilmesi nedeniyle yüksek asitliğe sahiptir.

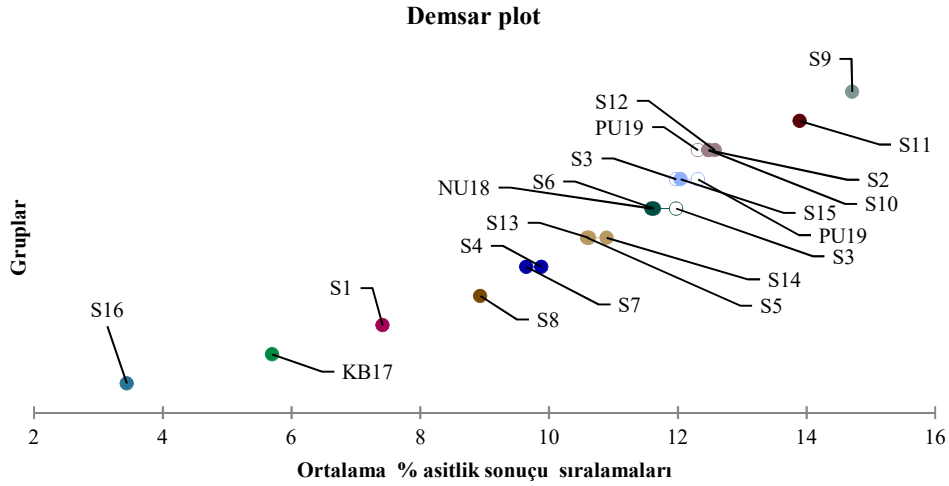


Şekil 36. pH sonuçlarına ait demsar grafiği



Şekil 37 % Asitlik sonuçlarına ait grafik

Yemek pişirirken asitlik, sirke, limon suyu veya belirli şarap türleri gibi asitli bileşenler eklenerek artırılabilir veya ayarlanabilir. Bu bileşenler yalnızca tada katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda bakteri üremesini engelleyerek gıdanın korunmasında da rol oynayabilir.



Şekil 38. % Asitlik sonuçlarına ait demsar grafiği

Yiyeceklerin asitliğine çeşitli faktörler katkıda bulunur. Örneğin; limon, portakal ve domates gibi bazı meyve ve sebzeler sitrik asit gibi doğal asitler içerir. Bunlar karakteristik keskin tatlarına katkıda bulunur. Fermantasyon; yoğurt, turşu ve lahana

turşusu gibi fermente gıdalar, fermentasyon işlemi sırasında laktik asit veya asetik asit üretimi nedeniyle asidiktir. Sirke gibi asitler, bakterilerin ve diğer patojenlerin gelişemeyecekleri bir ortam yaratarak büyümelerini engelledikleri için gıdaların korunmasında kullanılır. Asitli malzemelerle marine etmek veya yemeklere limon suyu veya sirke eklemek gibi pişirme yöntemleri, yiyeceklerin asitliğini artırabilir.

Gıdalarda doğru pH ve asit oranının korunması hem lezzet hem de güvenlik açısından önemlidir. Yüksek asitlik ekşi bir tat verebilir ve koruyucu görevi görebilir; gıdalardaki aşırı asitlik de büyük miktarlarda tüketildiğinde sağlık riskleri oluşturabilir. İstenilen tat profilini elde etmek ve yiyecekleri etkili bir şekilde korumak için pişirme sırasında asitliği dengelemek genellikle çok önemlidir (Quitmann vd. 2014).

Tablo 3'te verilen pH ve asitlik analiz sonuçları incelendiğinde; örnekler aynı sütunda farklı harfler ile işaretlenmiş olup, ortalamalar Duncan testine göre istatistiki olarak birbirleri ile farklılık göstermektedir ($p<0.05$).

Yapılan bu çalışmaya ait siron ve hammaddelerin pH analiz sonuçları Tablo 3'te ve Şekil 35'te; Demsar grafiği ise Şekil 36'da verilmiştir. Çalışmada yer alan siron örneklerinin ortalama pH değerleri 5.87 ile 6.50 arasında değişmektedir (Şekil 35). S16 nolu kontrol örneği 5.87 ile en düşük pH değerini içerirken, S7 nolu örneğin (karabuğday-patates unu; 0.25-0.75) 6.50 ile en yüksek pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Hammadde olarak kullanılan nohut, karabuğday ve patates unlarına ait pH değerleri sırasıyla 6.48, 6.51 ve 6.68 olarak bulunmuştur.

Tablo 4'te fizikokimyasal analiz sonuçlarının korelasyon tablosuna bakıldığında pH analizi ile asitlik analizi arasında **0.404** değerinde pozitif korelasyon, su aktivitesi analizi ile **0.431** değerinde pozitif yönlü korelasyon görülmüştür. Aynı zamanda pH analizi ile FRAP (toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi) arasında **0.510** değerinde önemli derecede pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Tablo 4).

pH sonuçlarına ait demsar grafiğine bakıldığında siron örneklerinden S16 nolu 5.87 pH değeri ile tamamı buğday unundan elde edilen kontrol örneği hariç tüm siron ve hammaddelerin pH değerlerinin 6.20 üzerinde olduğu görülmektedir. Nohut unu ve karabuğday unu hammaddelerinin de birbirleri yakın değerlerde pH değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Demsar grafiği ile Tablo 2'deki karışım oranları arasındaki ilişkiye bakıldığında, hammaddelerden en yüksek pH değerine sahip patates unu iken aynı zamanda siron örneklerinden en yüksek pH değerine sahip S7 örneğinin 0.75 oranında patates unu içerdiği görülmüştür.

Siron ve hammaddelerin asitlik analiz sonuçları Tablo 3'te ve Şekil 37'de; demsar grafiği ise Şekil 38'de verilmiştir. Çalışmada yer alan siron örneklerinin ortalama asitlik

değerleri 3.44 ile 14.71 arasında değişmektedir (Şekil 37). Hammaddelerin asitlik analizleri sonuçları değerlendirildiğinde ise 5.70 ile 12.31 arasında değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Siron örneklerinde en yüksek asitlik değeri S9 nolu 0.5 nohut unu, 0.25 patates unu ve 0.25 karabuğday unu katkılı örnek olup, en düşük asitlik değeri ise S16 nolu tamamı buğday unundan elde edilen kontrol örneğinde görülmüştür.

Hammaddeler kendi aralarında değerlendirildiğinde karabuğday unu 5.70 ile en düşük asitlik değerini içerirken, patates unu 12.31 ile en yüksek asitlik değerine sahip olmuş; nohut unu ise 11.59 değerinde asitlik göstermiştir.

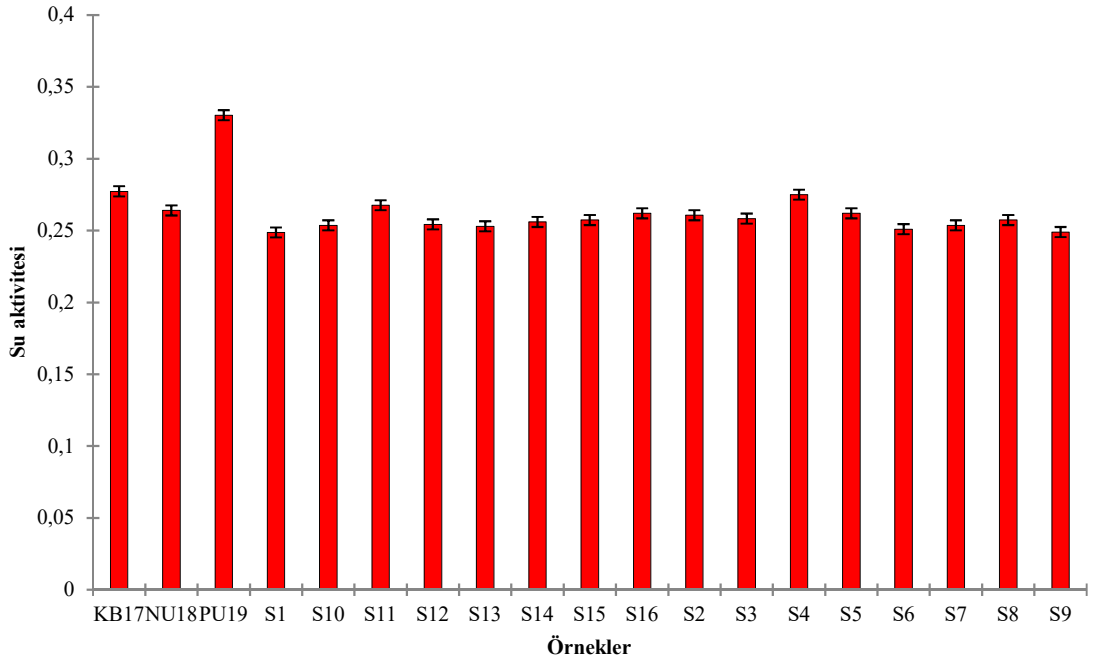
Asitlik analizi ile L* parlaklık değeri arasında önemli derecede (**-0.514**) negatif korelasyon görülmüştür. Asitlik ile b* analizi arasında pozitif yönlü korelasyon (**0.576**); asitlik analizi ile ΔE^* analizi arasında aynı şekilde pozitif yönde korelasyon (**0.523**) ve TAK (toplam antioksidan madde) arasında önemli derecede pozitif yönde korelasyon (**0.578**) tespit edilmiştir (Tablo 4).

Asitlik sonuçlarına ait demsar grafiğine bakıldığında, hammadde ve sironlar 11 adet grup oluşturmuştur. S16 kodlu kontrol örneği ve karabuğday unlu hammaddenin asitlik değerinin 6.0'ın altında olduğu görülmektedir. S9 nolu siron örneğinin en yüksek (14.71) asitlik değerinde olduğu ve hemen ardından S11 nolu siron örneğinin 13.89 değeri ile yüksek asitlik içeren örneklerden olduğu görülmektedir. Demsar grafiği ile Tablo 2'deki karışım oranları arasında ilişkiye bakıldığında, aralarında bir korelasyon olmadığı anlaşılmaktadır.

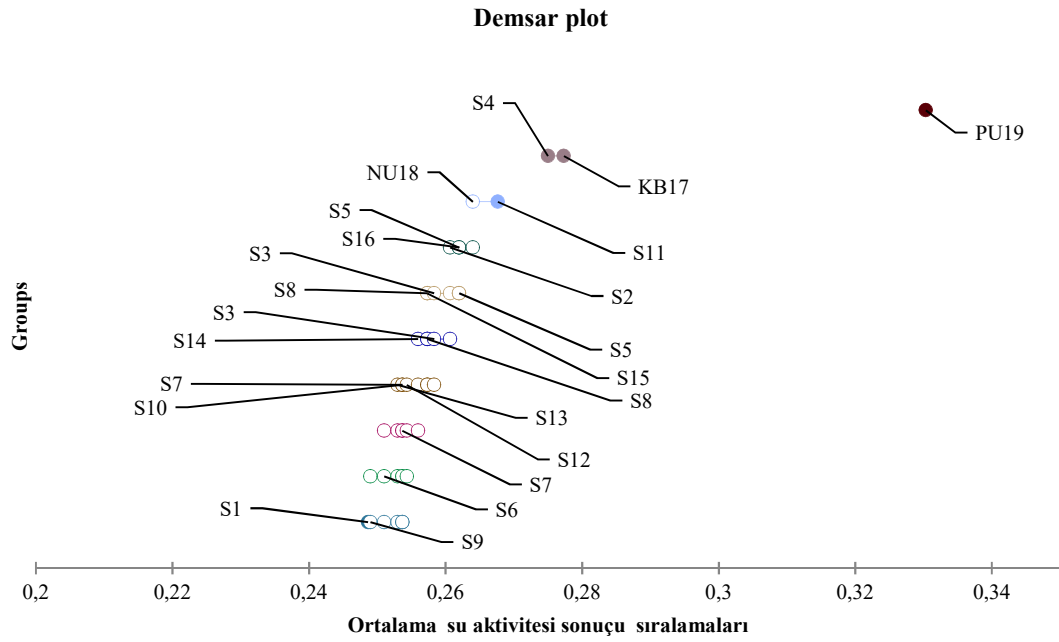
Tablo 3'te verilen pH ve asitlik analiz sonuçları incelendiğinde, örneklerin aynı sütunda farklı harfler ile işaretlenmiş olup, ortalamalar Duncan testine göre istatistiki olarak birbirleri ile farklıdır ($p<0.05$).

3.8. Su Aktivitesi Analiz Sonuçları

Gıdalardaki su aktivitesi (aw), ürün içindeki mikrobiyal ve kimyasal reaksiyonlar için mevcut su miktarını ifade eder. 0 ile 1 arasında değişen boyutsuz bir parametredir. Burada 0 mevcut suyu temsil etmez ve 1 saf suyu temsil eder. Su aktivitesi, birçok gıda ürününün stabilitesini, raf ömrünü ve güvenliğini belirlemede önemli bir faktördür. Bir gıda ürününün su aktivitesi, serbest su, bağlı su ve çözünen maddelerle ilişkili su gibi farklı şekillerde su varlığından etkilenir. Su aktivitesinin izlenmesi esastır, çünkü mikrobiyal büyüme, kimyasal reaksiyonlar ve gıda ürününün genel stabilite potansiyelini tahmin etmeye yardımcı olur (Estrada-Bahena vd., 2022).



Şekil 39. Su aktivitesine ait grafik



Şekil 40. Su aktivitesi sonuçlarına ait demsar grafiği

Kimyasal reaksiyonlar bakımından lipid oksidasyonu, enzimatik kahverengi ve Maillard Browning gibi bazı kimyasal reaksiyonlar su aktivitesinden etkilenir. Su aktivitesinin izlenmesi ve kontrol edilmesi, bu reaksiyonları yavaşlatmaya veya önlemeye yardımcı olabilir, gıdaların kalitesini ve duyu özelliklerini koruyabilir.

Su aktivitesi sonuçlarını yorumlamak ve gıda ürünlerinin analizinde kullanmak için bazı genel durumlar şöyledir. Mikrobiyal stabilite açısından mikroorganizmalar büyüme için su gerektirir ve su aktivitesini kontrol ederek bozulma mikroorganizmalarının ve patojenlerin büyümesini önleyebilirsiniz. Birçok bakteri, maya ve küf gelişebilecekleri belirli su aktivitesi aralıklarına sahiptir. Bu kritik seviyelerin altındaki su aktivitesinin korunması, bir ürünün raf ömrünü uzatmaya yardımcı olabilir (Estrada-Bahena vd., 2022).

Doku ve gevreklik bakımından su aktivitesi, bazı gıda ürünlerinin dokusunu da etkiler. Örneğin, gevrek atıştırmalıklarda veya tahıllarda, belirli bir su aktivitesi seviyesini korumak, istenen doku ve ağız hissini korumak için çok önemlidir.

Ambalaj malzemeleri, ürünün su aktivitesini etkileyen su buharı iletimini etkileyebilir. Gıdaların su aktivitesini anlamak, ürün kalitesini korumak için uygun ambalaj malzemelerinin seçimine rehberlik edebilir.

Düzenleyici mevzuatlar bakımından, bazı düzenleyici standartlar, güvenlik ve kaliteyi sağlamak için belirli gıda ürünleri için maksimum su aktivite seviyelerini belirtir. Su aktivitesinin anlaşılması ve izlenmesi, bu düzenlemelere uyum sağlamaya yardımcı olabilir.

Su aktivitesini ölçmek için, su aktivitesi sayaçları veya higrometreler adı verilen özel aletler kullanılır. Sonuçlar tipik olarak 0 ile 1 arasında sayısal bir değer olarak rapor edilir. Özetle, gıdalarda su aktivitesinin analiz edilmesi, mikrobiyal büyümeyi, kimyasal reaksiyonları ve genel ürün stabilitesini tahmin etmek ve kontrol etmek için çok önemlidir. Bu bilgiler, gıda ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini sağlamak için gıda üreticileri, kalite kontrolü ve düzenleyici uyumu için değerlidir.

Tablo 3'te verilen su aktivitesi analiz sonuçları incelendiğinde örneklerin aynı sütunda farklı harfler ile işaretlenmiş olup, ortalamalar Duncan testine göre istatistiki olarak birbirleri ile farklıdır ($p < 0.05$).

Yapılmış olan bu çalışmaya ait siron ve hammaddelerin su aktivitesi (aw) analiz sonuçları Tablo 3, Şekil 39 ve Şekil 40'ta verilmiştir. Çalışmada yer alan siron örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.25 ile 0.28 arasında değişmektedir (Şekil 39). Siron örnekleri su aktivitesi analiz sonuçları irdelendiğinde S1, S6, S7, S9, S10, S12 ve S13 nolu siron örneklerinin su aktivitesi değerlerinin 0.25 ile en küçük değerleri aldığı gözlenirken, S4 kodlu örneğin 0.28 ile en büyük su aktivitesi değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Karabuğday (KB17), nohut (NU18) ve patates (PU19) unlarına ait hammadde örneklerinin su aktivitesi değerleri irdelendiğinde sırası ile 0.28, 0.26 ve 0.33 bulunmuştur.

Tablo 4'te fizikokimyasal analiz sonuçlarının korelasyon tablosu incelendiğinde, su aktivitesi analizi ile % rutubet arasında **0.650** değerinde pozitif korelasyon, su aktivitesi ile % KM arasında ise **-0.650** değerinde negatif yönlü korelasyon gözlenmiştir. Bunun yanında su aktivitesi % tuz ile **-0.498** negatif korelasyon; pH değeri ile **0.431** pozitif korelasyon göstermiştir (Tablo 4).

Patates unu ile birlikte diğer hammadde ve siron örnekleri su aktivitesi değeri açısından değerlendirildiğinde 0.33 ile en yüksek değere sahip örneğin patates unu örneği olduğu görülmektedir. Siron örnekleri arasından en yüksek su aktivitesi değerine sahip S4 nolu örneğin %50 patates ve %50 karabuğday unları kullanılarak üretildiği görülmüştür (Tablo 2).

Örnek ve hammaddelere ait demsar grafiğine bakıldığında, patates unu hariç hammadde ve siron örneklerinin su aktivitesi değerlerinin 0.25-0.28 arasındaki bölgede toplanarak bir grup oluşturduğu, patates ununa ait su aktivitesi değeri nedeniyle patates unu örneğinin ise grubun dışında kaldığı gözlenmiştir. Buğday unu kullanılarak üretilen kontrol örneğinin ise su aktivitesi değeri 0.26 bulunmuştur.

Su aktivitesi değeri a^* ve b^* renk değerleri ile sırasıyla **-0.344** ve **-0.336** değerlerinde önemli derecede negatif korelasyon göstermiştir. Dolayısıyla su aktivitesi değeri arttıkça a^* ve b^* renk değerlerinin azaldığı söylenebilir.

Literatürde, siron örneğinin aw değerine ait bir bilgi bulunmamakla birlikte; sirona en yakın gıdanın makarna olduğu görülmektedir. Kavrulmuş kabuklu meyveler, makarna, kurutulmuş ürünler, çorba, bakliyat, bazı baharatlar, ıhlamur, çay, kahve, pestil ve cips gibi bazı gıdalar düşük nemli ve dayanıklı gıda grubuna girmekte; dolayısı ile su aktivitesi değerleri 0.60'nın altında kalmaktadır. Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelendiği bir çalışmada, 25°C'de düşük nemli gıdalarda ölçülen aw değerlerine bakıldığında, çeşitli makarnaların aw değerlerinin 0.515-0.663 arasında değiştiği, ortalama değerin ise 0.570 olduğu tespit edilmiştir (Özay vd., 1993). Erişte ve noodle ürünlerinin aw değerlerinin ölçüldüğü başka bir çalışmada, erişte ve noodle ürünlerinin aw değerlerinin 0.479-0.662 arasında olduğu, noodle örneklerinin ise aw değerlerinin 0.284-0.418 arasında olduğu tespit edilmiştir (Kemahlıoğlu ve Demirağ, 2018). Dolayısıyla siron örneklerinin aw değerlerinin kısmen daha düşük olduğu tespit edilmekle birlikte örneklerin mikrobiyolojik bozulmalara karşı dayanıklı ve uygun koşullarda uzun süre muhafaza edilebilen dayanıklı gıda grubuna girebileceği söylenebilir.

3.9. Renk Analiz Sonuçları

Işığın spektral dağılımına tabi olarak meydana gelen bir görünüş olgusu biçiminde tanımlanan cisimlerdeki renk kavramı, gıdalar üzerinde düşünüldüğünde meyve ve sebzelerde olgunlaşmanın renk değişimi ile paralellik göstermesi, bazı gıdalarda koku, tat ve doku özelliklerindeki değişimlerle birlikte renk değişiminin de ortaya çıkması ve belirli gıdalardaki belirli renk özelliklerini arzulayan tüketici grubu tercihleri açısından da oldukça önemli bir yere sahiptir (Velioğlu, 1987).

Gıdalardaki renk, onların çekiciliğine, tat algısına ve hatta besin değerlerine katkıda bulunan önemli bir unsurdur. Gıdalardaki doğal renkler, çeşitli meyve, sebze ve diğer doğal kaynaklarda bulunan pigmentlerden elde edilir. Yiyecek rengi yalnızca estetikle ilgili değildir; aynı zamanda besin içeriğini de ifade edebilir. Örneğin, parlak renkli meyve ve sebzeler genellikle sağlığa faydalı çeşitli vitaminler, mineraller ve antioksidanlar içerir. Yapay gıda boyası da renkleri geliştirmek veya renk vermek için kullanılmakta, ancak doğal pigmentlerle aynı besinsel faydaları sunmayabilmektedir.

Gıdanın kalite standardını sağlaması dışında, araştırma geliştirme, üretim basamaklarının yeniden gözden geçirilmesi ve tüketici isteklerinin belirlenmesi amacıyla renk analizi yapılır. Renk analizleri duysal, görsel veya enstrümantal yöntemlerle yapılmaktadır. İnsan gözü yaklaşık on milyondan fazla rengi ayırt edebilecek özelliğe sahiptir. İnsanın renk belleğinin zayıf olması nedeniyle, sayısal bir yanıt verememesi, ton, renk değeri, duygunluk gibi parametrelerin tespit edilememesinden dolayı renk ölçüm sistemleri oluşmuştur (Özdoğan, 2021). Dolayısıyla gıdalarda renk ölçümü hassalıkla ilgilenilmesi gereken bir konu olmakla birlikte ölçüm göz ile yapılan öznel bir değerlendirme olduğunda sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir. Bu nedenle çeşitli cihazlar kullanılarak yapılan objektif ölçümlere ihtiyaç duyulmaktadır (Üren, 1999).

Tüketicilerin ürün tercihini etkileyen en önemli faktör renktir. Renk, diğer kalite ölçütlerini etkilemede de önemli bir rol oynar (Salehi, 2020). Gıda sektöründe en sık karşılaşılan sorunlardan biri ürün renginin farklılık göstermesi, bunun da satışları etkilemesidir. Bu nedenle gıda sektöründe renklendiricilerden yararlanılmaktadır. Hamur işleri, ekmek, çörek vb. ürünlerde renk çok önemlidir. Renk, alıcının gözüne çarpan ilk şeydir. Özellikle parlak kırmızı rengin artmasıyla bu tür ürünlerin beğenisi artmaktadır. Sonuç olarak, hamur işlerine, çöreklerle ve diğer öğelere daha çekici görünmelerini sağlamak için renklendirici uygulanır veya eklenir (Delgado-Vargas ve Paredes-Lopez, 2002).

Gıda rengini analiz ederken aydınlatma koşulları, numune hazırlama ve ölçülen belirli parametreler (ton, renk veya yoğunluk gibi) gibi faktörlerin dikkate alınması

önemlidir. Farklı gıdalar, renklerini doğru bir şekilde analiz etmek için farklı yöntemler veya tekniklerin bir kombinasyonunu gerektirebilir.

Tablo 5. Renk analiz sonuçları

Örnekler	L*	a*	b*	ΔE*
S1	74.46 ^{ef} ±0.11	2.89 ^k ±0.06	14.15 ^k ±0.12	13.48 ^g ±0.10
S2	82.01 ^j ±0.24	1.16 ^d ±0.05	18.86 ^{de} ±0.07	6.83 ^c ±0.22
S3	79.54 ⁱ ±0.21	0.89 ^c ±0.04	17.59 ^c ±0.25	8.50 ^d ±0.27
S4	74.98 ^f ±0.11	2.16 ⁱ ±0.07	14.99 ^{ijk} ±0.12	12.81 ^f ±0.10
S5	70.80 ^{bc} ±0.60	2.57 ^j ±0.05	16.52 ^{jk} ±0.14	17.07 ⁱ ±0.58
S6	70.90 ^{bc} ±0.47	2.01 ^{ghi} ±0.03	17.41 ^h ±0.09	17.00 ⁱ ±0.46
S7	76.39 ^h ±0.24	1.61 ^{ef} ±0.08	13.51 ^g ±0.03	11.45 ^e ±0.23
S8	74.36 ^e ±0.10	3.05 ^k ±0.04	18.75 ⁱ ±0.34	14.06 ^g ±0.09
S9	70.42 ^b ±0.17	1.81 ^{fg} ±0.06	18.48 ^{gh} ±0.27	17.62 ⁱ ±0.19
S10	72.70 ^d ±0.28	1.42 ^e ±0.06	17.69 ^e ±0.04	15.22 ^h ±0.28
S11	71.12 ^c ±0.20	1.49 ^e ±0.03	19.05 ^f ±0.10	17.04 ⁱ ±0.20
S12	70.68 ^{bc} ±0.92	1.85 ^{fgh} ±0.09	17.83 ^{gh} ±0.03	17.26 ⁱ ±0.91
S13	76.97 ^h ±0.11	2.01 ^{ghi} ±0.10	19.23 ⁱ ±0.12	11.58 ^c ±0.14
S14	68.97 ^a ±0.18	2.11 ^{hi} ±0.53	15.42 ^{ij} ±0.16	18.78 ^j ±0.12
S15	82.80 ^k ±0.57	0.91 ^c ±0.17	17.62 ^c ±0.07	5.50 ^b ±0.52
S16	87.78 ^l ±0.15	0.27 ^a ±0.01	15.26 ^a ±0.39	0.34 ^a ±0.24
KB17	89.77 ⁿ ±0.16	0.50 ^b ±0.02	7.40 ^b ±0.05	8.01 ^d ±0.09
NU18	89.14 ^m ±0.43	1.85 ^{fgh} ±0.09	23.01 ^{gh} ±0.65	8.19 ^d ±0.73
PU19	75.63 ^h ±0.15	0.94 ^{cd} ±0.02	13.89 ^d ±0.16	12.10 ^e ±0.14

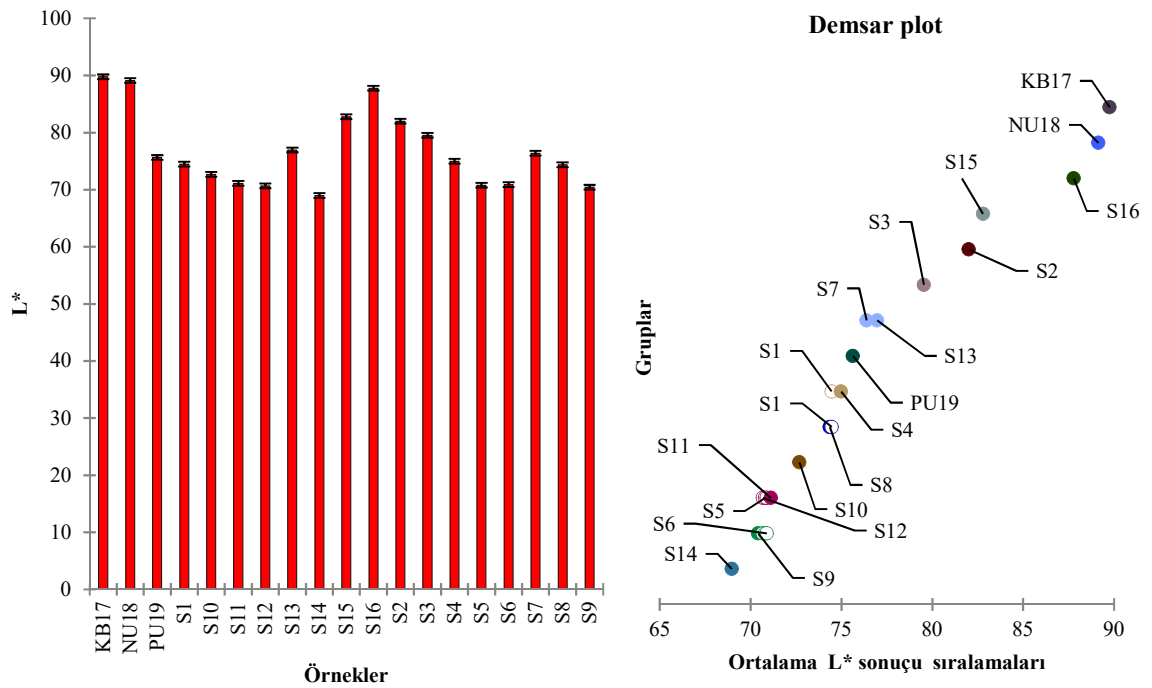
Tabloda bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05). n:3

Fırında pişirme sırasında yüksek sıcaklıklarda indirgen şekerleri ve amino asitleri içeren Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları ayrıca kullanılan temel hammadde ve hammadde karışımları siron numunelerinde renk oluşumu ve değişiminin nedenidir.

Siron numunelerindeki renk değerleri ΔE^* , L^* , a^* ve b^* değerleri cinsinden ifade edilmiştir. Tablo 5'te örnek ve hammaddelere ait renk analiz sonuçları verilmiştir.

3.9.1. L^* Analiz Sonuçları

Örnek ve hammaddelere ait renk analiz sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir. Siron örneklerinin L^* (parlaklık; $L^*=100$, beyaz; $L^*=0$, siyah) değerleri incelendiğinde 68.97 ile 87.78 arasında değiştiği görülmektedir. Değerlere bakıldığında en düşük L^* değerinin S14 nolu patates-nohut unu (0.25-0.75) içerikli siron örneğinde olduğu, en yüksek L^* değerinin ise piyasadan satın alınan tamamen buğday unundan üretilmiş S16 nolu örnekte olduğu görülmüştür. Bunun yanında örnekler arasında S16 nolu örnekten sonra L^* değeri 82.80 ile tamamen nohut unundan üretilmiş S15 nolu örnek ile 82.01 ile S2 nolu karabuğday-patates unu (0.75-0.25) içerikli örnekte yüksek bulunmuştur.



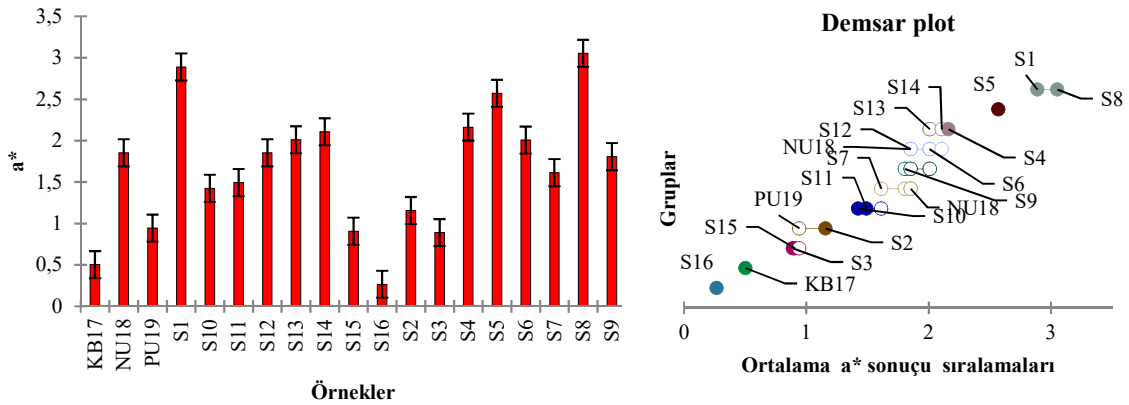
Şekil 41. L^* renk değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri

Örnek ve hammaddelerin L^* değerleri irdelendiğinde en yüksek L^* değerine 89.77 ile KB17 (karabuğday unu) nolu hammaddenin sahip olduğu görülmüştür (Şekil 41). Tablo 5'te verilen renk analiz sonuçlarından görüldüğü üzere S5 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.5-0.25-0.25) içerikli örnek, S6 nolu karabuğday- nohut unu (0.5-0.5) içerikli örnek ve S12 nolu patates-nohut unu (0.75-0.25) içerikli siron örneğinin L^* değerleri istatistiki açıdan farklı değildir ($p>0.05$). Bunun yanında örnek ve hammaddeler

arasında bir değerlendirme yapıldığında S7 nolu karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli örnek, S13 nolu patates-nohut unu (0.5-0.5) içerikli örnek ve hammaddeler arasından PU19 nolu patates unu L* değerleri istatistiki açıdan farklı değildir ($p>0.05$). Hammaddeler L* değeri açısından kendi arasında değerlendirildiğinde KB17, NU18 ve PU19 L* değerleri sırasıyla 89.77, 89.14 ve 75.63 olarak bulunmuştur. Pirinç ve mısır nişastası kullanılarak üretilen glütensiz bisküvilerin besinsel içeriğini zenginleştirmek amacıyla karabuğday, nohut ve keçiyoynuzu unu ilave edilen bisküvilerde en yüksek L* değerine sahip bisküvilerin karabuğday unu ve nohut unu ilaveli bisküviler olduğu, keçiyoynuzu unu ilavesinin ise L* değerlerinde düşüşe neden olduğu görülmüştür (Kunt, 2018).

3.9.2. a* Analiz Sonuçları

Tablo 5'te verilen renk analiz sonuçlarına göre siron örnekleri irdelendiğinde a* (kırmızılık) değerinin 0.27 ile 3.05 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük a* değerine sahip siron örneğinin 0.27 ile %100 buğday unu ile üretilen S16 nolu örnek olduğu, en yüksek a* değerine sahip siron örneğinin ise S8 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.5-0.25) içerikli siron örneği olduğu görülmüştür (Şekil 42).



Şekil 42. a* Renk değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri

Hammadde örnekleri karşılaştırıldığında KB17, NU18 ve PU19 nolu örneklerin a* değerlerinin sırası ile 0.50, 1.85 ve 0.94 olduğu görülmüştür. S10 nolu karabuğday - nohut unu (0.25-0.75) içerikli siron örneği ile %100 patates unu kullanılarak üretilen S11 nolu siron örneğinin bunların yanında S3 nolu karabuğday-nohut unu (0.75-0.25) içerikli siron örneği ile S15 nolu %100 nohut unu kullanılarak üretilen örneğin a* değerlerinin istatistiki açıdan farklı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Dolayısı ile nohut unu ve/veya

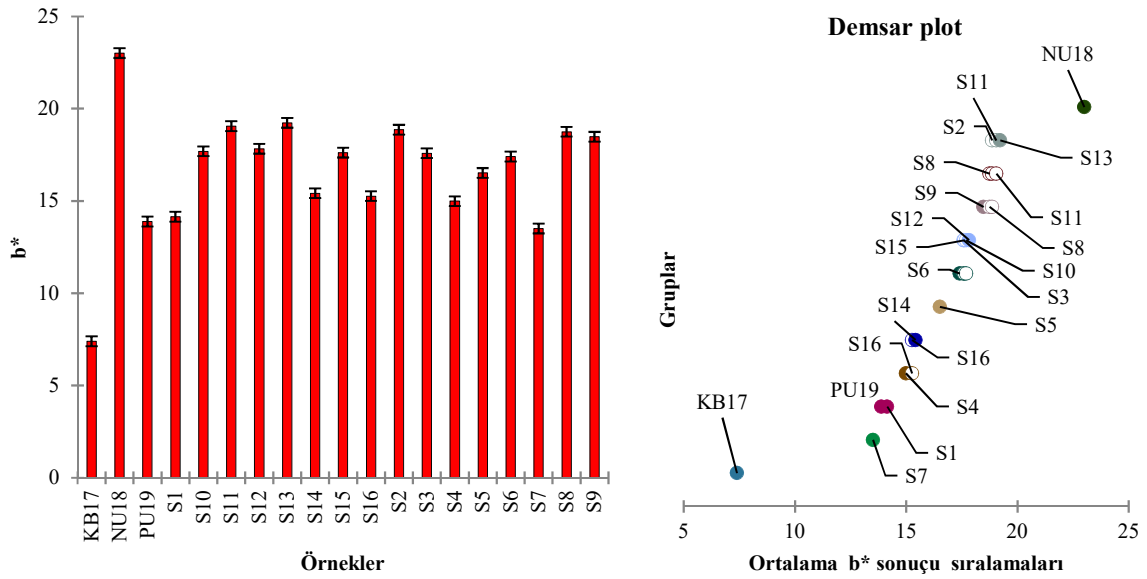
patates unu ilavesinin a^* değerinde artışa sebep olduğu söylenebilir. Pirinç temelli glütensiz ekmek üretiminde farklı nispetlerde nohut unu kullanılmasının imal edilen örneklerle etkisinin irdelendiği bir çalışmada, nohut unu ilavesinin protein ve kül oranının yanı sıra L^* , a^* ve b^* değerlerini de artırdığı tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Barışık ve Tavman, 2018). Glütensiz un karışımına değişen oranlarda kırık leblebi unu ilavesinin eriştelere besinsel niteliklerine ve pişme kalitesine etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada, kırık leblebi unu ilave oranının artması ile örneklerin L^* değerinde azalma, a^* ve b^* değerlerinde ise artma gözlenmiştir (Şahin vd., 2022).

3.9.3. b^* Analiz Sonuçları

Siron örneklerine ait b^* (sarılık) değeri analiz sonuçları değerlendirildiğinde 13.51 ile 19.23 arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 5). Siron örnekleri arasında en düşük b^* değeri S7 nolu karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli sirona gözlenirken, en yüksek b^* değeri ise S13 patates-nohut unu (0.5-0.5) içerikli siron örneğinde tespit edilmiştir. KB17, NU18 ve PU19 nolu hammaddelerin b^* değerleri sırası ile 7.40, 23.01 ve 13.89 olarak bulunmuştur. Hammadde ve siron örnekleri birlikte değerlendirildiğinde, en düşük b^* değeri 7.40 ile KB17 nolu hammaddede ve en yüksek b^* değeri ise 23.01 ile NU18 nolu hammadde örneğinde gözlenmiştir (Şekil 43).

Hammadde ve siron örneklerinin b^* değerlerine bakıldığında S9 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.25-0.5) içerikli siron örneği, S12 nolu patates-nohut unu (0.75-0.25) içerikli siron örneği ve NU18 nolu nohut unu örneği değerlerinin istatistiki açıdan farklı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Nohut ununun, üretilen ürünü zenginleştirmek amacıyla geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine yapılan bir çalışmada, erişte üretiminde nohut unu kullanımının b^* değerini artırdığı gözlenmiştir (Demir, 2008).

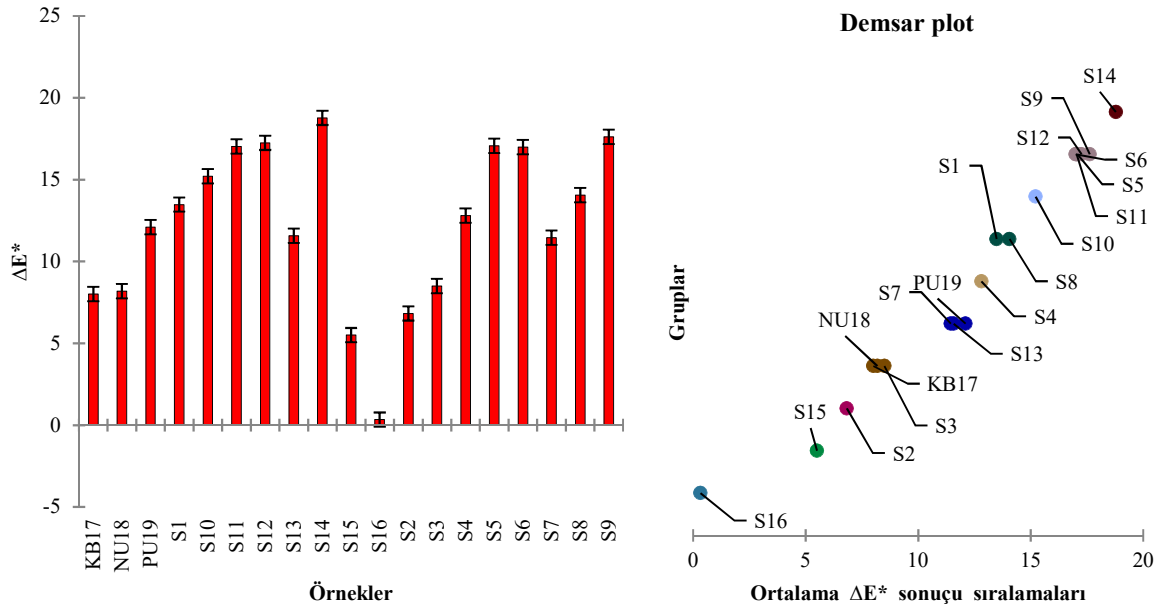
Yapılan bu çalışmada, patates unu ve nohut ununun birlikte kullanıldığı siron örneklerinde b^* değerinin artmasının nedeninin, kullanılan hammaddelerin doğal renginden kaynaklanmasının yanında, pişirerek kurutma işlemi nedeni ile hammadde kaynaklı maillard reaksiyonu olduğu düşünülmüştür.



Şekil 43 b* Renk değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri

3.9.4. ΔE^* Analiz Sonuçları

Tablo 5'te L^* , a^* ve b^* renk analiz sonuç değerlerinden yararlanılarak ΔE^* renk farkı değeri hesaplanmıştır. Tablo 5'te verilen ΔE^* değerleri irdelendiğinde değerlerin siron örnekleri arasında 0.34-18.78 arasında değiştiği görülmektedir. Siron örnekleri arasında en yüksek ΔE^* değerine sahip örneğin S14 nolu patates-nohut unu (0.25-0.75) içerikli örnek, en düşük ΔE^* değerine sahip örneğin ise tamamen buğday unu kullanılarak üretilen kontrol örneği olduğu tespit edilmiştir (Şekil 44). Hammaddeler arasında ΔE^* değerine bakıldığında karabuğday, nohut ve patates unu ΔE^* değerleri sırası ile 8.01, 8.19 ve 12.10 olarak saptanmıştır. Tablo 4'teki fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre ΔE^* değeri % kül analizi ile **0.479** pozitif yönde korelasyon göstermiştir. Bunun yanında L^* değeri ile **-0.903** ve % yağ analizi ile **-0.412** negatif yönde korelasyon göstermiştir. Dolayısı ile L^* değeri arttıkça ΔE^* değerinin azaldığı söylenebilir.



Şekil 44. ΔE* Renk farkı değerlerine ait sütun ve demsar grafikleri

3.10. Antioksidan ve Biyoaktif Bileşenlere Ait Bulgular

Antioksidan bir madde, düşük konsantrasyonda mevcut olsa bile uygun substratın oksidasyonunu engelleyebilen herhangi bir madde veya bileşik olarak tanımlanmaktadır. 19. yüzyılın sonlarında ve başlarında, 20. yüzyılda antioksidanların keşfi, korozyonun önlenmesi, yakıtların polimerizasyonu, yanmalı motorlarda kirlenme ve kauçuğun vulkanizasyonu gibi çeşitli endüstriyel işlemlerde yer almaları nedeniyle bunlarla yapılan çalışmalar patlama ile sonuçlandı. Doymamış yağların oksidasyonunun önlenmesi için antioksidanların uygulanması, yağların ekşimesine yol açtığı için sınırlıydı. Antioksidan ajanlar olarak görev yapan A, C ve E vitaminlerinin tanımlanması bu alanda devrim yaratmış ve antioksidanların canlıların biyokimyasındaki önemini ortaya koymuştur. Antioksidanı anlamının bir başka yolu da, onun istenmeyen serbest radikal türlerine bir elektron bağışlayan, onu nötralize eden ve hasara neden olma yeteneğini sınırlayan stabil bir molekül olduğudur (Gupta, 2015).

Antioksidanlar, gıdalarda bulunan ve vücudun serbest radikal adı verilen zararlı moleküllerin neden olduğu hasarlardan korunmasına yardımcı olan bileşiklerdir. Bu serbest radikaller kalp hastalığı, kanser ve yaşlanma gibi çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına katkıda bulunabilir. Antioksidanlar bu serbest radikalleri nötralize ederek bunların vücut üzerindeki zararlı etkilerini azaltır. Çeşitli antioksidan türleri mevcuttur, örneğin; vitaminler: C vitamini, E vitamini ve beta-karoten birçok meyve ve sebzede bulunan iyi bilinen antioksidanlardır (Gupta, 2015).

Tablo 6. Antioksidan ve biyoaktif bileşenler analiz sonuçları

Örnekler	TFK mg GAE/100 g	TFLK mg QEE/100 g	TAK mg AAE/100 g	DPPH mg AAE/100 g	ABTS mg TEQ/100 g	FRAP mg FeSO ₄ mg/100 g
S1	182.28 ^{fg} _{±0.39}	47.16 ⁱ _{±1.52}	205.18 ^{cde} _{±16.67}	118.83 ^h _{±5.89}	469.73 ^{ij} _{±8.53}	119.93 ^{def} _{±4.89}
S2	74.28 ^b _{±2.67}	7.27 ^a _{±0.76}	246.24 ^{hi} _{±10.53}	25.06 ^b _{±2.00}	201.10 ^b _{±10.95}	43.26 ^b _{±2.80}
S3	132.55 ^c _{±3.53}	20.24 ^c _{±0.98}	247.71 ^{hi} _{±0.00}	67.65 ^d _{±4.12}	298.78 ^c _{±14.32}	121.88 ^{def} _{±2.33}
S4	143.37 ^{cd} _{±4.08}	43.59 ^h _{±1.19}	235.04 ^{gh} _{±4.67}	131.41 ⁱ _{±0.12}	487.41 ^j _{±4.21}	156.25 ^{hi} _{±9.52}
S5	212.00 ⁱ _{±2.98}	39.16 ^g _{±4.54}	236.11 ^{gh} _{±0.14}	105.18 ^g _{±17.89}	492.47 ^j _{±14.32}	166.02 ⁱ _{±8.32}
S6	175.93 ^{efgh} _{±7.76}	35.27 ^f _{±1.30}	256.11 ⁱ _{±3.07}	125.53 ^{hi} _{±5.06}	413.31 ^{gh} _{±2.06}	157.38 ^{hi} _{±8.60}
S7	197.18 ^{hi} _{±2.27}	44.89 ^{hi} _{±0.98}	190.77 ^{bc} _{±2.80}	121.06 ^h _{±3.41}	431.83 ^{hi} _{±9.26}	156.64 ^{hi} _{±8.43}
S8	152.40 ^{cdef} _{±5.18}	34.08 ^{ef} _{±2.06}	222.64 ^{efg} _{±9.07}	96.36 ^{fg} _{±4.36}	358.57 ^{def} _{±1.69}	136.57 ^{fgh} _{±3.79}
S9	210.98 ⁱ _{±6.35}	18.83 ^{bc} _{±0.65}	196.91 ^{cd} _{±2.40}	81.53 ^c _{±3.65}	382.99 ^{efg} _{±7.79}	125.84 ^{efg} _{±5.17}
S10	168.55 ^{defgh} _{±0.16}	28.67 ^d _{±0.54}	222.38 ^{efg} _{±9.87}	84.35 ^c _{±0.59}	338.36 ^{cde} _{±5.52}	144.46 ^{gh} _{±0.99}
S11	185.34 ^{ghi} _{±6.58}	17.00 ^{bc} _{±1.63}	213.58 ^{def} _{±5.33}	63.06 ^d _{±3.53}	317.31 ^{cd} _{±2.53}	105.24 ^{cde} _{±1.42}
S12	191.38 ^{hi} _{±5.14}	16.24 ^b _{±0.65}	226.37 ^{fg} _{±0.60}	84.36 ^c _{±1.30}	352.67 ^{de} _{±7.58}	113.73 ^{de} _{±0.80}
S13	154.83 ^{cdefg} _{±0.70}	29.86 ^d _{±3.03}	234.24 ^{gh} _{±10.00}	84.83 ^c _{±7.18}	356.05 ^{de} _{±34.53}	124.29 ^{efg} _{±13.74}
S14	166.59 ^{defgh} _{±0.86}	18.51 ^{bc} _{±0.11}	195.58 ^{cd} _{±7.33}	79.30 ^c _{±2.36}	300.47 ^c _{±3.85}	102.09 ^{cd} _{±4.28}
S15	125.65 ^c _{±5.26}	20.03 ^c _{±2.49}	244.91 ^{hi} _{±2.80}	45.41 ^c _{±3.06}	295.41 ^c _{±9.37}	90.23 ^c _{±0.92}
S16	33.88 ^a _{±8.55}	4.35 ^a _{±1.09}	84.51 ^a _{±7.74}	16.12 ^{ab} _{±3.17}	97.52 ^a _{±1.69}	10.30 ^a _{±0.21}
KB17	147.93 ^{cde} _{±0.70}	46.08 ^{hi} _{±2.17}	198.51 ^{cd} _{±1.74}	104.59 ^{fg} _{±4.35}	368.67 ^{ef} _{±6.00}	144.61 ^{gh} _{±1.49}
NU18	67.22 ^b _{±8.78}	4.89 ^a _{±2.27}	206.38 ^{cde} _{±3.47}	12.59 ^a _{±1.30}	198.57 ^b _{±1.69}	24.07 ^a _{±0.74}
PU19	191.93 ^{hi} _{±7.69}	31.38 ^{de} _{±0.87}	177.84 ^b _{±2.13}	94.94 ^f _{±6.94}	402.36 ^{fgh} _{±6.73}	135.93 ^{fgh} _{±5.61}

Çizelgede bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05). n:3

Mineraller; selenyum ve manganez antioksidan özelliklere sahip mineral örnekleridir. Polifenoller; bunlar bitkilerde bulunan çeşitli bileşik grubudur. Flavonoidler, fenolik asitler ve stilbenler meyveler, yeşil çay, kakao ve kırmızı şarap gibi gıdalarda bulunan polifenollerin örnekleridir. Karotenoidler; bu pigmentler, meyve ve sebzelere

canlı renklerini verirler. Domateslerdeki likopen ve havutaki beta-karoten buna örnektir(Gupta, 2015).

Biyoaktif bileşenler, gıdalarda bulunan ve temel beslenme fonksiyonlarının ötesinde sağlık üzerinde olumlu etkisi olan maddelerdir. Bu bileşikler antioksidan, antiinflamatuvar ve immün modüle edici özellikler dahil olmak üzere fizyolojik etkilere sahip olabilir. Biyoaktif bileşenlerin örnekleri şunlardır: Fitokimyasallar; bitkilerde doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Bunlar arasında polifenoller, flavonoidler, karotenoidler ve diğer antioksidanlar bulunur. Lif; meyvelerde, sebzelerde, tam tahıllarda ve baklagillerde bulunan lif, sindirim sağlığı için gereklidir ve kalp hastalığı ve diyabet riskini azaltmaya yardımcı olabilir(Gupta, 2015).

Omega-3 yağ asitleri; bu sağlıklı yağlar genellikle somon, chia tohumu ve keten tohumu gibi yağlı balıklarda bulunur. Antiinflamatuvar zellikleri ve kalp ve beyin sağlığındaki rolleriyle bilinirler. Probiyotikler; bunlar bağırsak sağlığını destekleyen faydalı bakterilerdir ve sıklıkla yoğurt, kefir ve kimchi gibi fermente gıdalarda bulunur(Gupta, 2015).

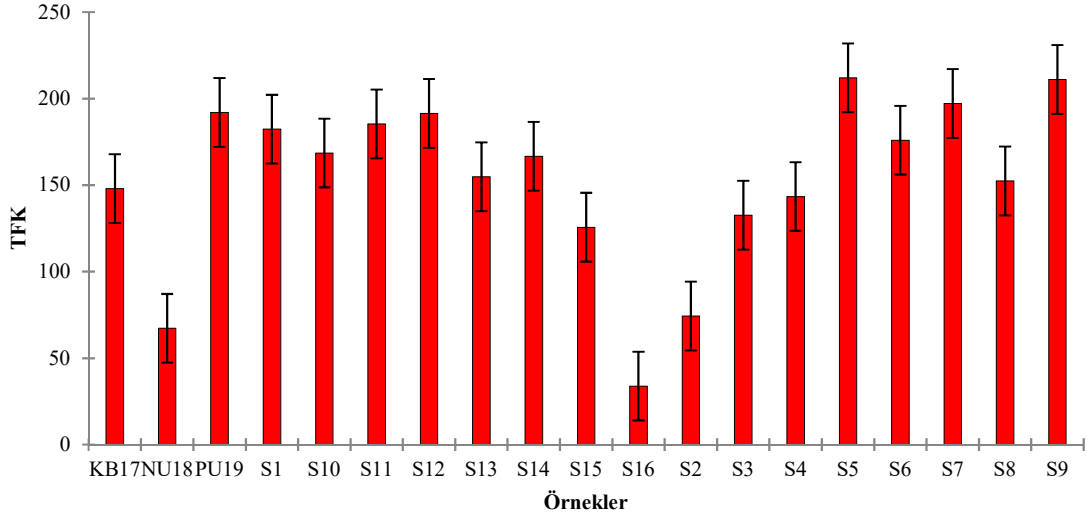
Antioksidanlar ve biyoaktif bileşenler açısından zengin gıdaların tüketilmesi genel sağlık açısından önemlidir ve kronik hastalık riskinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Meyveler, sebzeler, tam tahıllar, kuruyemişler, tohumlar ve sağlıklı yağlar açısından zengin bir beslenme, bu faydalı bileşiklerin çeşitliliğini sağlar.

3.10.1. Toplam Fenolik Kapasite

Aromatik halkasında bir veya daha fazla hidroksil grubu bulunduran sekonder bitki metabolitleri olarak tanımlanan fenolik bileşikler, fenol halkası sayısı, halkaya bağlanan bileşik eşitline göre çok sayıda çeşitli fenolik bileşik meydana getirmektedir (oklar ve Akbulut, 2016). Sağlıklı bir yaşam için oldukça önemli bir yere sahip olan bu bileşikler, antioksidan özellik başta olmak üzere antiinflamatuvar, antialerjik, antidiyabetik, antimikrobiyal, antipatojenik, antiviral ve antitrombotik etki gösteren bileşiklerdir (Atak ve Uslu, 2018).

Bu çalışmada siron örneklerinin, toplam fenolik kapasite (TFK) değerleri irdelendiğinde; 212.00 ile 33.88 mg GAE/100g arasında değiştiği grlmekte, en yüksek değeri (212.00 mg GAE/100g) S5 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.5-0.25.-0.25) içerikli siron örneğinin aldığı, en düşük değeri (33.88 mg GAE/100g) ise tamamen buğday unundan üretilen S16 nolu kontrol örneğinin aldığı tespit edilmiştir (şekil 45). Karabuğday, nohut ve patates unu TFK değerleri ise sırası ile 147.93, 67.22 ve 191.93 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur. Siron rnekleri arasında TFK değeri

değerlendirildiğinde S5 nolu örneğin S9 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.25-0.5) içerikli örnekten istatistiki açıdan farklı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bunun yanında S7 nolu karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli siron örneği ile S12 nolu patates-nohut unu (0.75-0.25) içerikli siron örneği ve hammaddelerden PU19 nolu patates ununun TFK değerleri istatistiki olarak farklı değildir ($p>0.05$).



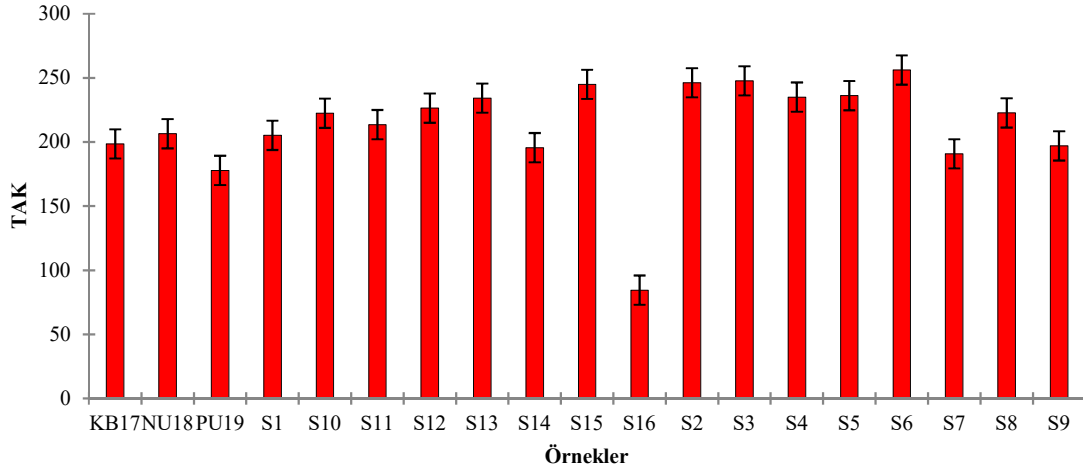
Şekil 45. TFK analizi değerlerine ait grafik.

Buğday tanesinden modern yöntemlerle yapılan öğütme esnasında kepek ve embriyo taneden ayrıştırılmakta ve endosperm kısmından beyaz un meydana getirilmektedir. Nişasta içeriği yüksek olan beyaz un vitamin-mineral, fenolik maddeler ve diyet lifi gibi insan sağlığına faydalı bileşenlerin büyük bir kısmından yoksundur (Doğu Baykut, 2021). Dolayısı ile sadece beyaz un kullanılarak üretilen S16 nolu siron örneği TFK değeri örnek ve hammaddeler arasından en düşük değeri almıştır. Karabuğday bazlı glutensiz krakerlerin kalitesinin değerlendirildiği bir çalışmada, karabuğday unu ile formüle edilen krakerlerin, beyaz buğday unu kullanılarak üretilen krakerlerle karşılaştırıldığında yaklaşık 2-3 kat daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir (Sedej vd., 2011). Glutensiz kraker üretimi ile ilgili yapılan diğer bir çalışmada, hammaddelerin toplam fenolik madde içeriği, karabuğday ununda 236.77 mg GAE/100 g, patates ununda ise 170.41 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur (Türk Aslan, 2022). Başka bir çalışmada, karabuğday ununun toplam fenolik madde içeriği 335.99 mg GAE/100 g bulunmuştur (Yaver, 2021).

Mevcut çalışmada karabuğday unu TFK değerinin literatüre göre düşük bulunmasıyla birlikte, karabuğday ve patates unu kombinasyonunun siron örneklerinde TFK değerini artırdığı görülmüştür.

3.10.2. Toplam Antioksidan Kapasite

Antioksidan maddelerin temel kaynakları günlük beslenme düzeninde tüketilen besinlerdir. Sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesi açısından büyük öneme sahip antioksidan maddeler, karotenoidler, fenolik maddeler, E ve C vitaminleri olarak sıralanabilir (Tosun ve Yüksel, 2003). Gıdalarda bulunan antioksidan maddeler insan vücudunda fizyolojik koşullarda meydana gelen serbest oksijen radikalleri ya da serbest nitrojen radikallerinden birinin veya her ikisinin de olumsuz tesirlerini azaltabilen maddeler olarak tanımlanabilmektedir (Yılmaz, 2010). Antioksidan kapasite ise, bir numune aracılığı ile süpürülen belirli bir serbest radikalın miktarının ölçüsü olarak tanımlanmaktadır (Büyüktuncel, 2013).



Şekil 46. TAK analizine ait grafik

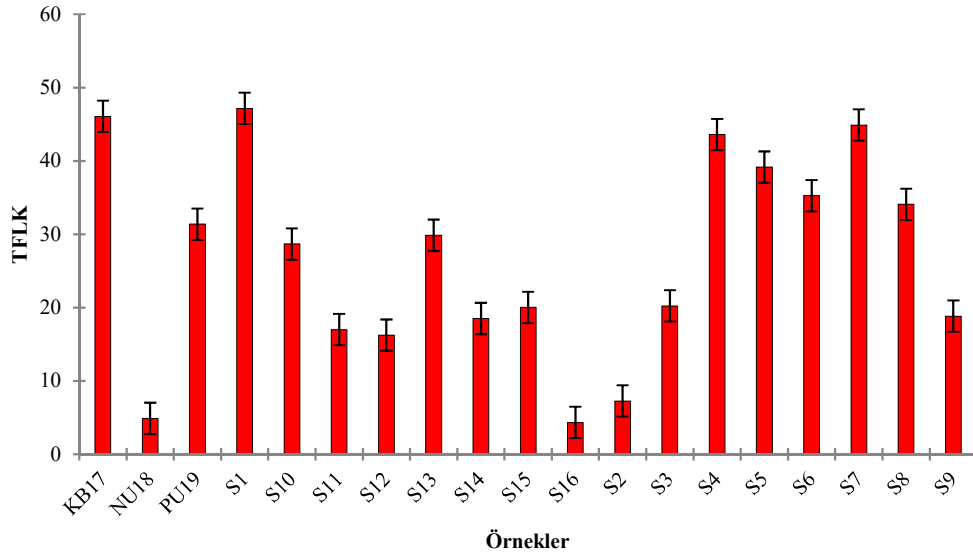
Çalışmamızda siron örnekleri arasında toplam antioksidan kapasitesi (TAK) 256.11-84.51 mg AAE/100 g arasında değişmiştir (Şekil 46). En yüksek (256.11 mg AAE/100 g) değeri alan S6 nolu karabuğday-nohut unu (0.5-0.5) içerikli siron örneği iken, en düşük (84.51 mg AAE/100 g) değeri alan siron örneği tamamen buğday unu temelli kontrol örneğidir (Tablo 6). En yüksek değeri alan S6 örneğinin ardından sırayla S3 (karabuğday-nohut unu: 0.75-0.25), S2 (Karabuğday-patates unu: 0.75-0.25) ve S15 (%100 nohut unu) siron örnekleri 247.71, 246.24 ve 244.91 mg AAE/100 g ile yüksek değerler alan siron örnekleridir. Glütensiz ekmekte nohut mayasının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, glütensiz ekmek örneği formülasyonlarına glütensiz karışım miktarı esas alınarak ve su ile yer değiştirilerek %15, %30 ve %45 oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiş ve sonuçta nohut mayası ilavesinin antioksidan kapasiteyi yaklaşık olarak %10 oranında artırdığı görülmüştür (Şahin vd., 2018). Yapılan başka bir

çalışmada, glütensiz bisküvi üretiminde leblebi tozu/unu %0, 10, 20, 30 ve 50 oranlarında glütensiz bisküvi üretmek amacıyla glütensiz un karışımına ikame edilmiş ve ürünler üretilmiştir. Yapılan analizler neticesinde glütensiz un karışımına leblebi tozu/unu eklenmesi, örneklerin protein, kül, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin yükselmesine neden olmuştur (Cingöz ve Güldane, 2023). Dolayısıyla nohut ve nohut temelli ürünlerin çalışmamızda da görüldüğü üzere antioksidan kapasitesi artışlarında önemli bir yeri olduğu görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, glütensiz bisküvi formülasyonundaki pirinç ununun %10 ile %30 arasında karabuğday unu ile ikamesinin sadece pirinç unu kullanılarak üretilen kontrol örneklerine nazaran mineral içerik, toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite bakımından daha üstün nitelikte olduğu görülmüştür (Sakaç vd., 2015). Mısır unu kullanılarak üretilen muffin örneğinin kontrol örneği olduğu çalışmada, fermente edilmiş ve fermente edilmemiş karabuğday unları ikamesi yada kullanımının örnekler üzerindeki fonksiyonel etkisinin araştırıldığı çalışmada, fermente ve fermente edilmemiş karabuğday unundan yapılan muffinler, glütensiz mısır unu ile fermente edilmemiş glütensiz mısır unu süspansiyonundan hazırlanan kontrol örneklerine nazaran daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olmuştur (Zieliński vd., 2017). Yaptığımız çalışmada kontrol örneği ile kıyasladığımızda tüm siron örnekleri antioksidan kapasite değeri açısından üstün nitelikte bulunmuştur (Tablo 6).

3.10.3. Toplam Flavanaoid Kapasite

Bitkilerde bulunan fenolik bileşiklerin önemli bir grubu olan flavonoid ve türevleri C₆-C₃-C₆ difenilpropan iskeleti ile meydana gelen bir yapı oluştururlar. Ortada bulunan piran halkasındaki farklılıklara göre 5 gruba ayrılırlar (Söylemezoğlu, 2003). Bitkilere sarı, kırmızı ve mavi renklerinde pigmentler veren besin ögesi özelliği taşımayan flavonoidlerin, meyve-sebze tüketimi ile kalp hastalıkları ve kanser arasında negatif bir ilişki olduğunu açıklayan araştırmalarda, bunu sağlayan koruyucu öğelerden biri olduğu tespit edilmiştir (Karakaya ve El, 1997).

Yaptığımız çalışmada, siron örneklerinin toplam flavonoid kapasitesine (TFLK) bakıldığında; 47.16-4.35 mg QEE/100 g arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 47). TFLK değerleri ile TFK, DPPH, ABTS ve FRAP değerleri arasında sırası ile **0.571**, **0.908**, **0.847** ve **0.814** değerinde önemli derecede pozitif korelasyon bulunmaktadır. Hammaddelerden, karabuğday unu, nohut unu ve patates unu TFLK değerleri ise sırasıyla 46.08, 4.89 ve 31.38 mg QEE/100 g bulunmuştur (Tablo 6).



Şekil 47. TFLK analiz ait grafik

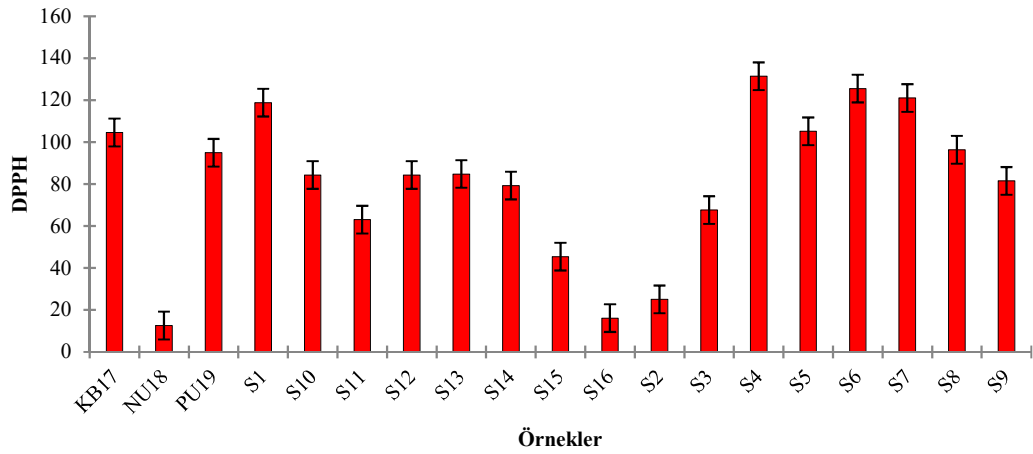
Siron örnekleri arasında en yüksek (47.16 mg QEE/100 g) TFLK değerine sahip olan S1 nolu siron örneğinin tamamı karabuğday unu kullanılarak üretilmiştir. En düşük (4.35 mg QEE/100 g) değeri alan siron örneği ise tamamı buğday unu ile üretilen S16 nolu kontrol örneği olmuştur. En yüksek değere sahip olan S1 nolu örnekten sonra 44.89 mg QEE/100 g değeri ile S7 nolu karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli siron örneği ve 43.59 mg QEE/100 g ile S4 nolu karabuğday-patates unu (0.5-0.5) içerikli siron örneği TFLK değerinde en yüksek değerleri almıştır. Bu nedenle hammaddeler arasında patates ve karabuğday ununun üretilen siron örneklerinde flavonoid içeriğinde artışa sebep olduğu görülmektedir.

3.10.4. DPPH Kapasitesi

Antioksidan aktivite ölçümünde en çok kullanılan spektrofotometrik yöntemlerden biri olan DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil radikali) yöntemi radikal bileşiğin sabit olmasının yanında, üretilmesinin gerekmemesi sebebiyle, antioksidanların aktivitesini değerlendirmek için geçerli, doğru, kolay ve ekonomik bir metot olarak kabul görmektedir (Ayaz Seyhan, 2019).

Çalışmamızda siron örneklerinin serbest radikal temizleme aktivitesi (DPPH) sonuçları irdelendiğinde; 16.12-131.41 mg AAE/100 g arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 48). En yüksek (131.41 mg AAE/100 g) değer S4 nolu karabuğday-patates unu (0.5-0.5) içerikli örnekte gözlenirken, en düşük (16.12 mg AAE/100 g) değer ise S16 nolu %100 buğday unu içerikli kontrol örneğinde gözlenmiştir. Hammaddelerden KB17, NU18 ve PU19 nolu örneklerin değerleri ise sırası ile 104.59, 12.59 ve 94.94 mg

AAE/100 g'dır (Tablo 6). En yüksek değeri alan S4 nolu örnekten sonra S6 nolu karabuğday-nohut unu (0.5-0.5) içerikli siron örneği ve S7 nolu karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli siron örneği sırası ile 125.53 mg AAE/100 g (S6 nolu örnek), 121.06 mg AAE/100 g (S7 nolu örnek) değerlerini almıştır. Tablo 6'da verilen duncan testine göre istatistiksel olarak aynı sütunda aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).



Şekil 48. DPPH analizine ait grafik

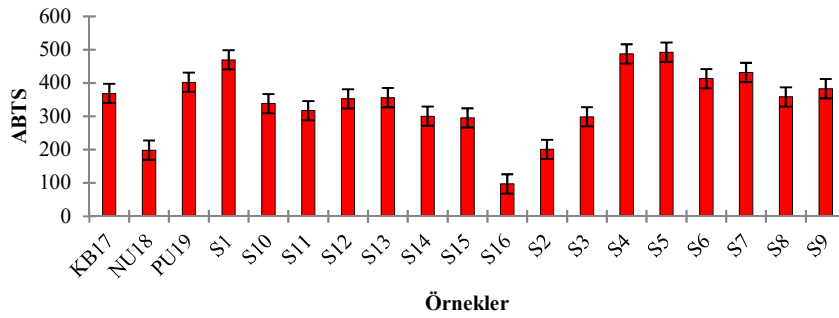
Çalışmamızda patates-nohut unu içerikli S12 (0.75-0.25), S13(0.5-0.5) ve S14 (0.25-0.75) nolu siron örnekleri ve S9 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.25-0.5) içerikli siron örneği, S10 nolu karabuğday-nohut unu (0.25-0.75) içerikli siron örneği DPPH değerleri ortalamaları istatistiki açıdan farklı değildir ($p>0.05$). S1 nolu %100 karabuğday unu kullanılarak üretilen siron örneğinin DPPH değeri 118.83 mg AAE/100 g'dır. Yapılan bir çalışmada, glutensiz ekmek formülasyonun ana bileşeni olan mısır nişastası %10, %20, %30 ve %40 oranlarında karabuğday unu ile değiştirilerek üretilen ekmeklerde antioksidan kapasitesi, ABTS⁺ ve DPPH değerleri araştırılmıştır. Sonuçta üretilen ürünlerde karabuğday ikame oranının artmasına bağlı olarak antioksidan kapasitesi değerlerinin de arttığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, ABTS⁺⁺ ve DPPH[•] radikallerine karşı en yüksek antioksidan kapasitesi değerinin (%40) karabuğdayla ikame örnekte gözlenmiştir (sırasıyla 4.1 ve 2.5 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1} \text{DM}$) (Wronkowska vd., 2010). Diğer yandan başka bir çalışmada, köfte formülasyonlarında ekmek kırıntıları yerine mısır, nohut, millet ve karabuğday unları kullanımı ile üretilen glutensiz köfte örnekleri irdelenerek kullanılan unların etkileri araştırılmış; sonuçta pişmiş köfteler arasında DPPH sonuçları değerlendirildiğinde, en yüksek değeri karabuğday unu

kullanılarak üretilen köfte örneğinin aldığı görülmüştür. Bununla birlikte değerler büyükten küçüğe doğru sıralandığında sırası ile nohut unu, mısır unu, millet (darı) unu kullanılan örneklerde en düşük değer ise kontrol örneğinde gözlenmiştir (Babaoğlu, 2022). Çalışmamızda siron örnekleri ve hammaddeler DPPH değerleri üzerinden değerlendirildiğinde, karabuğday unu kullanımının değerlerin artmasında önemli yer teşkil ettiği, bunun yanında karabuğday unu ile birlikte farklı oranlarda nohut ve patates unu kombinasyonlarının DPPH değerinin artmasında etkili olduğu yorumu yapılabilir.

3.10.5. ABTS Kapasitesi

Gıdalarda ve biyolojik sistemlerde zarar verici nitelikleri dolayısıyla serbest radikalleri temizleme faaliyetleri oldukça önemlidir. Bu radikallerin aşırı miktarda oluşması, gıda lipid oksidasyonunu artırmasının yanında kalitesini ve tüketici kabulünü de azaltır (Gülçin vd., 2009).

Radikal Katyonu Süpürücü Etki Tayini (ABTS^{•+}) analizinde, ABTS, oksidanlar aracılığı ile mavi/yeşil renginde ABTS^{•+} radikal katyonuna oksitlenmekte, antioksidan kapasitesinin, numunenin direkt ABTS radikali ile reaksiyona girmesi ile rengininin açılmasına vesile olmaktadır. Yağda ve suda çözünen bileşikler için uygun olan ABTS^{•+} ile reaksiyon 0.25-0.5 dakikada tamamlanmakta reaksiyon 734 nm’de numune absorbansının takip edilmesiyle kolayca görsel hale gelmektedir. Absorbanstaki azalma, numunelerin radikal ABTS^{•+} temizleme yeteneğini ortaya çıkarmaktadır (Güven, 2023).



Şekil 49. ABTS analizine ait grafik

Çalışmamızda siron örnekleri ABTS kapasitesi yönünden değerlendirildiğinde; değerler 492.47-97.52 mg TEQ/100 g arasında değişmekte olup, en yüksek (492.47 mg TEQ/100 g) değeri S5 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.5-0.25-0.25) içerikli siron örneği, en düşük (97.52 mg TEQ/100 g) değeri ise S16 nolu %100 buğday unu kullanılarak üretilen siron örneği almıştır (Şekil 49). KB17, NU18, PU19 nolu hammaddeler ise sırası ile 398.67, 198.57 ve 402.36 mg TEQ/100 g değerlerini almıştır

(Tablo 6). Siron örnekleri arasında en yüksek değere sahip olan S5 nolu siron örneğinden sonra sırası ile karabuğday-patates unu (0.5-0.5) içerikli S4 nolu örnek (487.41 mg TEQ/100 g), %100 karabuğday unu kullanılarak üretilen S1 nolu örnek (469.73 mg TEQ/100 g) ve karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli S7 nolu örnek (431.83 mg TEQ/100 g) yüksek değerler almıştır. Bununla birlikte Tablo 4'teki fizikokimyasal analiz sonuçlarının korelasyon tablosuna göre ABTS değeri; ΔE^* ve a^* değeri ile sırasıyla **0.617** ve **0.551** pozitif yönde korelasyon, L^* değeri ile ise **-0.577** negatif yönde korelasyon göstermiştir.

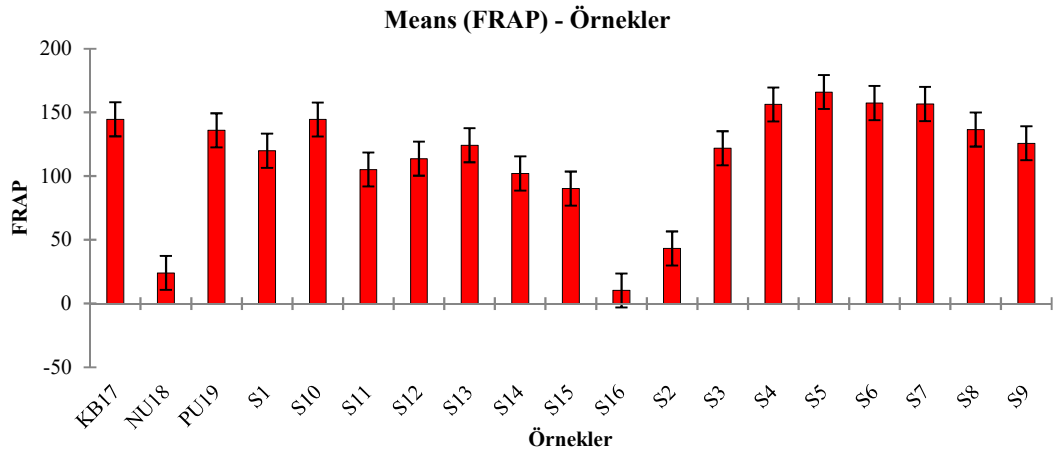
Yapılan bir çalışmada, karabuğday ekmeği somunu, kabuğu ve kırıntısındaki serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin ve bunların antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla %100 buğday unu kullanılarak üretilen ekmek kontrol örneği olmuştur. Diğer yandan kontrol örneği formülasyonunda buğday unu %10, %20 ve %30 oranlarında karabuğday unu ile ikame edilerek kontrol örneği dışında 3 farklı örnek daha üretilmiş, tüm formülasyonlarda formülasyona katılan diğer maddelerden aynı miktarda kullanılmıştır. Örnekler, antioksidan kapasite bakımından değerlendirildiğinde ABTS ($\mu\text{moles Trolox equivalent}/100 \text{ g d.w.}$) değerleri kontrol örneğine göre karabuğday unu ikamesi arttıkça yükselmiştir (Verardo vd., 2018). Çalışmamız ABTS kapasite değerleri yönünden irdelendiğinde, siron örneklerinde karabuğday unu kullanımının yanında farklı oranlarda karabuğday unu ve patates unu kombinasyonu ile formüle edilen örneklerde de antioksidan kapasitesi değerinin (ABTS kapasite) arttığı yorumu yapılabilir.

3.10.6. FRAP Kapasitesi

Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi (FRAP) analiz yönteminde demir (III)'ün indirgenme kapasitesi vasıtası ile antioksidanların toplam miktar tayini yapılabilmektedir. Az miktarlarda oluşan Fe(III) 'ün, tripiridiltiazin (TPTZ) ile reaksiyonu neticesinde meydana gelen Fe(III)-TPTZ kompleksi antioksidanların tesiriyle $\text{Fe(II)-tripiridiltiazin}$ (Fe(II)-TPTZ) kompleksine indirgenmektedir. Ortaya çıkan Fe(II)-TPTZ kompleksinin rengi koyu mavi olmakta ve 593 nm'de maksimum absorbans göstermektedir (Okan vd., 2013).

Çalışmamızda siron örnekleri FRAP antioksidan kapasitesi sonuçları 10.30-166.02 arasında değişmektedir (Şekil 50). En yüksek (166.02 mg FeSO_4 mg/100 g) değeri alan siron örneği S5 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.5-0.25-0.25) içerikli siron örneği iken, en düşük (10.30 mg FeSO_4 mg/100 g) değeri alan siron örneği ise %100 buğday unu kullanımı ile üretilen kontrol örneğidir. Hammaddelerden KB17, NU18 ve PU19 nolu örnekler ise sırası ile 144.61, 24.07 ve 135.93 mg FeSO_4 mg/100 g değerlerini

almıştır (Tablo 6). Tablo 4'te fizikokimyasal analiz sonuçlarının korelasyon tablosuna göre FRAP değeri ΔE^* ve a^* değeri ile sırasıyla **0.609** ve **0.378** pozitif yönde korelasyon, L^* değeri ile ise **-0.578** negatif yönde korelasyon göstermiştir. FRAP analiz sonucu ABTS, DPPH, TAK, TFLK ve TFK analiz sonuçları ile sırası ile **0.857**, **0.893**, **0.421**, **0.814** ve **0.804** pozitif yönde korelasyon göstermiştir. Tablo 6'da siron örneklerinin FRAP sonuçları irdelendiğinde en yüksek değeri alan S5 nolu örnekten sonra yüksek değerler alan siron örnekleri karabuğday-nohut unu (0.5-0.5) içerikli S6 nolu örnek, karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli S7 nolu örnek ve karabuğday-patates unu (0.5-0.5) içerikli S4 nolu örnek sırası ile 157.38, 156.54 ve 156.25 mg FeSO₄ mg/100 g değerlerini almıştır. Buna ek olarak Tablo 6'ya göre bu örneklerin (S6, S7 ve S4) FRAP analiz sonucu değerleri istatistiki açıdan birbirinden farklı değildir ($p>0.05$). Bir çalışmada, patates unu kullanımı ile glütensiz patates keki üretilerek kalite nitelikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda FRAP ve ABTS kapasite analiz sonuçları buğday kekinden sırası ile %29.4 ve %42.5 daha yüksek bulunmuştur (Li vd., 2020). Başka bir çalışmada, buğday unu ekmeğine patates unu katkısının (0-35%) hamur reolojisi ve ekmek kalitesine etkisi araştırılmıştır.



Şekil 50. FRAP analizine ait grafik

Örneklerin antioksidan aktivitesi oksijen radikal absorbans kapasitesi (CRAC) yöntemiyle belirlenerek sadece buğday unu kullanılarak üretilen ve farklı oranlarda patates unu ilavesi yapılan ekmek örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda %30 patates unu katkılı buğday ekmeği antioksidan kapasite değerinin (1858.04 ± 11.45 mg ACE 100 g⁻¹ DW) sadece buğday unu kullanılarak üretilen ekmeğin antioksidan kapasite değerinin (1542.18 ± 6.12 mg ACE 100 g⁻¹ DW) yaklaşık 1.2 katı olduğu

belirtilmiştir (Liu vd., 2016). Mevcut tez çalışmasında, ise, siron örnekleri FRAP analiz sonuçlarına göre değerlendirildiğinde karabuğday-patates unu kombinasyonu ile üretilen örneklerin diğer örneklerle kıyasla daha yüksek değerler gösterdiği; bunun nedeninin, karabuğday ve patates unu antioksidan kapasite değerleriyle ilişkili olduğu düşünülmüştür.

3.11. Mineral Analiz Sonuçları

İnsan vücudu su, protein ve yağ ile birlikte bitki, su ve hayvansal besinlerden doğrudan alınan inorganik maddeleri de yapısında bulundurmaktadır. Vücudun yapı ve işlevlerinde rol oynayan bu maddelerin eksiklikleri, sağlık üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Bu nedenle insan vücudunun doğru ve düzenli çalışması için bazı anorganik element ve iyonların da vücutta yer alması gerekmektedir. Dolayısıyla canlı organizmalarda hücrelerin replikasyon, proliferasyon ve farklılaşması için aynı zamanda vücut sıvılarının dengelenmesinden organların muntazam çalışmasına kadar birçok fonksiyonun yerine getirilmesi için yağ asitleri, aminoasitler, glukoz ve vitaminler haricinde minerallere de ihtiyaç vardır (Akdeniz vd.; 2016; Baykara vd., 2019).

İnsan vücudunun ortalama %4'ü mineral maddelerden meydana gelmiştir. Mineraller, vücut sıvılarının elektrolitik dengesi, asit baz dengesi, osmotik basıncı ayarlamak için gerekli olan önemli maddelerdir (Karadoğan ve Özer, 1997). Demir minerali, insan vücudunda hücre büyümesi ve çoğalmasında, esansiyel reaksiyonların katalizinde, oksidatif metabolizma, elektron taşınması, oksijen taşınması ve depolanmasında kullanılan önemli bir elementdir (Bülbül, 2004).

Yaptığımız çalışmada siron örnekleri ve hammaddeler Fe (demir) içeriği bakımından irdelendiğinde en yüksek değer 94.56 mg/kg değeri ile S9 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.25-0.5) içerikli örnekte bulunmuştur. Siron örnekleri ve hammaddeler arasında Fe içeriği 94.56-15.28 mg/kg arasında değişmiştir. Hammaddelerden KB17, NU18 ve PU19 örneklerinde sırası ile Fe değerleri 21.82, 57.48 ve 73.99 mg/kg olarak bulunmuştur. Tablo 7'de demir değerleri incelendiğinde, değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 7. Mineral analiz sonuçları (mg/kg)

Örn.	Fe	Ca	Zn	Mg	Cu	Ni	Al	Mn	Na	K	Co, Cd, Cr, Pb
S1	31.34 ^c ±0.52	780.29 ^a ±21.07	14.19 ^e ±0.59	211.30 ^{klm} ±3.43	10.16 ^j ±1.00	1.36 ^b ±0.12	49.79 ^f ±1.50	11.50 ^{cd} ±1.25	4789.11 ^d ±2.20	1363.71 ^b ±2.26	n.d.
S2	31.45 ^c ±0.38	846.66 ^e ±1.17	6.49 ^a ±0.30	145.08 ^b ±1.24	1.79 ^a ±0.16	1.87 ^c ±0.10	75.39 ^k ±0.03	5.79 ^a ±0.21	1647.68 ^c ±13.11	234.19 ^a ±2.03	n.d
S3	46.46 ^h ±2.17	1764.42 ^l ±16.86	18.77 ^g ±1.32	192.72 ^g ±1.49	8.67 ^{hi} ±0.31	3.53 ^f ±0.10	95.32 ⁿ ±1.64	21.70 ⁱ ±0.21	5454.03 ^g ±3.03	3435.90 ^h ±7.99	n.d
S4	39.93 ^e ±1.35	914.33 ^d ±9.61	17.26 ^f ±0.18	212.09 ^{lm} ±0.54	7.47 ^{ef} ±0.28	2.30 ^d ±0.10	37.07 ^c ±0.50	15.76 ^f ±0.65	4852.26 ^e ±6.51	2912.02 ^d ±0.51	n.d
S5	34.46 ^d ±0.26	988.95 ^e ±5.50	17.30 ^f ±0.27	207.29 ^{ij} ±0.06	1.70 ^a ±0.03	0.93 ^a ±0.06	69.14 ^{ij} ±0.83	13.48 ^c ±0.44	7330.50 ^m ±5.18	4767.19 ^k ±10.03	n.d
S6	42.29 ^{fg} ±0.82	1944.39 ⁿ ±1.36	17.54 ^f ±0.40	204.88 ^{hi} ±0.48	1.73 ^a ±0.02	3.44 ^f ±0.04	52.15 ^g ±0.38	17.21 ^{gh} ±0.60	7351.44 ⁿ ±29.47	6401.66 ⁿ ±1.54	n.d
S7	43.85 ^g ±0.56	989.81 ^e ±5.60	17.33 ^f ±0.27	212.60 ^m ±1.87	5.22 ^c ±0.12	2.31 ^d ±0.21	46.95 ^e ±0.64	16.37 ^{fg} ±0.56	8416.81 ^g ±10.96	11738.42 ^q ±20.80	n.d
S8	15.28 ^a ±0.13	1391.35 ^g ±3.62	12.33 ^c ±0.39	209.06 ^{ikl} ±1.88	4.22 ^b ±0.12	1.29 ^b ±0.12	35.07 ^b ±0.79	14.34 ^e ±0.19	6144.49 ^j ±6.14	2504.84 ^c ±2.68	n.d
S9	94.56 ⁿ ±1.16	1601.82 ⁱ ±12.30	11.37 ^b ±0.44	138.00 ^a ±1.00	17.25 ^m ±0.10	0.76 ^a ±0.03	42.53 ^d ±1.09	12.36 ^d ±0.17	8173.93 ^p ±7.80	11930.09 ^r ±16.55	n.d
S10	56.89 ^k ±0.69	1651.94 ^j ±7.35	13.46 ^d ±0.34	179.09 ^e ±1.97	9.19 ^{hi} ±0.63	2.60 ^c ±0.20	68.11 ⁱ ±0.68	17.40 ^h ±0.44	8665.75 ^r ±12.40	6268.63 ^l ±2.87	n.d
S11	57.98 ^k ±0.74	1683.50 ^k ±4.76	14.32 ^e ±0.11	183.48 ^f ±1.98	9.48 ^{ij} ±0.28	2.63 ^c ±0.18	70.23 ^j ±0.30	17.37 ^h ±0.26	8827.78 ^s ±10.62	6374.47 ^m ±15.94	n.d
S12	67.52 ^l ±2.85	1447.53 ^h ±13.88	13.20 ^d ±0.03	155.22 ^c ±3.02	14.37 ^l ±0.08	0.68 ^a ±0.06	31.30 ^a ±0.12	10.82 ^c ±0.58	7811.46 ^o ±10.46	9374.22 ^o ±5.78	n.d
S13	41.44 ^{ef} ±0.47	1859.61 ^m ±4.41	18.42 ^g ±0.36	202.47 ^h ±1.52	4.35 ^b ±0.16	2.80 ^e ±0.19	62.59 ^h ±0.40	21.33 ⁱ ±0.03	6314.97 ^l ±6.45	3603.63 ⁱ ±2.03	n.d
S14	43.60 ^g ±1.59	1163.16 ^f ±16.47	6.32 ^a ±0.12	178.99 ^e ±3.78	8.52 ^{gh} ±0.40	0.70 ^a ±0.06	52.33 ^g ±1.53	9.25 ^b ±0.16	6235.07 ^k ±24.62	3370.39 ^g ±7.23	n.d
S15	51.19 ⁱ ±0.94	2147.70 ^o ±11.95	25.85 ^{hi} ±0.64	202.64 ^h ±1.10	7.69 ^{fg} ±0.28	6.55 ^g ±0.33	53.31 ^g ±1.65	29.33 ^j ±0.36	5607.10 ⁱ ±3.61	3086.01 ^e ±8.41	n.d
S16	54.88 ^j ±0.29	2326.20 ^p ±16.16	25.23 ^h ±0.19	173.62 ^d ±1.56	6.36 ^d ±0.16	6.68 ^g ±0.45	80.49 ^l ±0.27	33.33 ^k ±0.04	5328.54 ^f ±10.16	3318.57 ^f ±6.45	n.d
KB17	21.82 ^b ±0.77	819.22 ^b ±1.72	11.50 ^b ±0.27	208.71 ^{jk} ±0.00	11.61 ^k ±0.01	0.71 ^a ±0.00	37.51 ^c ±0.01	6.39 ^a ±0.38	422.43 ^a ±0.76	3836.09 ^j ±11.53	n.d
NU18	57.48 ^k ±0.28	2431.63 ^q ±11.04	26.30 ⁱ ±0.10	181.22 ^{ef} ±0.05	6.71 ^{de} ±0.01	7.25 ^h ±0.06	83.22 ^m ±0.51	34.45 ^l ±0.15	5534.50 ^h ±11.36	3444.88 ^h ±2.31	n.d
PU19	73.99 ^m ±0.58	2564.83 ^r ±2.77	30.18 ^j ±0.06	192.36 ^g ±0.56	23.73 ⁿ ±1.70	9.32 ⁱ ±0.18	70.45 ^j ±0.57	32.77 ^k ±1.46	1478.79 ^b ±10.77	10625.89 ^p ±3.99	n.d

Çizelgede bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05). n:3. n.d.= <LOQ, LOQ = 0.01 mg/kg,

Kunt (2018), glütensiz bisküvilerin, besinsel içeriğini zenginleştirmek amacıyla karabuğday, nohut ve keçiyoynuzu unu ilavelerinin (%30) kullanıldığı çalışmada, örnekler arasında demir miktarı açısından bir değişikliğe sebep olmadığı, nohut unu ekli bisküvi

örneklerinde demir miktarının en fazla, karabuğday unu ve keçiyoynuzu unu ilaveli bisküvi örneklerinde ise demir miktarının birbirine yakın değerler aldığı gözlenmiştir. Çalışmamızda S16 nolu temel hammaddesi buğday unu olan örneğin demir değeri ise 54.88 mg/kg bulunmuştur.

Karabuğday-nohut unu (0.25-0.75) içerikli S10 nolu ve %100 patates unu ile üretilen S11 nolu örneğin Fe değeri sırası ile 56.89 ve 57.98 mg/kg şeklinde olup, benzer değerler almıştır. Çalışmamız neticesinde siron örneklerine nohut unu ve/veya patates unu ikamesinin örneklerdeki demir miktarına olumlu katkı sağladığı söylenebilir.

İnsan vücudunda en fazla bulunan mineral olan kalsiyumun %99'u dişlerde ve kemiklerde depolanmış durumda bulunmaktadır. Kalsiyum, kemik ve dişlerin yapı ve fonksiyonlarını desteklemeye yardımcı olur. Büyüme ve menarş yaşı süresince yeterli miktarlarda alınmayan kalsiyum minerali doruk kemik kütlelerini etkilemekte daha sonraki yaşlarda kırık olasılığını yükseltmektedir (Özünel ve Erzurum Alim, 2022).

Çalışmamızda siron ve hammadde örnekleri kalsiyum (Ca) değeri açısından değerlendirildiğinde örneklerin 2564.83-780.29 mg/kg arasında değer aldığı görülmektedir. Siron örnekleri kendi arasında değerlendirildiğinde, en yüksek değeri (2326.20 mg/kg) S16 nolu %100 buğday unu ile üretilen kontrol örneğinin aldığı, en düşük değeri (780.29 mg/kg) ise %100 karabuğday unu kullanılarak üretilen S1 nolu örneğin aldığı saptanmıştır. Hammaddelerin kalsiyum değerleri KB17; 819.22 mg/kg; NU18; 2431.63 mg/kg ve PU19; 2564.83 mg/kg bulunmuştur. Alternatif glütensiz un çeşitlerinin (pirinç, kahverengi pirinç, mısır, yulaf, darı, teff, amaranth, karabuğday, kinoa, nohut, gram, kaplan cevizi ve muz) besin değeri ve fonksiyonel özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, örneklerin kül içeriğinin yaklaşık %0.6 (pirinç ve mısır unu) ile %3.5 (nohut unu) arasında değiştiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, çalışma sonucunda kalsiyum bakımından en düşük değerlerin mısır ve pirinç unlarında tespit edilmekle birlikte, gram ununda (bir çeşit nohut unu) diğer unlarla kıyaslandığında yüksek miktarda kalsiyum, magnezyum, çinko, potasyum, fosfor görüldüğü demir açısından benzer değerler gösterdiğini ve düşük sodyum içeriği tespit etmişlerdir. Dolayısı ile gram ununun diğer unlara kıyasla yeni ürünler geliştirme açısından iyi bir alternatif olduğu kanısına varmışlar (Culetu vd., 2021). Çalışmamızda, Ca bakımından en yüksek değeri alan siron örneği olan S16 nolu kontrol örneğinden sonra yüksek değer (2147.70 mg/kg) alan siron örneği %100 nohut unu kullanılarak üretilen siron örneği olmuştur. Glütensiz siron örneklerinde Ca değerinin azalmasının ürünlere uygulanan pişirme ve kurutma tekniğinin neticesinde meydana geldiği düşünülmüştür.

Canlılarda önemli fizyolojik fonksiyonlara sahip olan, birçok biyolojik işlevde görev alan çinko, elzem iz elementlerden olmasının yanı sıra insan beslenmesinde mühim yeri olan bir mikro besin ögesidir. İnsan vücudunda demirden sonra en fazla bulunan ikinci iz element olan çinko elementi, vücutta 300'den fazla enzimin işlevi için gereklidir (Akdeniz vd., 2016).

Siron örnekleri çinko (Zn) değerleri 6.32-25.85 mg/kg arasında değişmektedir. En yüksek Zn değerini (25.85 mg/kg) S15 nolu %100 nohut unu esaslı siron örneği almıştır. S15 nolu siron örneğinden sonra en yüksek değer S16 nolu (25.23 mg/kg) kontrol örneğinde görülmüştür. Hammaddelerden KB17, NU18 ve PU19 nolu örneklerin Zn değerleri sırası ile 11.50, 26.30 ve 30.18 bulunmuştur (Tablo 7). Tablo 7'de Zn değerleri incelendiğinde S4 (karabuğday-patates unu, 0.5-0.5), S5 (karabuğday-patates-nohut unu, 0.5-0.25-0.25), S6 (karabuğday-nohut unu, 0.5-0.5) ve S7 (karabuğday-patates unu, 0.25-0.75) nolu örneklerin değerlerinin benzer olduğu (17.26, 17.30, 17.54, 17.33 mg/kg), istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Nohut-patates unu kombinasyonu ile üretilen siron örneklerinde Zn değerlerinin kontrol örneğine göre düşük çıkma sebebinin, pişirme ve kurutma tekniklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 7).

Vücut fonksiyonları için elzem minerallerden bir diğeri ise magnezyumdur. Yeşil yapraklı sebzeler, kurubaklagiller, tam tahıl ürünleri ve sert kabulu meyveler magnezyum bakımından zengin kaynaklardır. Başlıca görevleri glukoz ve insülin dengesinin iyileştirilmesi, vasküler kontraktilitenin azaltılması, endotelium bağımlı vazodilasyonun artması, antiaritmik, antihipertansif, antiinflamatuvar, antikoagulant, antiplatelet, lipid metabolizmasının iyileştirilmesidir (Baysal, 2013).

Çalışmamız kapsamında magnezyum (Mg) değeri siron örnekleri arasında 138.00-212.60 mg/kg arasında değişmektedir. En düşük değeri (138.00 mg/kg) karabuğday-patates-nohut unu içerikli (0.25-0.25-0.5) S9 nolu örnek almıştır. En yüksek değeri (212.60 mg/kg) ise karabuğday-patates unu içerikli (0.25-0.75) S7 nolu siron örneği almıştır. KB17, NU18 ve PU19 nolu hammadde magnezyum değerleri sırası ile 208.71, 181.22 ve 192.36 mg/kg değerlerindedir. S16 nolu kontrol örneğinde ise Mg değeri 173.62 mg/kg olarak bulunmuştur. Karabuğday unu ve buğday ununun karşılaştırıldığı bir çalışmada, karabuğday ununun demir, bakır ve magnezyum açısından buğday unundan üstün olduğu saptanmıştır. Çalışmada Mg değeri buğday ununda; 0.03 ppm; karabuğday ununda ise 0.09 ppm olarak bulunmuştur (De Francischi vd., 1994). Yapılan başka bir çalışmada Mg değerinde en yüksek değer karabuğday (293.94 mg/kg) ununda, en düşük değer ise mısır-pirinç unu karışımında (21.27 mg/100g) tespit edilmiştir (Serin,

2018). Diğ er bir çalışmada erişte örneklerine karabuğday unu katkısının örneklerin toplam kül, potasyum, magnezyum ve fosfor içeriğini artırdığı g r lm şt r (Bilgiçli, 2009a). Çalışmamızda magnezyum değerlerine bakıldığında değerler arasındaki fark istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). S7 nolu örnekten sonra yüksek değerler alan S4 (212.09 mg/kg) ve S1 (211.30 mg/kg) nolu örnek içerikleri ise sırası ile karabuğday-patates unu (0.5-0.5) ve %100 karabuğday unudur. Tablo 7'deki verilere göre karabuğday ununun Mg içeriğindeki artışa olumlu katkı sağladığını söyleyebiliriz.

Merkezi sinir sisteminin geşişim ve işlevi için önemli görülen minerallerden bakır (Cu) elementi insan vücudunda demir ve çinkodan sonra en fazla miktarda bulunan aynı zamanda birçok anahtar enzim için kofaktör görevi olan bir mineraldir (Meriç İnan, 2021).

KB17, NU18 ve PU19 nolu hammaddelerin Cu içerikleri sırası ile 11.61, 6.71 ve 23.73 mg/kg olarak bulunmuştur. Tablo 7'de örnek ve hammadde bakır değerleri incelendiğinde 1.70 ile 23.73 mg/kg arasında değiştiğı görülmektedir. En düşük değeri (1.70 mg/kg) S5 nolu (karabuğday-patates-nohut unu; 0.5-0.25-0.25)  rneğinin, en yüksek değeri ise patates unu hammadde örneğinin aldığı g r lm şt r. Siron  rnekleri arasında Cu değeri açısından S2; karabuğday-patates unu; 0.75-0.25 (1.79 mg/kg), S5 (1.70 mg/kg) ve S6 karabuğday-nohut unu; 0.5-0.5 (1.73 mg/kg) nolu örnek arasında istatistiki olarak fark olmadığı g r lm şt r ($p>0.05$). Siron  rnekleri arasında en yüksek değeri (17.25 mg/kg) S9 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.25-0.5) içerikli örnek almıştır. Ek olarak S9 nolu örnekten sonra en yüksek değer (14.37 mg/kg) S12 nolu patates- nohut unu (0.75-0.25) içerikli siron örneğinde, kontrol siron örneğinde ise Cu değeri 6.36 mg/kg bulunmuştur. Çalışmamızda her ne kadar patates unu katkısının bakır içeriğı artışını olumlu yönde etkileyeceğı düşünülse de pişirme, kurutma ve depolama işleminin bakır minerali miktarında azalmalara sebep olduğı tahmin edilmiştir.

Nikel (Ni) elementinin insanda beslenme açısından önemi ve biyokimyasal fonksiyonu yeterince açıklanamamış olmakla birlikte deney hayvanları üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar nikelin, gen ekspresyonu ve redoks tepkimelerinde rol alan enzimler, ferrik demirin emilimi ya da metabolizmasında kofaktör olduğunu göstermektedir (Baysal A, 2011).

Çalışmamızda siron örnekleri arasında Ni değerleri 0.68-6.68 mg/kg arasında değişmektedir. En yüksek değer (6.68 mg/kg) S16 nolu siron örneğinde (kontrol örneğı), en düşük (0.68 mg/kg) değer ise S12 nolu patates-nohut unu (0.75-0.25) içerikli örnekte gözlenmiştir (Tablo 7).

Hammadde ve siron örnekleri için tablo 7'deki verilere göre alüminyum (Al) değerlerine bakıldığında 95.32 ile 31.30 mg/kg arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değeri (95.32 mg/kg) alan örnek S3 nolu karabuğday-nohut unu (0.75-0.25) içerikli örnek olurken en düşük (31.30 mg/kg) değeri patates- nohut unu (0.75-0.25) içerikli S12 nolu siron örneği almıştır. Hammadde Al değerlerine bakıldığında KB17, NU18 ve PU19 nolu örneklerin Al değerleri sırası ile 37.51, 83.22 ve 70.45 mg/kg olmuştur. Kontrol örneği Al değeri 80.49 mg/kg bulunmuştur.

Yetişkin bir insanın vücudunda ortalama olarak 12-20 mg manganez (Mn) bulunmakta, piruvat karboksilaz, glutamin sentetaz ve hücreyi kimyasal ve radyasyonun oluşturduğu karsinogenesizden koruyan Mn içeren superoksit dismutaz gibi enzimlerinin yapısında bulunur. Bağ dokusu oluşumu, büyüme, yağ ve karbonhidrat metabolizması için bu enzimlerden bazılarının gereksinimi vardır (Baysal, 2011).

Çalışmamızda siron ve hammadde örneklerinin Mn içeriklerine bakıldığında 5.79-34.45 arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 7). En yüksek değeri (34.45 mg/kg) alan örnek NU18 nolu nohut unu olurken en düşük değeri (5.79 mg/kg) alan örnek S2 nolu karabuğday-patates unu (0.75-0.25) içeren siron örneği olmuştur (Tablo 7). Kontrol örneği Mn değeri 33.33 mg/kg bulunmakla birlikte KB17, NU18 ve PU19 nolu hammadde örneklerinin değerleri sırası ile 6.39, 34.45 ve 32.77 mg/kg olarak bulunmuştur. Bir çalışmada karabuğday unu Mn değeri 5.9 ± 0.0 mg/kg olarak bulunmuştur (Ciesarová vd., 2016). Başka bir çalışmada ise 8.1 ± 0.1 mg/kg olarak bulunmuştur (Sakač vd., 2015). Dolayısıyla çalışmamızda KB17 nolu karabuğday unu Mn değerinin genel olarak literatürle uyumlu olduğunu söyleyebiliriz. Siron örnekleri irdelendiğinde karabuğday-nohut unu (0.25-0.75) içerikli S10 nolu siron örneği ile %100 patates unu içerikli S11 nolu örneğin Mn değerleri istatistik açıdan farklı değildir ($p > 0.05$). Tablo 7 'de Mn değerleri incelendiğinde örnekler arasındaki fark istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Sodyum ve potasyum elementleri vücut sıvılarının asit-baz dengesi ve ozmotik basıncı için mühim minerallerdir. Kanda potasyum ekseriyetle kırmızı kan hücrelerinde bulunurken, sodyum plazmada bulunur. Sodyum ve potasyum iyonlarının vücut sıvılarındaki yoğunlukları böbrekler tarafından denetlenmekte ve yoğunluklarının uygun biçimde olması kas dokusunun çalışması ve sinirlerin uyarımı için gereklidir . Yetişkin bir kimse için sodyum (Na) gereksinimi 500 mg, potasyum (K) gereksinimi 2 g 'dır (Baysal, 2011).

Tablo 7'de hammadde örneklerinin sodyum içeriği değerlendirildiğinde KB17, NU18 ve PU19 nolu hammadde örneklerinde sırası ile 422.43, 5534.50 ve 1478.79 mg/kg

Na bulunmaktadır. Örnek ve hammaddelerde Na değeri 422.43-8827.78 mg/kg arasında değişmektedir. Na değeri en yüksek (8827.78 mg/kg) örnek S11 nolu %100 patates unu içerikli siron örneğidir. Kontrol örneği (S16) Na içeriği değeri 5328.54 mg/kg olarak bulunmuştur. S11 nolu örnekte Na içeriğinin yüksek çıkmasının nedeninin hammaddelerden patates unundaki tuz değerinin diğer hammadelere kıyasla yüksek olması neticesinde olduğu düşünülmüştür.

Hammadde örnekleri potasyum değeri açısından değerlendirildiğinde KB17, NU18 ve PU19 nolu hammaddelerin K değerleri sırası ile 3836.09, 3444.88 ve 10625.89 mg/kg olarak bulunmuştur. Hammadde ve siron örnekleri K değeri bakımından değerlendirildiğinde değerlerin 234.19 ile 11930.09 mg/kg arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değeri alan S9 nolu karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.25-0.5) içerikli siron örneği olmuştur. Kontrol örneği (S16) potasyum değeri 3318.57 mg/kg olarak bulunmuştur. S9 nolu siron örneğinden sonra en yüksek değerleri sırasıyla; S7 nolu karabuğday-patates unu (0.25-0.75) içerikli örnek (11738.42 mg/kg) ve S12 nolu patates-nohut unu (0.75-0.25) içerikli siron örneği (9374.22 mg/kg) almıştır (Tablo 7). Yapılan bir çalışmada üzüm, nar ve kavun çekirdeği tozu, leblebi unu ve patates unu hammaddeleri mineral içerikleri değerlendirildiğinde patates unu (1385 mg/100 g) ve leblebi unu (1007 mg/100 g) hammaddelerinin potasyum değerleri diğer hammaddelere kıyasla zengin kaynaklar olarak dikkat çekmiştir (Kuzumoğlu, 2020). Glütensiz tarhananın karabuğday unu kullanılarak zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan başka bir çalışmada, tarhana örneklerine eklenen karabuğday unu ikamesinin artışı ile potasyum, magnezyum ve fosfor içeriklerinin arttığı görülmüştür ($p<0.05$) (Bilgiçli, 2009b).

Çalışmamızda K değeri açısından örnek ve hammaddeler arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Örneklerde, başta patates unu olmak üzere karabuğday ve nohut unu ikamesin potasyum değerinin artmasına olumlu katkı sağladığı görülmüştür.

3.12. Duyusal Analiz

Tablo 8’de siron örnekleri duyusal analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre farklı un çeşitleri ve oranları kullanılarak oluşturulan formülasyonlarla üretilen 16 adet siron örneği çeşitli duyusal özellikler (renk, boyut, şekil, kıvam çatalla, kıvam ağızla, tat, koku, damak zevkine uygunluk ve genel beğeni) bakımından değerlendirilmiştir. Tablo 8’e göre duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde farklı siron formülasyonlarının duyusal özellikler üzerine etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Tablo 8’e göre örneklerin duyusal özelliklerinden renk niteliği skoru değerlendirildiğinde 5.95

ile 8.24 arasında değiştiği g r lm şt r. En düşük değeri (5.95) alan siron  rneği/örneklere %100 nohut unu kullanılarak üretilen S15 nolu örnek ile karabuğday-nohut unu içerikli (0.75-0.25) S3 nolu örnek olurken, en yüksek (8.24) değeri alan siron  rneği ise %100 buğday unu kullanılarak üretilen S16 nolu kontrol  rneği olmuştur. S2 (karabuğday-patates unu; 0.75-0.25), S4 (karabuğday-patates unu; 0.5-0.5), S5 (karabuğday-patates-nohut unu; 0.5-0.25-0.25), S6 (karabuğday-nohut unu; 0.5-0.5), S7 (karabuğday-patates unu; 0.25-0.75), S9 (karabuğday-patates-nohut unu; 0.25-0.25-0.5), S11 (%100 patates unu), S12 (patates-nohut unu; 0.75-0.25) ve S14 (patates-nohut unu; 0.25-0.75)  rneklere renk değerleri istatistiki açıdan farklı değildir ($p>0.05$). Buna ek olarak S3, S8 (karabuğday-patates-nohut unu; 0.25-0.5-0.25), S10 (karabuğday-nohut unu; 0.25-0.75), S13 (patates-nohut unu; 0.5-0.5) ve S15 nolu siron örneklere renk değerleri de istatistiki açıdan birbirinden farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 8. Duyusal analiz sonuçları

	Renk	Boyut	şekil	Kıvam (�atalla)	Kıvam (ağızla)	Tat	Koku	Damak zevkine uygunluk	Genel beğeni	Toplam Puan
S1	7.19 ^b	7.52 ^b	7.38 ^b	7.00 ^b	6.95 ^b	6.81 ^b	7.05 ^b	6.67 ^b	6.90 ^b	63.48 ^b
S2	6.67 ^{ab}	6.86 ^{ab}	6.71 ^{ab}	6.19 ^{ab}	5.52 ^{ab}	4.81 ^{ab}	5.76 ^{ab}	5.19 ^{ab}	5.52 ^{ab}	53.24 ^{ab}
S3	5.95 ^a	6.38 ^a	6.10 ^a	5.71 ^a	5.38 ^a	4.81 ^a	5.57 ^a	4.76 ^a	4.95 ^a	49.62 ^a
S4	6.52 ^{ab}	6.86 ^{ab}	6.52 ^{ab}	6.00 ^{ab}	6.00 ^{ab}	6.00 ^{ab}	6.10 ^{ab}	5.86 ^{ab}	6.00 ^{ab}	55.86 ^{ab}
S5	6.48 ^{ab}	6.67 ^{ab}	6.62 ^{ab}	6.05 ^{ab}	6.10 ^{ab}	5.57 ^{ab}	5.90 ^{ab}	5.33 ^{ab}	5.57 ^{ab}	54.29 ^{ab}
S6	6.62 ^{ab}	6.71 ^{ab}	6.29 ^{ab}	5.90 ^{ab}	6.05 ^{ab}	5.71 ^{ab}	6.43 ^{ab}	5.76 ^{ab}	5.95 ^{ab}	55.43 ^{ab}
S7	6.71 ^{ab}	6.67 ^{ab}	6.43 ^{ab}	6.48 ^{ab}	6.52 ^{ab}	6.52 ^{ab}	6.57 ^{ab}	6.43 ^{ab}	6.57 ^{ab}	58.90 ^{ab}
S8	6.14 ^a	6.24 ^a	5.81 ^a	5.95 ^a	5.33 ^a	5.10 ^a	5.71 ^a	4.95 ^a	5.19 ^a	50.43 ^a
S9	6.24 ^{ab}	6.43 ^{ab}	6.00 ^{ab}	6.10 ^{ab}	5.52 ^{ab}	4.86 ^{ab}	5.67 ^{ab}	5.10 ^{ab}	5.10 ^{ab}	51.00 ^{ab}
S10	6.00 ^a	6.00 ^a	5.81 ^a	5.43 ^a	5.14 ^a	5.10 ^a	5.52 ^a	4.86 ^a	4.95 ^a	48.81 ^a
S11	6.86 ^{ab}	6.81 ^{ab}	6.43 ^{ab}	6.10 ^{ab}	5.67 ^{ab}	5.48 ^{ab}	5.57 ^{ab}	5.52 ^{ab}	5.48 ^{ab}	53.90 ^{ab}
S12	6.57 ^{ab}	6.48 ^{ab}	6.24 ^{ab}	5.81 ^{ab}	5.43 ^{ab}	5.33 ^{ab}	5.86 ^{ab}	5.24 ^{ab}	5.67 ^{ab}	52.62 ^{ab}
S13	6.00 ^a	6.05 ^a	5.90 ^a	5.71 ^a	5.67 ^a	5.48 ^a	5.90 ^a	5.48 ^a	5.33 ^a	51.52 ^a
S14	6.33 ^{ab}	6.38 ^{ab}	6.33 ^{ab}	6.10 ^{ab}	6.05 ^{ab}	5.57 ^{ab}	6.24 ^{ab}	5.57 ^{ab}	5.81 ^{ab}	54.38 ^{ab}
S15	5.95 ^a	6.10 ^a	6.05 ^a	5.48 ^a	5.57 ^a	4.86 ^a	5.43 ^a	4.62 ^a	4.62 ^a	48.67 ^a
S16	8.24 ^c	8.05 ^c	8.00 ^c	7.57 ^c	7.71 ^c	7.57 ^c	7.76 ^c	7.67 ^c	7.71 ^c	70.29 ^c

Glütensiz siron örneklere arasında en yüksek (7.19) değeri S1 nolu %100 karabuğday unu kullanılarak üretilen siron  rneği almıştır. Dolayısıyla  rneklere Tablo 8'deki renk değerleri açısından değerlendirdiğimizde nohut unu ve/veya patates unu ikamesinin renk özelliği açısından örneklere olumsuz yönde etkilediğini söyleyebiliriz. Duyusal analizi sonucuna göre örneklere boyut bakımından incelendiğinde değerlerin 6.00-8.05 arasında değiştiği g r lm şt r. En yüksek (8.05) değeri alan S16 nolu kontrol  rneği olurken en düşük (6.00) değeri S10 nolu örnek almıştır. Diğer yandan şekil

bakımından siron örnek değerleri 5.81-8.00 arasında değişmektedir. En yüksek (8.00) değeri S16 nolu kontrol örneği alırken en düşük (5.81) değeri S8 ve S10 nolu örnekler almıştır. Şekil ve boyut değerlerinde kontrol örneğinden sonra en yüksek (7.38 ve 7.52) değerleri alan %100 karabuğday esaslı S1 nolu örnek olmuştur (Tablo 8). S10 nolu örneğin en düşük değerleri alma sebebinin yüksek oranda nohut unu ikamesinin hamurun yapışkanlığını artırarak işlenebilirliğini azaltması ile son ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemesi olduğu düşünülmüştür.

Tablo 8'e göre kıvam (çatalla) değerlerine bakıldığında 5.43-7.57 arasında değiştiği, en yüksek (7.57) değeri S16 nolu kontrol örneğinin aldığı en düşük (5.43) değeri ise S10 nolu siron örneğinin aldığı görülmüştür. Buna ek olarak kıvam (ağızla) değerleri 5.14-7.71 arasında değişmekte en yüksek (7.71) ve en düşük (5.14) değerleri alan örnekler sırasıyla S16 ve S10 nolu örneklerdir. Kıvam (çatalla) ve kıvam (ağızla) değerleri kontrol örneğinden sonra en yüksek (7.00 ve 6.95) %100 karabuğday unu esaslı S1 nolu örnekte görülmekle birlikte bu örnekten sonra en yüksek değer (6.48 ve 6.52) S7 nolu karabuğday-patates unu içerikli örnekte gözlenmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre Tablo 8'de tat bakımından örnekler değerlendirildiğinde örneklerin 4.81-7.57 değerleri arasında skorlar aldığı görülmekle birlikte en düşük (4.81) değeri alan örnek/örneklerin S2 ve S3 nolu örnekler olduğu en yüksek (7.57) değeri alan örneğin ise S16 nolu kontrol örneği olduğu görülmüştür. Kontrol örneğinden sonra en yüksek değerleri alan örnekler S1 nolu örnek (6.81) ve S7 nolu (6.52) örnek olduğu görülmüştür. Yapılan bir çalışmada, yanıt yüzey yöntemi ile glutensiz revani örnekleri üretimi amaçlanmış, karabuğday unu ve kestane unu ile geliştirilen formüllere patates nişastası ikamesinin karabuğday revanisinin tat, koku, aroma ve beğenilirlik açısından tüketimine yardımcı olduğu görülmüştür (Kavrut, 2015). Başka bir çalışmada, pirinç ve mısır nişastası kullanımı ile elde edilen glutensiz bisküvilerin, besinsel içeriğini zenginleştirmek amacıyla karabuğday, nohut ve keçiyoynuzu unu ilaveleri yapılmış, duysal açıdan en çok karabuğday unu ilaveli katkı maddesi kullanılmayan bisküviler beğenilmiştir (Kunt, 2018). Mısır nişastası kullanılan glutensiz ekmek örneklerinin karabuğday unu ile zenginleştirildiği başka bir çalışmada örnekler ekmek formülünün ana bileşeni olan mısır nişastası yerine %10, %20, %30 ve %40 oranlarında karabuğday unu ile ikame edilmiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar, glutensiz ekmek formülüne karabuğday unu ikamesinin duysal kaliteyi artırdığını belirtmişlerdir (Wronkowska vd., 2010).

Tablo 8'e göre siron örnekleri koku özelliği bakımından değerlendirildiğinde değerlerin 5.43-7.76 arasında değiştiği en yüksek (7.76) değeri alan örneğin S16 nolu

kontrol örneği olduğu en düşük (5.43) değeri alan örneğin ise S15 nolu %100 nohut unu içerikli örnek olduğu saptanmıştır. Kontrol örneğinden sonra en yüksek değerleri (7.05, 6.57 ve 6.43) alan siron örnekleri sırası ile %100 karabuğday unu esaslı S1 nolu örnek, S7 ve S6 nolu örnekler olmuştur. Yalnızca nohut unu kullanılarak üretilen örneğin düşük değerler almasının nedeninin yoğun nohut kokusu olduğu tahmin edilmiştir. Karabuğday unu ikamesinin örneklerde koku niteliğine olumlu katkı sağladığı görülmüştür.

Tablo 8'deki sonuçlara göre örneklerin damak zevkine uygunluğu değerlendirildiğinde; puanların 4.62 ile 7.67 arasında değiştiği görülmüştür. En düşük (4.62) puanı alan örnek S15 nolu örnek olurken, en yüksek (7.67) puanı alan örnek S16 nolu kontrol örneği olmuştur. S15 nolu örneğin en düşük değeri almasının örnekte sadece nohut unu kullanımı dolayısıyla örneğin yoğun nohut tadı ve aromasına sahip olması nedeniyle olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun dışında kontrol örneğinden sonra en yüksek değerleri alan örnekler sırası ile S1 nolu örnek (6.67) ve S7 nolu örnek (6.43) olmuştur.

Siron örnekleri genel beğeni değerleri irdelendiğinde 4.62-7.71 arasında değiştiği görülmüştür. En düşük (4.62) değeri alan örnek S15 nolu örnek iken, en yüksek (7.71) değeri alan örnek S16 nolu kontrol örneğidir. S15 nolu örneğin genel beğeni değerinin en düşük olmasının nedeninin, sadece nohut unu kullanılması dolayısı ile yoğun nohut koku ve tadının olması aynı zamanda yalnızca nohut unu kullanımının hamurun işlenebilirliğini azaltarak son ürünün kalitesini olumsuz yönde etkilemesi olduğu düşünülmüştür. Genel beğeni değeri S16 nolu örnekten sonra en yüksek S1 (6.90), S7 (6.57) ve S4 (6.00) nolu örneklerde tespit edilmiştir. Bu nedenle sadece karabuğday unu veya karabuğday-patates unu kombinasyonun genel beğeni skoruna olumlu etki ettiğini söyleyebiliriz.

Tablo 8 de duyusal analiz sonucuna göre tüm özellikler değerlendirildiğinde siron örneklerinin toplam puan değerleri 48.67-70.29 arasında değişmektedir. En düşük (48.67) değeri alan S15 nolu örnek olurken, en yüksek (70.29) değeri alan örnek S16 nolu kontrol örneği olmuştur. S2, S4, S5, S6, S7, S9, S11, S12 ve S14 nolu örnek değerleri istatistiki açıdan birbirinden farklı değildir ($p>0.05$). Buna ek olarak S3, S8, S10, S13 ve S15 değerleri de istatistiki açıdan birbirinden farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). Kontrol örneğinden sonra en yüksek toplam puanı %100 karabuğday unu esaslı S1 nolu örnek (63.48) ve bu örnekten sonra S7 (58.90) nolu örnek almıştır.

3.13. Siron Örneklerinin Yufka Kalınlığı, Kesit Boy Analiz Sonuçları

Tablo 9’da verilen siron örnekleri boyut ölçümleri değerlendirildiğinde, yufka kalınlıkları incelendiğinde ölçüm sonuçları ortalamalarının 0.23-1.70 mm arasında değiştiği görülmüştür.

Tablo 9. Siron örneklerinin kalınlık, kesit boy analiz sonuçları

Örnekler	Yufka Kalınlık mm	Kesit Boy mm	Kesit Kısa En mm	Kesit Uzun En mm
S1	0.57 ^{ab} ±0.06	18.47 ^a ±0.51	13.87 ^a ±0.80	21.70 ^a ±0.46
S2	1.60 ^{ef} ±0.78	19.63 ^a ±1.45	19.10 ^e ±1.35	21.77 ^a ±1.46
S3	1.13 ^{cde} ±0.38	21.80 ^a ±1.56	17.77 ^{cde} ±1.73	21.40 ^a ±2.47
S4	0.87 ^{bcd} ±0.15	18.43 ^a ±0.90	16.77 ^{bcd} ±1.27	24.37 ^a ±0.86
S5	0.90 ^{bcd} ±0.28	18.65 ^a ±3.32	15.95 ^{bcd} ±0.07	18.40 ^a ±1.84
S6	0.83 ^{bcd} ±0.21	18.33 ^a ±0.80	15.07 ^{abc} ±1.46	20.23 ^a ±3.65
S7	0.95 ^{abc} ±0.15	19.08 ^a ±1.37	17.06 ^{cde} ±0.57	21.89 ^a ±1.12
S8	0.87 ^{bcd} ±0.35	18.47 ^a ±1.78	15.80 ^{abcd} ±1.35	21.17 ^a ±2.74
S9	0.97 ^{bcd} ±0.47	17.97 ^a ±1.31	17.17 ^{cde} ±1.97	19.50 ^a ±2.37
S10	1.03 ^{bcd} ±0.25	20.07 ^a ±0.35	16.37 ^{abcde} ±1.17	20.50 ^a ±2.60
S11	1.27 ^{def} ±0.32	19.00 ^a ±1.04	18.07 ^{de} ±0.81	23.50 ^a ±1.80
S12	0.90 ^{bcd} ±0.26	18.80 ^a ±1.31	18.80 ^e ±1.77	22.70 ^a ±2.65
S13	1.03 ^{bcd} ±0.23	19.57 ^a ±0.83	17.30 ^{cde} ±1.04	21.00 ^a ±2.07
S14	0.57 ^{ab} ±0.15	19.23 ^a ±2.08	17.27 ^{cde} ±1.99	22.50 ^a ±3.24
S15	1.70 ^f ±0.03	20.63 ^a ±1.29	18.23 ^{de} ±2.89	21.37 ^a ±2.61
S16	0.23 ^a ±0.06	17.87 ^a ±1.02	14.20 ^{ab} ±0.98	23.97 ^a ±1.45

Çizelgede bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05). n:3

En düşük (0.23 mm) değerdeki yufka kalınlığına sahip siron örneği %100 buğday unu kullanılarak üretilen kontrol örneği olurken, en yüksek (1.70 mm) yufka kalınlığı ortalamasına sahip siron örneğinin ise S15 nolu %100 nohut unu kullanılarak üretilen siron örneği olduğu görölmüştür.

Tablo 9’da verilen siron örnekleri yufka kalınlıkları irdelendiğinde karabuğday-patates unu (0.5-0.5) içerikli S4 nolu, karabuğday-patates-nohut unu (0.5-0.25-0.25) içerikli S5 nolu, karabuğday-nohut unu (0.5-0.5) içerikli S6 nolu, karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.5-0.25) içerikli S8 nolu, karabuğday-patates-nohut unu (0.25-0.25-0.5) içerikli S9 nolu, karabuğday-nohut unu (0.25-0.75) içerikli S10 nolu, patates-nohut unu (0.75-0.25) içerikli S12 ve patates-nohut unu (0.5-0.5) içerikli S13 nolu siron örneklerinin aynı sütunda aynı harfleri aldığı dolayısı ile bu örneklerin yufka kalınlıkları bakımından istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı saptanmıştır ($p<0.05$). S15 nolu %100 nohut unu içerikli siron örneğinde yufka kalınlığının en fazla olmasının nedeni, hamur hazırlama aşamasında, nohutunun su ilavesi ile oluşturduğu hamurun yoğrulurken yapışkanımsı-sakızımsı bir hal alması, bu nedenle sadece nohut unu kullanımının hamurun işlenebilirliğini ve yufka açımını önemli ölçüde zorlaştırarak daha kalın yapıda yufkaların elde edilmesine sebep olması olarak görölmüştür. Tablo 9’deki siron örnekleri yufka kalınlıkları değerlendirildiğinde; genel olarak siron formölasyonlarındaki nohut unu ve/veya patates unu ikamesinin yufka kalınlıklarında artışa sebep olduğunu söyleyebiliriz. S16 nolu kontrol örneğinin yufka kalınlığı ortalamasının glütensiz siron örneklerine nazaran daha düşük bulunmasının sebebi ise, %100 buğday unu esaslı siron hamuruna benzersiz özellikteki yapışkan-esnek yapıyı sağlayarak hamura mükemmel bir işlenebilirlik kazandıran glüten proteini olarak görölmüştür. Glütensiz siron örneklerinde glüten ikamesi olarak Karnıyarık Otu (*Plantago ovata*) tohumu tozu tüm hamur formölasyonlarında aynı oranda kullanılmıştır. Türk Patent ve Marka Kurumu coğrafi işaret belgesine göre Gümüşhane Sironu dairesel olmamakla birlikte dikdörtgenler prizmasına benzer şekilde olmakta, yufka kalınlığı ise en fazla 1.2 mm olmalıdır (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2023). Tablo 9’da siron örnekleri yufka kalınlıkları değerlendirildiğinde, S2 nolu karabuğday-patates unu (0.75-0.25), S11 nolu %100 patates unu ve S15 nolu %100 nohut unu içerikli siron örnekleri hariç tüm örneklerde yufka kalınlıkları ortalamalarının 1.2 mm’den küçük olduğu görölmekte, %100 karabuğday unu esaslı S1 nolu siron örneği yufka kalınlığı ortalamasının ise 0.57 ± 0.06 mm olduğu görölmektedir.

Tüm glütensiz siron örnekleri kesiminde dikdörtgenler prizmasına benzer biçimde kesim şekli esas alınarak örnekler üretilmiştir. Dolayısıyla örnekler üzerinde kesit boy

(boy), kesit uzun en (en) ve kesit kısa en (derinlik) olmak üzere 3 farklı uzunluk ölçülmüştür.

Tablo 9’da siron örnekleri kesit boy uzunluk ortalamaları değerlendirildiğinde örnek değerlerinin 17.87 ± 1.02 ile 21.80 ± 1.56 mm arasında olduğu görülmekle birlikte tüm siron örneklerinde kesit boy uzunluk ortalamaları aynı harfi almıştır. Bu nedenle siron örneklerinde kesit boy uzunluk ortalamaları istatistiki açıdan birbirinden farklı değildir ($p > 0.05$).

Siron örnekleri kesit kısa en uzunluk ortalamaları Tablo 9’a göre değerlendirildiğinde ortalamaların 13.87-19.10 mm arasında değiştiği görülmüştür. En düşük (13.87 mm) değeri alan siron örneği %100 karabuğday unu esaslı S1 nolu siron örneği olurken, en yüksek (19.10 mm) değer ise S2 nolu siron örneğinde bulunmuştur. Kontrol örneği kesit kısa en uzunluk ortalaması ise 14.20 ± 0.98 mm olarak bulunmuştur. S3 (karabuğday-nohut unu; 0.75-0.25), S7 (karabuğday-patates unu; 0.25-0.75), S9 (karabuğday-patates-nohut unu; 0.25-0.25-0.5), S13 (patates-nohut unu; 0.5-0.5) ve S14 (patates-nohut unu; 0.25-0.75) nolu siron örnekleri kesit kısa en uzunlukları bakımından istatistiki açıdan farklı değildir ($p > 0.05$). Aynı zamanda S4 (karabuğday-patates unu; 0.5-0.5) ve S5 (karabuğday-patates-nohut unu; 0.5-0.25-0.25) nolu siron örnekleri uzunluk ortalamaları da istatistiki açıdan farklı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

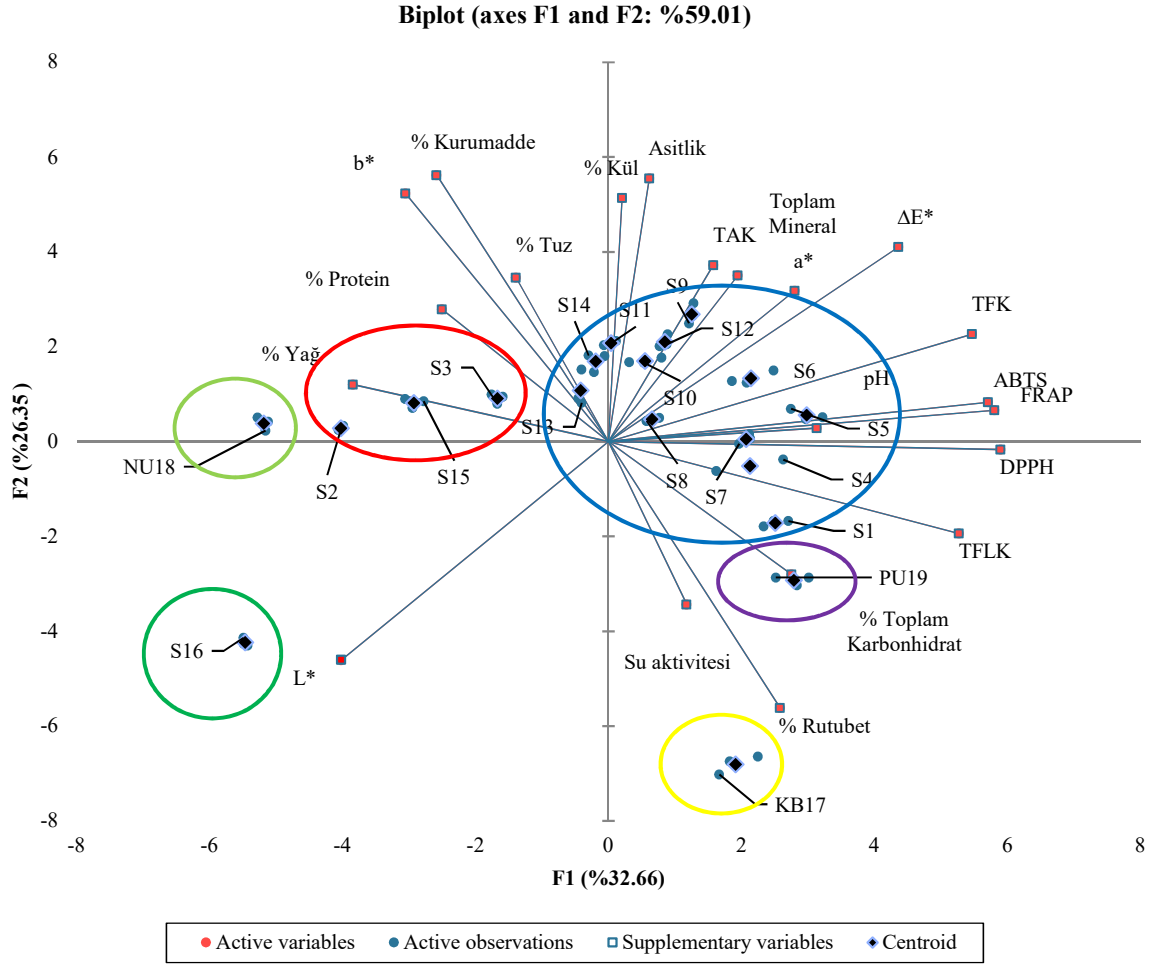
Tablo 9’a göre siron örnekleri kesit uzun en ortalamaları değerlendirildiğinde ölçümlerin 18.40- 24.37 mm arasında değiştiği görülmekle birlikte, tüm örnekler aynı harf grubunda yer almıştır. Bu nedenle tüm siron örnekleri kesit uzun en ölçüm uzunlukları açısından istatistiki açıdan birbirinden farklı değildir ($p > 0.05$).

3.14. PCA Analizi

Grup faktör analizi istatistiksel testine PCA adı verilir. Temel bileşen analizi (PCA) adı verilen matematiksel bir yaklaşım, bir veri setinde mevcut varyansı (örneğin; örnekleri karakterize etmek için kullanılan cevaplar) yansıtmak için sınırlı sayıda bileşen kullanmayı amaçlar.

Yapılan çalışmalarda en sık kullanılan verileri analiz etme yöntemlerinden biridir ve diğer birçok veri seti (duyusal, fiziksel veya kimyasal veriler gibi) için kullanılabilir. Çok değişkenli veri analizi uygulanırken veya kullanılırken, başlangıçtaki veri setinde tipik olarak önemli miktarda ilgili veri bulunur.

Daha yakından incelendiğinde Şekil 51'deki varyansların %59.01'ini F1 ve F2 birlikte açıklamaktadır. Şekil 51'i incelediğimizde oluşturulan donutlar arasında 6 farklı grup görülmektedir.



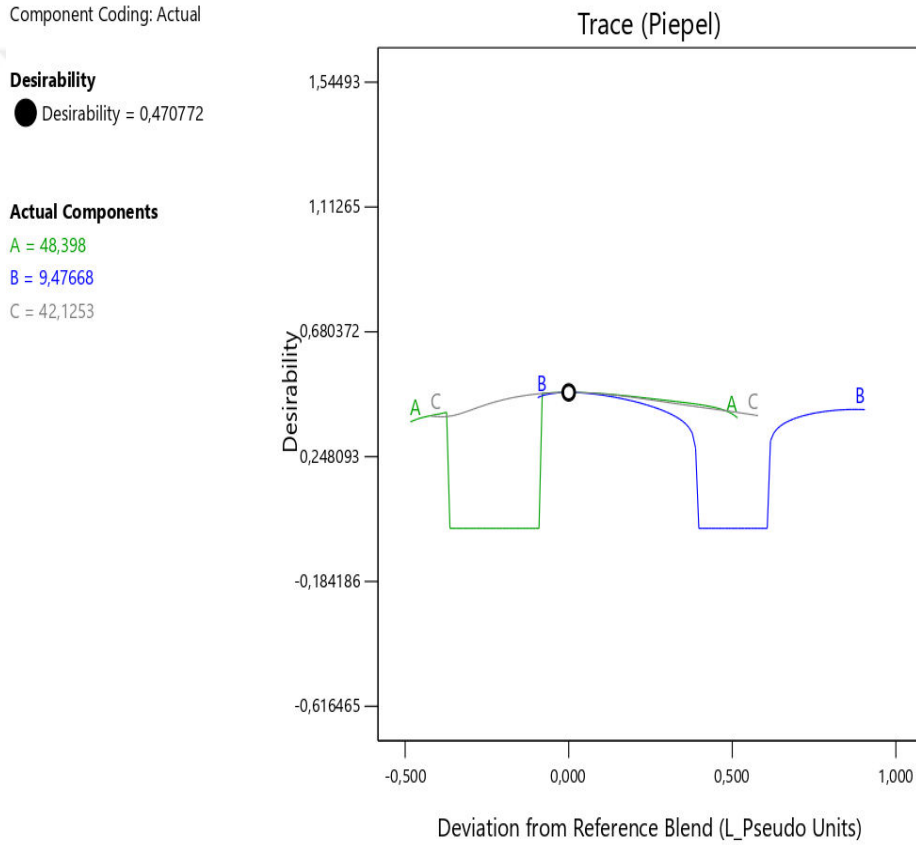
Şekil 51. Siron ve hammadde örneklerine ait PCA analiz grafiği

Siron ve hammadde örneklerine ait PCA analiz grafiği değerlendirildiğinde örneklerin 6 farklı grup oluşturduğu görülmektedir. Bu gruplaşmalar; S16 nolu kontrol örneği, S2-S3-S15 nolu örnekler, S9-S11-S12-S10-S6-S5-S8-S7-S4-S13-S14-S1 nolu örnekler, PU19 nolu örnek, KB17 nolu örnek ve NU18 nolu örneklerin oluşturduğu gruplar olmak üzere 6 grup olarak görülmektedir. Şekil 51'deki grafik değerlendirildiğinde S16 nolu kontrol örneğinin L* değerinin diğer siron örneklerine, KB17 nolu hammadde örneğinin ise L* değerinin tüm örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. NU18 nolu hammadde örneğinin F1'de L* değeri yüksek, % protein ve % yağ değerlerinin ise diğer örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. KB17 nolu örneğin % rutubet ve % toplam karbonhidrat değerleri diğer örneklerle kıyasla yüksek olması dolayısıyla ayrı bir gruptadır. Buna ek olarak S16 nolu örneğin, TFK, TFLK, TAK, DPPH, ABTS, FRAP değerleri diğer siron örneklerine kıyasla en düşük olması dolayısı ile ayrı bir grup oluşturmuş; S2, S15, S3 ve NU18 nolu örneklerinde bu değerler açısından kısmen daha düşük sonuçlar aldığı görülmüştür. Diğer yandan PU19

nolu hammadde örneğinin su aktivitesi değeri diğer örneklerle kıyasla yüksek çıkmış ve ayrı bir grup oluşturmuştur. S1, S4, S5 ve S6 antioksidan ve biyoaktif bileşen analiz sonuçları F1'e göre, % kül ve asitlik S9 ve S11 nolu örneklerde F2'ye göre yüksek çıkmıştır. NU18 nolu hammadde b* değeri açısından en yüksek değeri almıştır (Şekil 51).

3.15. Yüzey Yanıt Yöntemi Kullanılarak Optimizasyon

Glütensiz siron formülasyonunun yüzey tepki yöntemini kullanarak optimizasyonunu içeren bir çalışma yürütülmüştür. Yüzey yanıt optimizasyonu, süreçleri ve formülasyonları optimize etmek için deneysel tasarımda yaygın olarak kullanılan istatistiksel bir tekniktir.

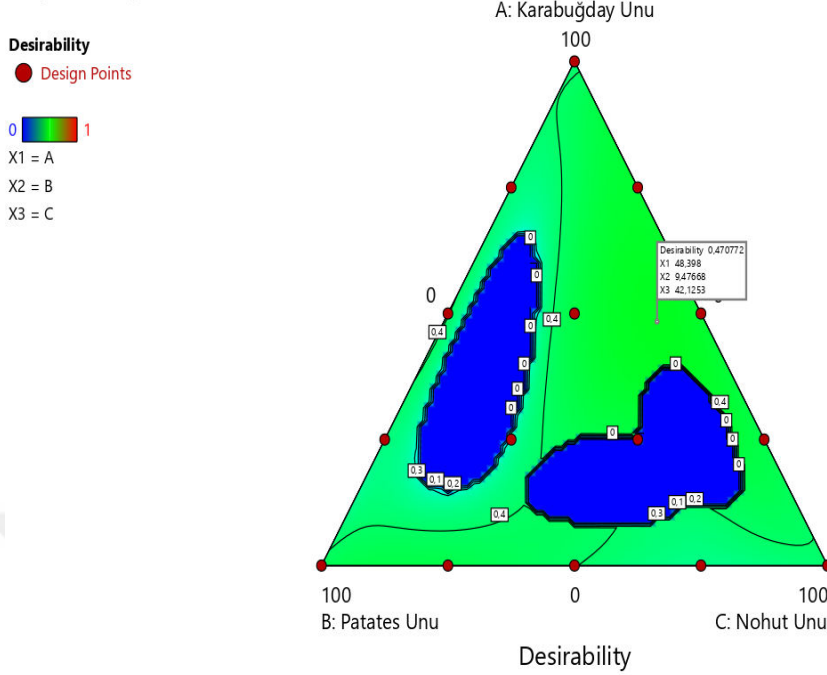


Şekil 52. Dizayn exper programına önerilen karışım grafiği

Optimizasyon sistemi, glütensiz siron formülasyonu için optimum özelliklere sahip formülasyonu oluşturulan yüzey yanıt formülasyonu 4 adet istenebilirlik optimizasyonu belirlemiştir (Tablo 11). Bununla alakalı tahmin modeline ait grafikler şekil 52, 53 ve 54' de verilmiştir.

Yapılan yüzey yanıt yönteminde en uygun istenebilirlik modelin katsayısı 0.470 olarak bulunmuştur (Şekil 52, 53 ve 54). Aynı zamanda tüm parametrelerin dizayn

Component Coding: Actual



Şekil 53 . Dizayn exper programına önerilen karışım 2 boyutlu grafiği

Component Coding: Actual

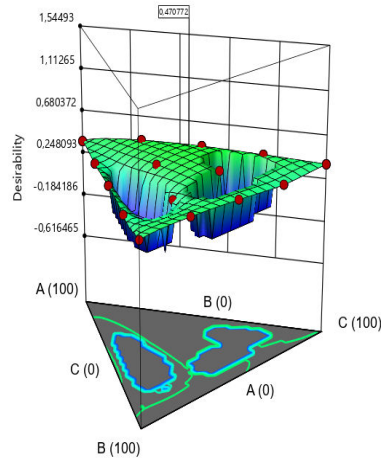
3D Surface

Desirability

● Design Points

0 1

X1 = A
X2 = B
X3 = C



Şekil 54. Dizayn exper programına önerilen karışımların üç boyutlu görünümü

Yapılan bu çalışmada, optimizasyonu yapılarak oluşturulan glutensiz siron formülasyonu olarak yüzey yanıt optimizasyonu, Karabuğday unu %48.39, Patates unu %9.48 ve Nohut unu %42.13 birinci sırada olacak şekilde formülasyonun kabul edilebileceği ve bundan sonraki, glutensiz siron çalışmalarında bu formülasyonun

geliştirilerek kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Dizayn exper programına göre önerilen karışımlar ait bilgiler Tablo 11’ de verilmiştir.

Bu optimize edilmiş formülasyon, çalışmamızın parametrelerine dayalı olarak glütensiz siron üretimi için uygun bir seçenek olarak önerilmektedir. Çalışmamızın kriterlerini karşılayan ve gelecekteki çalışmalarda veya uygulamalarda potansiyel olarak kullanılabilecek bir formülasyon belirlemesi bakımından önemlidir. İstenebilirlik oranları için amaçlanan parametreleri tablo 10’ da verilmiştir.

Tablo 10. İstenebilirlik oranları için amaçlanan parametreler

Adı	Amaç	Alt limit	Üst limit
A:Karabuğday Unu	aralıkta	0	100
B:Patates Unu	aralıkta	0	100
C:Nohut Unu	aralıkta	0	100
% Rutubet	mimum	5.55	7.61
% Protein	maksimum	9.27	23.55
% Yağ	maksimum	0.23	4.08
% Kül	maksimum	2.36	5.74
% Tuz	mimum	1.08	1.94
%Karbonhidrat	mimum	63.03	80.15
pH	aralıkta	6.26	6.50
% Asitlik	aralıkta	7.42	14.71
Su Aktivitesi	mimum	0.25	0.28
TFK	maksimum	74.28	212
TAK	maksimum	190.77	256.11
TFLK	maksimum	7.27	47.16
DPPH	maksimum	25.06	131.41
ABTS	yok	201.1	492.47
FRAP	yok	43.26	166.02
Toplam Mineral	yok	0.30	2.20
Duyusal Toplamı	maksimum	43.26	166.02

Tablo 11. Dizayn exper programına göre önerilen karışımlar

Sayı	KB Unu	P Unu	N Unu	% Rutubet	% Protein	% Yağ	% Kül	% Tuz	% Karb.	pH	% Asitlik	Su Ak.	TFK	TAK	TFLK	DPPH	ABTS	FRAP	T.M.	D.T	Arzu edilirlik
1	48.39	9.48	42.13	6.38	14.34	1.66	4.94	1.47	73.98	6.42	13.75	0.26	177.1	237.14	28.05	87.59	366.43	142.2	1.58	53.37	0.471
2	62.77	0	37.23	6.38	14.34	1.66	3.64	1.42	73.98	6.44	11.79	0.26	158.37	254.68	28.05	87.59	366.43	147.22	1.56	54.05	0.455
3	0	85.04	14.96	6.38	14.34	1.66	4.26	1.7	73.98	6.38	12.22	0.26	173.52	236.03	28.05	87.59	366.43	111.64	1.8	53.64	0.432
4	44.85	55.15	0	6.38	14.34	1.66	3.24	1.55	73.98	6.42	10.72	0.26	143.18	222.08	28.05	87.59	366.43	140.45	1.14	55.76	0.404

T.M. : Toplam mineral, D.T. :Duyusal toplamı

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, ülkemizin ve dünyanın birçok bölge ve/veya şehrinde yöresel bir ürün olarak tüketilen siron ve siron yemeğinin çölyak hastaları başta olmak üzere gluten ile ilişkili bozuklukları olan ve/veya glutensiz ürün tercih eden kişilerce de tüketilebilmesine olanak sağlamak, gıda endüstrisine katkıda bulunmak, ürün çeşitliliğini artırmak amacıyla glutensiz siron çeşitleri üretimi gerçekleştirilmiştir.

Simplex lattice karışım deneme tasarımı ile 3 faktörlü (karabuğday, nohut ve patates unu) siron üretim dizaynı oluşturularak farklı oran ve çeşitlerdeki unlar ile 15 farklı glutensiz siron örneği üretilmiştir. %100 buğday unu kullanılarak üretilen kontrol örneği ile birlikte glutensiz siron örneklerinin, rutubet ve kurumadde, protein, yağ, karbonhidrat, kül, tuz, pH ve asitlik, su aktivitesi, renk, mineral, antioksidan ve biyoaktif bileşen ayrıca duyu analizi yapılarak örnekler değerlendirilmiştir. Diğer yandan bu analizler glutensiz siron örneklerinde kullanılan temel hammaddelerden karabuğday, patates ve nohut unu örneklerine de uygulanarak değerlendirilmiştir. Ek olarak glutensiz siron formülasyonu için yüzey yanıt yöntemi optimizasyon sistemi, optimum özelliklere sahip 4 adet istenebilirlik optimizasyonu belirlemiştir.

Siron örnekleri renk analiz sonuçları değerlendirildiğinde L^* değerinin 68.97-87.78 arasında değiştiği görülmüştür. S16 nolu kontrol örneğinde L^* değerinin en yüksek (87.78) olduğu görülmekte bu değere en yakın siron örneği L^* değerinin S15 nolu %100 nohut unu içerikli siron örneği olduğu görülmektedir. Farklı un kombinasyonları ile formüle edilen örneklerde hammaddelerin doğal rengi haricinde pişirme ve kurutma işlemi nedeniyle ürünlerde meydana gelen maillard reaksiyonun siron örnekleri L^* değerlerini etkilediği düşünülmüştür. Siron örneklerindeki b^* değeri 13.51-19.23 arasında, a^* değeri ise 0.27-3.05 arasında ve ΔE değerinin 0.34-18.78 arasında değiştiği görülmekte; ürünlerde kullanılan hammaddelerin doğal rengi haricinde maillard reaksiyonunun da renk değişiminde etkili olduğu düşünülmüştür.

Yapılan tüm antioksidan ve biyoaktif bileşen analizleri sonuçlarına bakıldığında S16 nolu kontrol örneğinin diğer örneklere kıyasla düşük sonuçlar aldığı görülmüş, başta karabuğday ve patates unu olmak üzere nohut unu ile birlikte farklı formülasyonların siron örneklerinin fonksiyonel özelliklerine olumlu katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Siron örneklerinin kül değerleri %2.36-5.74 arasında değişmekte ve S16 nolu örneğin kül değeri %2.58, hammaddelerden patates unu ve nohut unu kül değerleri sırası ile %4.20 ve %2.83 olarak bulunmuş, en düşük kül değeri (%0.89) karabuğday ununda tespit edilmiştir.

Rutubet analizi sonucunda temel hammadelerin rutubet değerleri; KB17: %9.36, NU18: %6.44 ve PU19: %9.04 şeklinde olup, siron örnekleri rutubet değeri %5.55-7.61 arasında değişmiş ve kontrol örneğinin rutubet değeri ise %7.20 olarak bulunmuştur. Buna ek olarak, siron örnekleri arasında su aktivitesi değerleri 0.25-0.28 arasında değişmiştir. Dolayısıyla siron örneklerinin rutubet içeriklerinin kabul edilebilir sınırların (maksimum %13) altında olduğu ve uygun koşullarda uzun süre depolanabilmesinin mümkün olabileceği tespit edilmiştir.

Siron rnekleri karbonhidrat analizleri değerlendirildiğinde; toplam karbonhidrat %63.03-79.61 değerleri arasında olup, S16 nolu örnek %78.84 değerini almıştır. Protein oranı bakımından en yüksek değeri (%24.06) hammadelerden nohut unu örneğinin aldığı grlmekte; aynı örnekte yağ oranı da diğer örneklerle kıyasla yüksek (%5.35) bulunmuştur. Karabuğday unu protein değeri %8.12, patates unu protein değeri %10.69 ve S16 nolu kontrol örneğinin protein değeri ise %11.15 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle temel hammaddelerden nohutunun glütensiz siron üretiminde, üründeki protein ve aminoasit değerlerini artırmak amacı ile kullanılabileceği görülmektedir.

Örneklerin asitlik değerlerine bakıldığında 3.44 ile 14.71 arasında değiştiği görülmekle birlikte en düşük değeri (3.44) S16 nolu örneğin aldığı tespit edilmiştir. Hammaddelerin asitlik değerleri karabuğday ununda 5.70, nohut ununda 11.59 ve patates ununda 12.31 olarak bulunmuştur. Siron rnekleri ve hammaddelerin pH değerlerine bakıldığında 5.87-6.68 arasında değiştiği görülmekle birlikte en düşük değeri (5.87) S16 nolu örneğin aldığı, en yüksek değeri (6.68) ise patates unu örneğinin aldığı grlmştur.

Siron rneklerinin duyusal analizinde; renk, boyut, şekil, kıvam (atalla ve ağızla), tat, koku, damak zevkine uygunluk ve genel beğeni özellikleri açısından panelistler tarafından değerlendirilerek her bir siron örneğine ait toplam puan hesaplanmıştır. Örneklerle ait toplam puanların 48.67-70.29 arasında değiştiği, S16 nolu örneğin en yüksek toplam puanı (70.29) aldığı, glütensiz siron örnekleri arasında ise en yüksek toplam puanı (63.48) S1 nolu %100 karabuğday unu esaslı örneğin aldığı grlmştur. Buna ek olarak en düşük puanı (48.67) alan siron rneği %100 nohut unu ile üretilen S15 nolu örnek olmuştur. S15 nolu örnekten sadece nohut unu kullanılması hamurun işlenmesini zorlaştırarak son ürün kalitesini olumsuz etkilemesinin yanı sıra üretilen rnde yoğun nohut tat ve aromaya sebebiyet vererek ürünün duyusal özelliklerini olumsuz etkilediği dşnlmştur.

Siron örneklerinin yufka kalınlıkları değerlendirildiğinde 3 örnek (S2, S11 ve S15 nolu örnekler) hariç tüm örneklerde yufka kalınlıkları ortalamalarının 1.2 mm'den küçük olduğu görölmüştür.

Bu çalışma neticesinde karabuğday, patates ve nohut unu kullanımı ile duyuşal özellikler açısından kabul edilebilir glütensiz siron örnekleri başarıyla üretilmiş, örneklerin, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek hedeflendiği gibi kontrol örneğine nazaran çeşitli besinsel özellikler açısından üstün nitelikler kazandığı görölmüştür. Yüzey yanıt yöntemi kullanılarak yapılan optimizasyon çalışmasında, birinci sırada karabuğday unu (%48.39) + patates unu (%9.48) + nohut unu (%42.13) formölasyonun kabul edilebileceği ve bundan sonraki glütensiz siron çalışmalarında bu formölasyonun geliştirilerek kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Çalışma sonucunda, elde edilen bulguların daha sonra yapılacak glütensiz siron çalışmalarına ve başta çölyak hastaları olmak üzere glüten ile ilişki bozukları olan kişilerin tüketimine sunulan glütensiz ürün çeşitliliği artışına katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

KAYNAKÇA

- Abed, M. M. ve Demirhan, B. (2018). Patates Bitkisine (*Solanum tuberosum* L.) Genel bir Bakış. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 1(1), 1-9. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/474044> adresinden erişildi.
- Adıgüzel, E. (2019). Siyez buğdayı (*triticum monococcum*) çölyak hastaları için alternatif olabilir mi?. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 28(1), 27-32. <https://earsiv.kmu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11492/4291/Ad%2c%b1g%2c%bczel%2c%20Emre.pdf?sequence=1&isAllowed=y> adresinden erişildi.
- Akdeniz, V., Kınık, Ö., Yerlikaya, O., Akan, E. (2016). İnsan Sağlığı ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Çinkonun Önemi. *Akademik Gıda*, 14(3), 307-314.
- Alıfakı, Y. Ö. (2013). *Nohut Unu İlavesinin Kekin Dielektrik Özellikleri ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.*
- Aljada, B., Zohni, A., ve El-Matary, W. (2021). The Gluten-Free Diet for Celiac Disease and Beyond. *Nutrients*, 13(11), 3993. <https://doi.org/10.3390/nu13113993>
- Alkay, R. ve Kökten, K. (2020). Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench) Önemi ve Kullanım Alanları. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, (24), 16-21. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1264882> adresinden erişildi.
- AOAC, (1990). *Official Methods Of Analysis Of The Association Of Analytical Chemist, Meat and Meat Products, Chapter 39, p.14.*
- Arcangelis, E. D., Cuomo, F., Trivisonno, M. C., Marconi, E. ve Messina M. C. (2020). Gelatinization and pasta making conditions for buckwheat gluten-free pasta. *Journal of Cereal Science*, 95, 103073. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103073>
- Atak, E. ve Uslu, M. E. (2018). Fenolik Bileşikler, Ekstraksiyon Metotları ve Analiz Yöntemleri. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 3(27), 39-48.
- Atak, M. (2017). Buğday ve Türkiye Buğday Köy Çeşitleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 71-88. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mkuzfd/issue/32454/292128> adresinden erişildi.
- Ayaz Seyhan, S. (2019). DPPH Antioksidan Analizinin Yeniden Değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 9(2), 125-135.
- Babaoğlu, A. S. (2022). Effects of Replacing Breadcrumbs with Buckwheat, Chickpea, Corn and Millet Flour in Gluten-Free Meatball Formulation. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 36(3), 399-404.
- Baltacı, C., Öz, M., Fidan, M. S., Üçüncü, O. ve Karataş, Ş. M. (2022). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of *Colchicum speciosum*

- Steven growing in Türkiye. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 59(5), 729-736.
- Bangar, S. P., Suri, S., Trif, M. ve Ozogul, F. (2022). Organic acids production from lactic acid bacteria: A preservation approach, *Food bioscience*, 46, 101615, 1-16.
- Barışık, D. ve Tavman, Ş. (2018). Glutensiz Ekmek Formülasyonlarında Nohut Unu Kullanımının Ekmeğin Kalitesi Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 16(1), 33-41. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.415652>
- Bascuñán, K.A., Vespa, M.C. ve Araya, M. (2017). Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *European Journal of Nutrition*, 56, 449–459. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1238-5>
- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A.J., Morley, J.E.,... Boirie, Y. (2013). Evidence-based Recommendations for Optimal Dietary Protein Intake in Older People: A Position Paper From the PROT-AGE Study Group. *J. Am. Med Dir. Assoc.*, 14(8), 542–559. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.021>.
- Baykara, C., Cana, H., Sarıkabak, M. ve Aydemir, U. (2019). *Beslenme ve Sporcu Beslenmesi*. G. Hergüner (Der.) , Her yönüyle spor içinde (ss. 65-100). İstanbul, Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları.
- Baysal, A. (2011). *Beslenme* (13. Baskı), Ankara, Hatipoğlu Yayınları:93.
- Baysal, A. (2013). Magnezyum ve sağlığımız. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 41(2), 97-98.
- Belorio, M. ve Gómez, M. (2022). Psyllium: a useful functional ingredient in food systems. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(2), 527-538. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1822276>
- Bender, D. ve Schönlechner, R. (2020). Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*, 91, 102904. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>
- Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32, 78– 81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
- Bilgiçli, N. (2009b). Enrichment of gluten-free tarhana with buckwheat flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(4), 1-8. <https://doi.org/10.1080/09637480802112546>
- Bilgiçli, N. (2008). Utilization of buckwheat flour in gluten-free egg noodle production. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6(2), 113-115.
- Bilgiçli, N. (2009a). Effect of Buckwheat Flour on Cooking Quality and Some Chemical, Antinutritional and Sensory Properties of Erişte, Turkish noodle. *International*

- Journal of Food Sciences and Nutrition, 60(4), 70-80.
<https://doi.org/10.1080/09637480802446639>
- Bilgiçli, N. ve Soylu, S. (2016). Buğday ve Un Kalitesinin Sektörel Açıdan Değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(2), 58-67.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/bdbad/issue/37064/425966> adresinden erişildi.
- Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. (2008). Codex Alimentarius, Standard For Foods For Special Dietary Use For Persons Intolerant To Gluten, CXS 118-1979.
https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B118-1979%252FCXS_118e_2015.pdf adresinden erişildi.
- Bulut, B. (2013). *Glütensiz tulumba tatlısı üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Iğdır Üniversitesi, Iğdır.*
- Bülbül, S. H. (2004). Çocuk Beslenmesinde Demirin Yeri ve Önemi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 13(12), 446-450.
- Büyüktuncel, E. (2013). Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17(2), 93-103. <https://doi.org/10.12991/mpj.22340>
- Büyükzeren, Ş. (2019). *Konya tandır ekmeğinin glütensiz olarak üretilmesinde bazı baklagil unlarının kullanılma imkanları üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.*
- Cairano, M. D., Condelli, N., Caruso, M.C., Marti, A., Cela, N. ve Galgano, F. (2020). Functional properties and predicted glycemic index of gluten free cereal, pseudocereal and legume flours. *LWT*, 133, 109860.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109860>
- Cappelli, A., Oliva, N. ve Cini, E. (2020). A Systematic Review of Gluten-Free Dough and Bread: Dough Rheology, Bread Characteristics, and Improvement Strategies. *Applied Sciences*, 10(18), 6559. <https://doi.org/10.3390/app10186559>
- Chakroborty, T. ve Chakraborty, S.C. (2017) Effect of Storage Temperature on the Quality and Microbial Content of Salt-Smoke-Dried shoal (*Ophiocephalus striatus*). *J Fisheries Livest Prod* 5(1), 1-4.
- Ciesarová, Z., Basil, E., Kukurová, K., Marková, L. Zieliński, H. ve Wronkowska, M. (2016). Gluten-free Muffins Based on Fermented and Unfermented Buckwheat flour – Content of Selected Elements. *Journal of Food and Nutrition Research*, 55(2), 108-113.

- Cingöz, A. ve Güldane, M. (2023). Leblebi Tozu İlaveli Glütensiz Bisküvi Üretimi: TOPSIS Uygulaması. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(7), 1200-1209.
- Culetu, A., Susman I.E., Duta, D.E. ve Belc, N. (2021). Nutritional and Functional Properties of Gluten-Free Flours. *Applied Sciences*, 11(14), 6283. <https://doi.org/10.3390/app11146283>
- Çakmakçı, S. ve Kahyaoğlu, D. (2013). Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkilerine Genel Bir Bakış. *Akademik Gıda*, 10(1), 103-113.
- Çoklar, H. ve Akbulut M. (2016). Olgunlaşma ile Alıç (*Crataegus orientalis*) Meyvesinin Antioksidan Aktivite, Toplam Fenolik Madde ve Fenolik Profilineki Değişim. *Fruit Science*, 3(2), 30-37.
- Damto, T, Ashagrie Z., ve Tarekegn B. (2024)"Impact of Different Adulterants on Honey Quality Properties and Evaluating Different Analytical Approaches for Adulteration Detection." *Journal of Food Protection* 87.(4), 100241, 1-16.
- De Carvalho, C. ve Caramujo, M., (2018).The various roles of fatty acids. *Molecules*, 23, 2583, 1-26.
- De Francischi, M.L.P., Salgado, J.M. ve Leitão, R.F.F. (1994). Chemical, nutritional and technological characteristics of buck wheat and non-prolamine buckwheat flours in comparison of wheat flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 46, 323-329. <https://doi.org/10.1007/BF01088431>
- Delgado-Vargas, F. ve Lopez, P. (2003). Anthocyanins and betalains. *Natural colorants for food and nutraceutical uses* (1.Baskı). içinde (s.8). CRC Press.
- Demir, B. (2008). Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanlari üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Demir, M. (2015). Bisküvi Üretiminde Tam Buğday Unu ve Paçallarının Kullanımı. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 100-107. <https://doi.org/10.15832/tbd.18466>
- Dinç, S., Kara, M. ve Arslanoğlu, Ş. F. (2014, Ocak). Patates ve Sağlık. https://www.researchgate.net/publication/291698516_PATATES_VE_SAGLIK adresinden erişildi.
- Dizlek, H. (2011). Glüten Oluşumu ve Bunu Sınırlayan-Engelleyen Etmenler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(3), 14-22. <https://www.flora.com.tr/dosyalar/gluten-olusumu.pdf> adresinden erişildi.
- Dizlek, H. (2013). Glüten Kompleksinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkileri. *Akademik Gıda*, 11(1), 102-106. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akademik-gida/issue/55794/763793> adresinden erişildi.

- Doğu Baykut, E. (2021). Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriğı ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 89-98. <https://doi.org/10.31590/ejosat.789955>
- Doruk Kahraman, N. ve Kahraman, A. (2022). *Un Kalitesinin İyileştirilmesinde Baklagillerin Kullanımı: Nohut Örneğı*. II.Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi, 29 Eylül-02 Ekim 2022, Rize, s. 78-84.
- Durlu Özkaya, F., Akbulut, B. A. ve Tulga, D. (2017). Gastronomi Turizmi Engelleri Kapsamında Çölyak. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(16), 213-228. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ksbd/issue/31387/344574> adresinden erişildi.
- Elgün, A. ve Demir, M. K. (2008). *Tam buğday unu ve fonksiyonel özellikleri*. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, s. 49-52.
- Elli, L., Branchi, F., Tomba, C., Villalta, D., Norsa, L., Ferretti, F.,...Bardella, M. T. (2015). Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. *World Journal of Gastroenterology*, 21(23), 7110–7119. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i23.7110>
- Erbil, K. ve Karaçeper, E. İ. (2023). Yenilikçi Reçete Geliştirme Bağlamında: Besin Değeri Artırılmış Glütensiz ve Vegan Lavaş Ekmeğı. *Journal of Silk Road Tourism Research*, 3(1), 1-23.
- Ergin, A. (2011). *Çölyak hastalarına özel bisküvi, erişte ve pide üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli*.
- Ertem, D. (2017). Çölyak Hastalığı. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 9(1), 1-10. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ktpd/issue/47776/595786> adresinden erişildi.
- Estrada-Bahena, E. B., Salazar, R., Ramírez, M., Moreno-Godínez, M. E., Jiménez-Hernández, J., Romero-Ramírez, Y., ve Alvarez-Fitz, P. (2022). Influence of water activity on physical properties, fungal growth, and ochratoxin A production in dry cherries and green-coffee beans. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2), e16226.
- Flores-Silva, P. C., Berrios, J., Pan, J., Agama-Acevedo, E., Monsalve-González, A. ve Bello-Pérez, L. A. (2015). Gluten-free spaghetti with unripe plantain, chickpea and maize: physicochemical, texture and sensory properties. *CyTA - Journal of Food*, 13(2), 159-166. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.929178>
- Gao, Y., Janes, M. E., Chaiya, B., Brennan, M.A., Brennan, C.S. ve Prinyawiwatkul, W. (2018). Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 19-32. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13505>

- Gasparre, N. ve Rosell, C. M. (2023). Wheat gluten: A functional protein still challenging to replace in gluten-free cereal-based foods. *Cereal Chemistry*, 100(2), 243–255. <https://doi.org/10.1002/cche.10624>
- Giménez-Bastida, J. A., Piskula, M., ve Zieliński, H. (2015). Recent advances in development of gluten-free buckwheat products. *Trends in Food Science & Technology*, 44(1), 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.02.013>
- Griel, A.E., Ruder, E.H. ve Kris-Etherton PM. (2006). The changing roles of dietary carbohydrates: from simple to complex. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*; 26:1958–1965.
- Gupta, D. (2015). Methods for determination of antioxidant capacity: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(2), 546-566.
- Gülçin, İ., Elias, R., Gepdiremen, A., Taoubi, K. ve Köksal E. (2009). Antioxidant secoiridoids from fringe tree (*Chionanthus virginicus* L.). *Wood Science and Technology*, 43, 195–212. <https://doi.org/10.1007/s00226-008-0234-1>
- Güven, L. (2023). Cephalaria tchihatchewii Boiss. Ekstrelerinin Antioksidan Aktivitesi, Metabolik Enzimler Üzerine Etkisi ve UPLC-MS/MS Analizi ile Kimyasal Karakterizasyonun Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(4), 2655-2672. <https://doi.org/10.21597/jist.1337439>
- Hatipoğlu, S. (2016). Patates unu ve gam ilavesinin glütensiz ekmek kalitesi üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Hayıt, F. ve Gül, H. (2015). Karabuğday'ın Sağlık Açısından Önemi ve Unlu Mamüllerde Kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 123-132. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ziraatuludag/issue/16765/174324> adresinden erişildi.
- Hayıt, F. ve Gül, H. (2019). Glütensiz Bisküvi Unu Formülasyonunun Yanıt Yüzey Yöntemi Kullanılarak Optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 17(2), 185-192. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.613560>
- Hoppu, U., Hopia, A., Pohjanheimo, T., Rotola-Pukkila, M., Mäkinen, S., Pihlanto, A., & Sandell, M. (2017). Effect of salt reduction on consumer acceptance and sensory quality of food, *Foods*, 6(12), 103.
- Hosta, H. G. (2012). Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glütensiz pirinç eriştelere kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/34512> adresinden erişildi.

- Huda, M. N., Lu, S., Jahan, T., Ding, M., Jha, R., Zhang, K., ...Zhou, M. (2021). Treasure from garden: Bioactive compounds of buckwheat. *Food chemistry*, 335, 127653. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127653>
- Isengard, H.D, (2001), "Water content, one of the most important properties of food." *Food control* 12(7), 395-400.
- İşleroglu, H., Dirim, S. N. ve Ertekin, F. K. (2009). Glütten İçermeyen, Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları ve Üretim Teknolojileri. *Gıda*, 34(1), 29-36. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/6841/91762> adresinden erişildi.
- Kahlon, T. S. ve Chiu, M. M. (2015). Teff, Buckwheat, Quinoa and Amaranth: Ancient Whole Grain Gluten-Free Egg-Free Pasta. *Food and Nutrition Sciences*, 6(15), 1460-1467. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.615150>
- Karaarslan, S. V. (2021, 14 Nisan). Gümüşhane'nin Uluslararası Alandaki Efsanevi Ramazan Yemeği: Siron. https://www.arkeotekno.com/pg_567_gumushanenin-uluslararasi-alandaki-efsanevi-ramazan-yemegi-siron adresinden erişildi.
- Karadoğan, T. ve Özer, H. (1997). Patatesin Besin Değeri ve İnsan Beslenmesi Yönünden Önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 306-317.
- Karakaya, S. ve El, S. N. (1997). Flavonoidler ve Sağlık. *Beslenme Ve Diyet Dergisi*, 26(2), 54-60.
- Kavrut, E. (2015). *Glütensiz revani üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Iğdır Üniversitesi, Iğdır.*
- Kaya, A. (2018). *Nohudun erişte kalitesine etkisi. Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.*
- Kemahlıoğlu, K. ve Demirağ, K. (2018). İzmir'de Tüketime Sunulan Çeşitli Firmalara Ait Erişte ve Noodle Ürünlerinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Kalite Nitelikleri. *Akademik Gıda*, 16(1), 60-66. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.415890>
- Kılınççeker, O. (2020). Nohut Ununun Tavuk Köfte Üretiminde Kullanımı. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1), 49-54. <https://doi.org/10.29278/azd.702815>
- Köten, M., Karahan, A. M. ve Satouf, M. (2022). Antik Tahıllar ve Günümüzdeki Kullanım Alanları. *Doğa ve Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar*, 4, 231-256. https://www.researchgate.net/publication/350185183_Antik_Tahillar_ve_Gunum_uzdeki_Kullanim_Alanlari adresinden erişildi.
- Kuloğlu, Z. (2014). Çölyak Hastalığı. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 8(2), 105-111. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/686168> adresinden erişildi.

- Kunt, V. H. (2018). *Glütensiz bisküvi formülasyonlarının zenginleştirilmesi ve bisküvi kalitesinin artırılması. Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.*
- Kuzumoğlu, Y. (2020). *Glütensiz Tulumba Tatlısı Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.*
- Küçükazman, M., Ata, N., Dal, K. ve Nazlıgül, Y. (2008). Çölyak Hastalığı. *Dirim Tıp Gazetesi*, (83), 85-92. https://www.dirim.com/Dirim_2008-3_files/C%CC%A7o%CC%88lyak%20Hastal%C4%B1g%CC%86%C4%B1.pdf adresinden erişildi.
- La Vieille, S., Dubois, S., Hayward, S. ve Koerner, T.B. (2014). Estimated Levels of Gluten Incidentally Present in a Canadian Gluten-Free Diet. *Nutrients*, 6(2), 881-896. <https://doi.org/10.3390/nu6020881>
- Li, M., Sun, H., Mu, T., Tian, S., Ji, L., Zhang, D.,...Tian, J. (2020). Preparation and quality characteristics of gluten-free potato cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11), e14828. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14828>
- Lima, B. R., Botelho, R. B. A. ve Zandonadi, R. P. (2019). Gluten-Free Pasta: Replacing Wheat with Chickpea. *Journal of Culinary Science & Technology*, 17(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1394952>
- Liu, X., Mu, T., Sun, H., Zhang, M. ve Chen, J. (2016). Influence of potato flour on dough rheological properties and quality of steamed bread. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(11), 2666-2676. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61388-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61388-6)
- Machado, M. V. (2023). New Developments in celiac disease treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2), 945. <https://doi.org/10.3390/ijms24020945>
- Mahmoud, R. M., Yousif, E. I., Gadallah, M. G. E. ve Alawneh, A. R. (2013). Formulations and quality characterization of gluten-free Egyptian balady flat bread. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(1), 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2013.01.004>
- Masood, R. ve Mirafat, M. (2010). Psyllium: Current and Future Applications. *Medical and Healthcare Textiles*, 244-253. <https://doi.org/10.1533/9780857090348.244>
- Masoodi, L., Gull, A., Nissar, J., Ahad, T., Gani, A. ve Rather, A. H. (2023). Combination of buckwheat and almond flour as a raw material for gluten-free bakery products. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17, 4114-4124. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-01942-4>
- Mathlouthi, M. (2001). Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs." *Food control*, 12(7), 409-417.
- Matos, M. E. ve Rosell, C. M. (2015). Understanding gluten-free dough for reaching breads with physical quality and nutritional balance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(4), 653-661. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6732>

- Meclis Araştırması Komisyonu Raporu. (2018). Çölyak Hastalığının Teşhis Aşamasının, Sebeplerinin, Sonuçlarının ve Bu Hastalığa Maruz Kalanlara Sağlanabilecek Yardımların Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesine İlişkin Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu (S. Sayısı:554). <https://cdn.tbmm.gov.tr/KKBSPublicFile/D26/Y2/T10/DosyaKomisyonRaporunuVerdi/5695d579-46bf-4b4b-b3a6-0df7dfb6d1cd.pdf> adresinden erişildi.
- Melini V. ve Melini F. (2019). Gluten-Free Diet: Gaps and Needs for a Healthier Diet. *Nutrients*, 11(1), 170. <https://doi.org/10.3390/nu11010170>
- Meriç İnan, C. (2021). Bazı Besin Öğelerinin Sinir Sistemi Üzerine Etkileri. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 49-58. <https://doi.org/10.51754/cusbed.807327>
- Mutlu, C., Arslan Tontul, S., Candal, C. ve Erbaş, M. (2019). Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Glütensiz Kek Üretiminde Kullanımı. *Gıda*, 44(5), 770-780. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19073>
- Nawrocka, A., Miś, A. ve Szymańska-Chargot, M. (2016). Characteristics of Relationships Between Structure of Gluten Proteins and Dough Rheology – Influence of Dietary Fibres Studied by FT-Raman Spectroscopy. *Food Biophysics*, 11, 81–90. <https://doi.org/10.1007/s11483-015-9419-y>
- Nazlım, B. A. ve Tuncel, N. B. (2018). Isıl İşlem Uygulamasının Dehidre Patates ve Patates Ununun Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 88-98. <https://doi.org/10.28979/comufbed.390725>
- Necheporuk, A. G., Tretyakova, E. N., Danilin, S.I., Toporkova, K.I. ve Pershikova, A. G. (2021). Gluten-free products from chickpea flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 845, 012077. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/845/1/012077>
- NMKL 161, 1998. Metals. Determination by atomic absorption spectrophotometry after wet digestion in a microwave oven.
- NMKL 170, 2002. Mercury. Determination in Seafood by Flow Injection Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry (FI-CVAAS) after Microwave Digestion.
- Nordic Council of Ministers. *Nordic Nutrition Recommendations 2012. Integrating Nutrition and Physical Activity, 5th ed.; Nord 2014:002; Nordic Council of Ministers: Copenhagen, Denmark, 2014.*
- Okan, O. T., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ. (2013). Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun

- Dışi Bazı Bitkisel Ürünler. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 13(1), 48-59.
- Öncel, B. (2023). *Baklagil unları katkılı glütensiz ekmeklerin aroma profili ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi. Doktora tezi, Çukurova üniversitesi, Adana.*
- Öney, B. N., Ertas, N., Türker, S., Aydın, M. ve Eyiz, V. (2020). Tam Buğday Unundan Ekşi Hamur Yöntemiyle Simit Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-11. <https://dergipark.org.tr/en/pub/neufimbd/issue/55688/665410> adresinden erişildi.
- Özay, G., Pala, M. ve Saygi, B. (1993). Bazı Gıdaların Su Aktivitesi Yönünden İncelenmesi, *Gıda*, 18(6), 377-383.
- Özdoğan, G. (2021). Gıdalarda kullanılan renk analizleri. E.Hastaoğlu (ed.), *Gıdalarda Renk* içinde (ss.53-84). Akademisyen Kitapevi.
- Özkaya, V. ve Özkaya, Ş. Ö. (2018). Çölyak Hastalığına Diyetetik Yaklaşım. *Selçuk Tıp Dergisi*, 34(4), 186-193. <https://doi.org/10.30733/std.2018.00906>
- Özüğür, G. ve Hayta, M. (2011). Tahıl Esaslı Glutensiz Ürünlerin Besinsel ve Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi. *Gıda*, 36(5), 287-294. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/6914/92398> adresinden erişildi.
- Özünal A. ve Erzurum Alim, N. (2022). Menopozal Dönemde Görülen Osteoporozda Kalsiyum ve D Vitaminin Rolü. *Turkish Journal of Health Research*, 3(1), 46-55.
- Pehlivanoğlu, H., Bardakçı, H. F., Gökdoğan, K., Yaşa, E., Karasu, E. ve Demirci, M. (2021). Optimization of Gluten-Free Cake Formulations Special to Celiac Patients using Different Types and Amount of Gluten-Free Flours. *European Journal of Science and Technology*, (27), 849-857. <https://doi.org/10.31590/ejosat.994986>
- Peleg, M. (2019). Modeling degradation kinetics in dry foods storage under varying temperature and moisture content—Theoretical evaluation." *Food Engineering Reviews*, 11, 1-13.
- Pratama, R.I., Rostini, I., Andriani, Y., ve Dewanti, L.P.(2021). A review on protein quality and bioavailability of amino acids, *International Journal of All Research Writings*, 3 (1), 90-97.
- Quek, S.Y., Chok, N.K. ve Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spraydried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing*, 46, 386-392.
- Quitmann, H., Fan, R. ve Czermak, P. (2014). Acidic organic compounds in beverage, food, and feed production. *Biotechnology of food and feed additives*, 91-141.

- Rai, S., Kaur, A. ve Singh, B. (2014). Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 785–789. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0547-1>
- Ramavandi, B. (2014). Treatment of water turbidity and bacteria by using a coagulant extracted from *Plantago ovata*. *Water Resources and Industry*, 6, 36-50. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2014.07.001>
- Ren, Y., Yakubov, G. E., Linter, B. R., MacNaughtan, W. ve Foster, T. J. (2020). Temperature fractionation, physicochemical and rheological analysis of psyllium seed husk heteroxylan. *Food Hydrocolloids*, 104, 105737. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105737>
- Rodríguez-Rejón, A.I., Ruiz-López, M.D., Malafarina, V., Puerta, A., Zuniga, A. ve Artacho, R. (2017). Menus offered in long-term care homes: Quality of meal service and nutritional analysis. *Nutr. Hosp.*, 34(3), 584–592. <https://doi.org/10.20960/nh.941>.
- Sabença, C., Ribeiro, M., Sousa, T., Poeta, P., Bagulho, A. S. ve Igrejas G. (2021). Wheat/Gluten-Related Disorders and Gluten-Free Diet Misconceptions: A Review. *Foods*, 10(8), 1765. <https://doi.org/10.3390/foods10081765>
- Sakač, M., Pestorić, M., Mišan, A., Nedeljković, N., Jambrec, D., Jovanov, ...Mandić, A. (2015). Antioxidant Capacity, Mineral Content and Sensory Properties of Gluten-Free Rice and Buckwheat Cookies. *Food technology and biotechnology*, 53(1), 38–47. <https://doi.org/10.17113/ftb.53.01.15.3633>
- Salehi, F. (2020). Recent applications and potential of infrared dryer systems for drying various agricultural products: A review. *International Journal of Fruit Science*, 20(3), 586-602.
- Santos, F. G., Aguiar, E. V., Rosell, C. M. ve Capriles, V. D. (2021). Potential of chickpea and psyllium in gluten-free breadmaking: Assessing bread's quality, sensory acceptability, and glycemic and satiety indexes. *Food Hydrocolloids*, 113, 106487. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106487>
- Seçkin, R. (1979). Ekmeklik Una Patates Unu Katılması. *Gıda*, 4(2). <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/6825/91643> adresinden erişildi.
- Sedej, I., Sakač, M., Mandić, A., Mišan, A., Pestorić, M., Šimurina, O., Čanadanović-Brunet, J. (2011). Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour. *LWT- Food Science and Technology*, 44(3), 694-699.
- Serin, A. (2018). *Glütensiz makarna formülasyonlarının farklı ingrediyeentlerle zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması. Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.*

- Shewry, P. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6), 1537–1553.
<https://doi.org/10.1093/jxb/erp058>
- Shewry, P. (2019). What Is Gluten—Why Is It Special?. *Frontiers in Nutrition*, 6, 101.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00101>
- Singh, B. (2007). Psyllium as therapeutic and drug delivery agent. *International journal of pharmaceutics*, 334(1-2), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2007.01.028>
- Šmídová, Z. ve Rysová, J. (2022). Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*; 11(3), 480. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Söylemezoğlu, G. (2003). Üzümde Fenolik Bileşikler. *Gıda*, 28(3), 277-285.
- Strain J.J. ve Cashman, K.D. Minerals and trace elements. In: Gibney MJ, Vorster HH, Kok FJ, editors. Introduction to human nutrition. Oxford: Blackwell Science Ltd; 2002. p. 177–224.
- Şahin, M., Odabaş, E. ve Çakmak, H. (2022). Kırık Leblebiden Elde Edilen Unun Glütensiz Erişte Üretiminde Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 260-267.
<https://doi.org/10.19113/sdufenbed.1053753>
- Şahin, N, Koyuncu, M. ve Sayaslan A. (2018). Glütensiz ekmekte nohut mayası kullanımının etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.*, 22(4), 513-524. DOI: 10.29050/harranziraat.382537
- Taraghihkah, N., Ashtari, S., Asri, N., Shahbazkhani, B., Al-Dulaimi, D., Rostami-Nejad, M.,...Zali, M. R. (2020). An updated overview of spectrum of gluten-related disorders: clinical and diagnostic aspects. *BMC Gastroenterology*, 20, 258.
<https://doi.org/10.1186/s12876-020-01390-0>
- Taşkın, B. (2019). Maş Fasulyesi (*Vigna radiata* L.) ve Glütensiz Gıdalarda Kullanım Potansiyeli. *Akademik Gıda*, 17(4), 546-552. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.667273>
- TGK 2002/20, Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği, 5 Mart 2002 tarih ve 24686 sayılı resmi gazetede, Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Tosun, İ. ve Yüksel, S. (2003). Üzümsü Meyvelerin Antioksidan Kapasitesi. *Gıda*, 28(3), 305-311.
- TS 1620. (2016). *Makarna*, Türk Standartları Enstitüsü Ankara 14s Bakanlıklar/Ankara.
- TS 1728 ISO 1842. (2001). *Meyve ve sebze ürünleri- Ph tayini*, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.
- TS 2282. (2004). *Tarhana*, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.

- TS 3190. (2021). *Hazır Kuru Çorbalık*, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.
- TS 5000. (2010). *Ekmek*, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.
- TS 545. (2020). *Ayarlı çözeltilerin hazırlanması*, Türk Standardları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.
- TS EN ISO 11085. (2016). *Tahıllar, tahıl bazlı ürünler ve hayvan yemleri - Randall özütleme yöntemiyle ham yağ ve toplam yağ tayini*, Türk Standardları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.
- Türk Aslan, S. 2022. *Glutensiz Kraker Üretimi ve Modifiye Atmosferde Depolanması. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.*
- Türk Gıda Kodeksi. (2012). Glüten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2012/4). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/01/20120104-8.htm> adresinden erişildi.
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2023). ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/222.pdf adresinden erişildi.
- Türksoy, S. ve Özkaya, B. (2006). *Gluten ve çölyak hastalığı*. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, s. 807-810.
- Ulusoy, H. G. ve Rakıcıoğlu, N. (2019). Glütensiz Diyetin Sağlık Üzerine Etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(2), 87–92. <https://doi.org/10.33076/2019.BDD.1026>
- URL-1, [https://en.wikipedia.org/wiki/Siron_\(food\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Siron_(food)), “Siron(food)” 17.10.2023
- URL-2, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Siron>, “Siron” 17.10.2023
- URL-3, <https://www.kulturportali.gov.tr/portal/gumushanesironu>, “Gümüşhane Sironu” 17.10.2023
- Üren, A. (1999). Üç Boyutlu Renk Ölçme Yöntemleri. *Gıda*, 24(3), 193-200.
- Velioğlu, S. (1987). Gıdalarda Renk Ölçme İlke ve Sistemleri. *Gıda*, 12(6), 409-416.
- Verardo, V., Glicerina, V., Cocci, E., Frenich, A. G., Romani, S. ve Caboni M. F. (2018). Determination of free and bound phenolic compounds and their antioxidant activity in buckwheat bread loaf, crust and crumb. *LWT-Food Science and Technology*, 87, 217-224. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.063>
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2), 115-119. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>
- Wieser, H., Koehler, P. ve Scherf, K. A. (2022). Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*, 100(1), 23-35. <https://doi.org/10.1002/cche.10572>

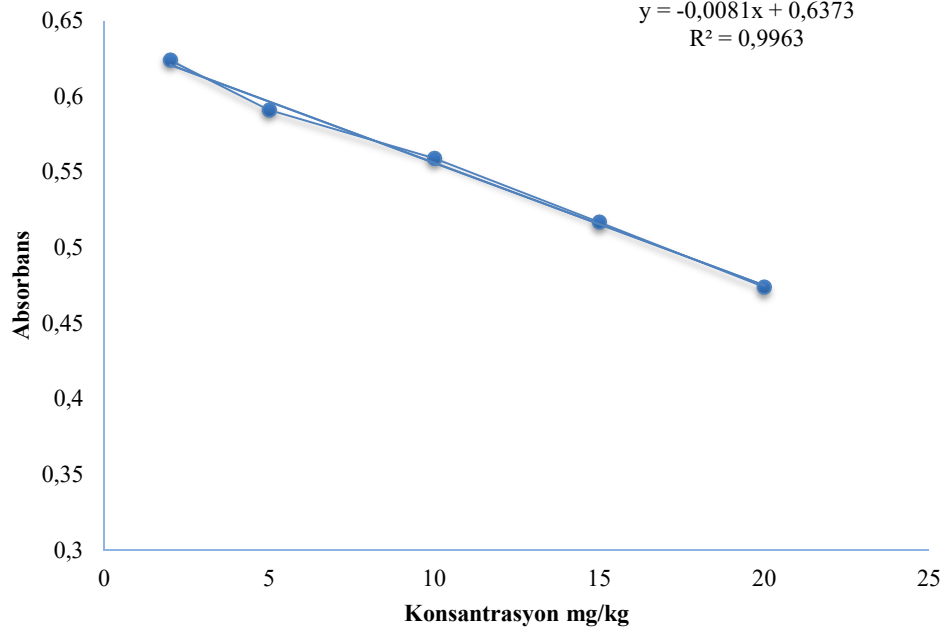
- Wronkowska, M., Haros, M. ve Soral-Śmietana, M. (2013). Effect of Starch Substitution by Buckwheat Flour on Gluten-Free Bread Quality. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1820-1827. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0839-0>
- Wronkowska, M., Zielińska, D., Szawara-Nowak, D., Troszyńska A. ve Soral-Śmietana, M. (2010). Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread. *International Journal of Food Science Technology*, 45(10), 1993-2000. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02375.x>
- Yalçın, S. (2005). *Glütensiz erişte üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.*
- Yalçın, S. ve Algan Özkök, G. (2020). Production of Gluten-free Buckwheat Biscuit for Celiac Patients as Contribution to Gastronomy. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 191-200. <https://doi.org/10.37847/tdtad.788833>
- Yaver, E. (2021). Fermente Tahıl Benzeri Ürünlerin Bisküvinin Fiziksel, Besinsel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda*, 47(1), 55-65. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21143>
- Yıldırım, A. ve Şahin Nadeem, H. (2019). Thermal Properties and Estimated Glycemic Index of Different Composite Flours and Their Gluten-Free Bread Making Performances. *Gıda*, 44 (1), 143-152. <https://doi.org/10.15237/gida.GD18105>
- Yıldırım, E. (2020). Çölyak Hastalığı ve Glütensiz Besleme. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 175-187. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jgehes/issue/58651/686873> adresinden erişildi.
- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 17(2), 143-154.
- Yılmaz, Y. ve Doğan, İ. S. (2015). Glütensiz Ekmek Karışımların Kalite ve Bileşenler Yönünden Değerlendirilmesi. *Gıda*, 40(6), 335-342. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/43751/537032> adresinden erişildi.
- Yücel, R. (2009). *Glütensiz kek üretiminde kullanılan bazı zamkların kalite üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.*
- Yüksel, F., Yavuz, B. ve Baltacı, C. (2022). Some physicochemical, color, bioactive and sensory properties of a pestil enriched with wheat, corn and potato flours: An optimization study based on simplex lattice mixture design. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100513. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100513>
- Zhang, Z. L., Zhou, M. L., Tang, Y., Li, F. L., Tang, Y. X., Shao, J. R., ...Wu, Y. M. (2012). Bioactive compounds in functional buckwheat food. *Food research international*, 49(1), 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.035>

Zieliński, H., Ciesarová, Z., Kukurová, K., Zielinska, D., Szawara-Nowak, D., Starowicz M. ve Wronkowska M. (2017). Effect of fermented and unfermented buckwheat flour on functional properties of gluten-free muffins. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 1425–1432. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2561-4>

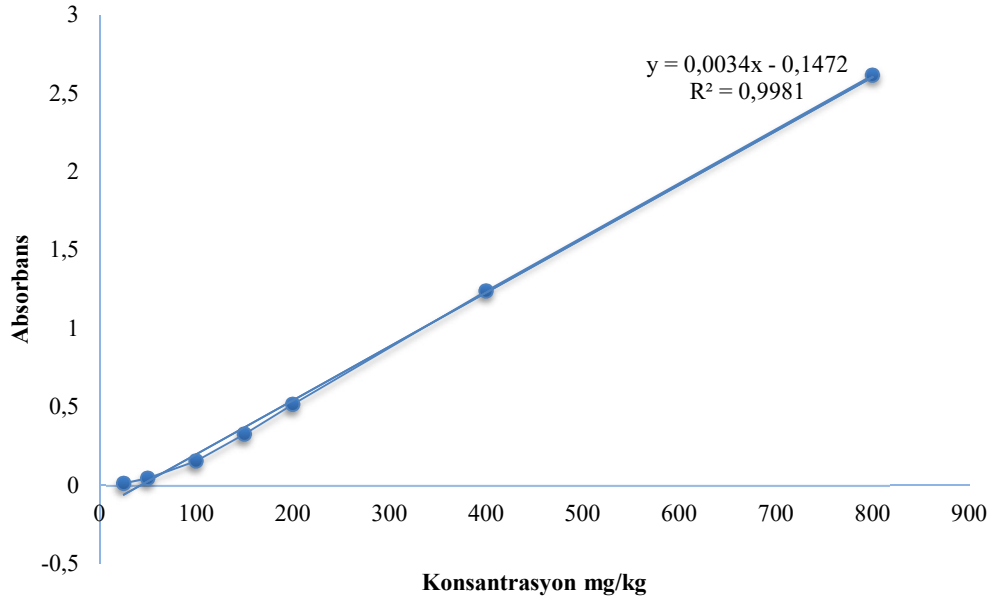


EKLER DİZİNİ

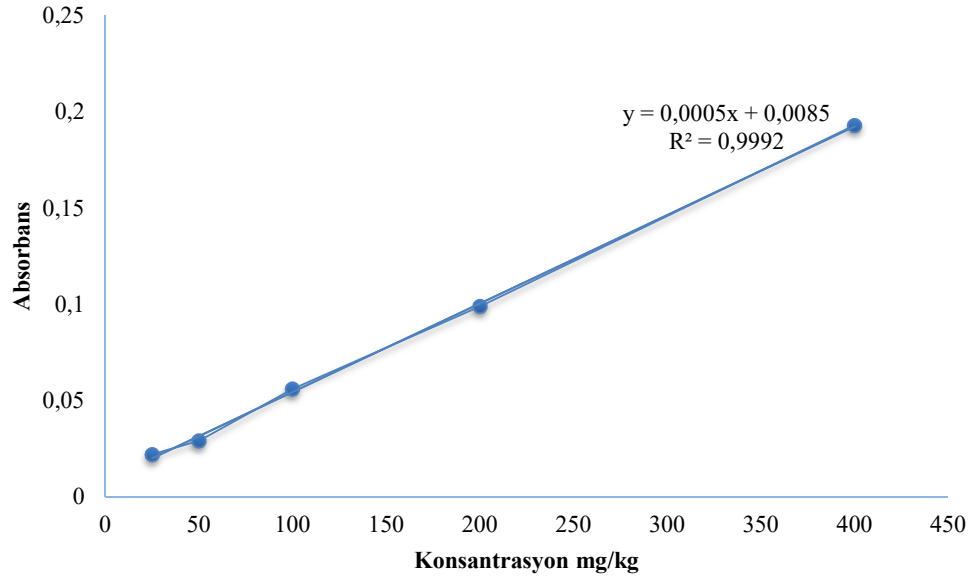
Ek 1. DPPH analizi kalibrasyon grafiği



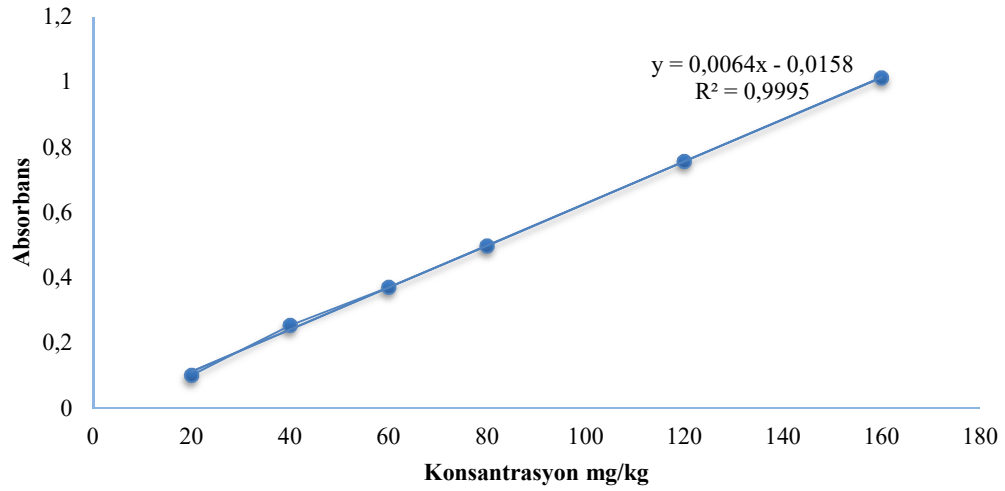
Ek 2. Toplam antioksidan kapasite analizi kalibrasyon grafiği



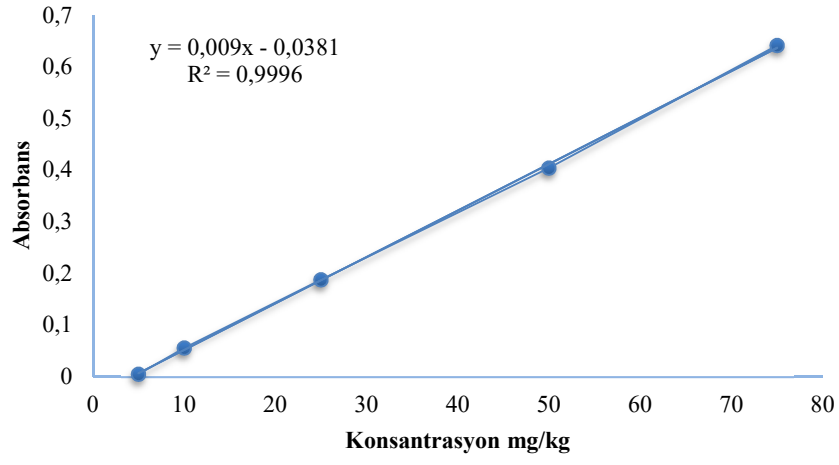
Ek 3. Toplam flavanoid kapasite analizi kalibrasyon grafiği



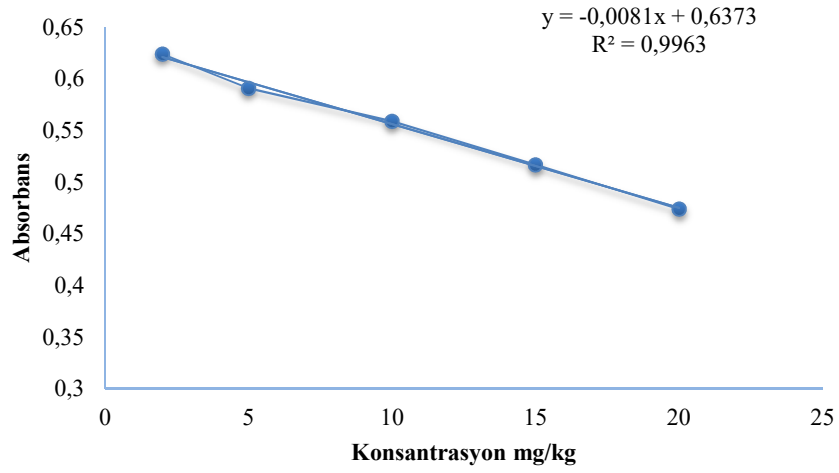
Ek 4. Toplam fenolik kapasite analizi kalibrasyon grafiği



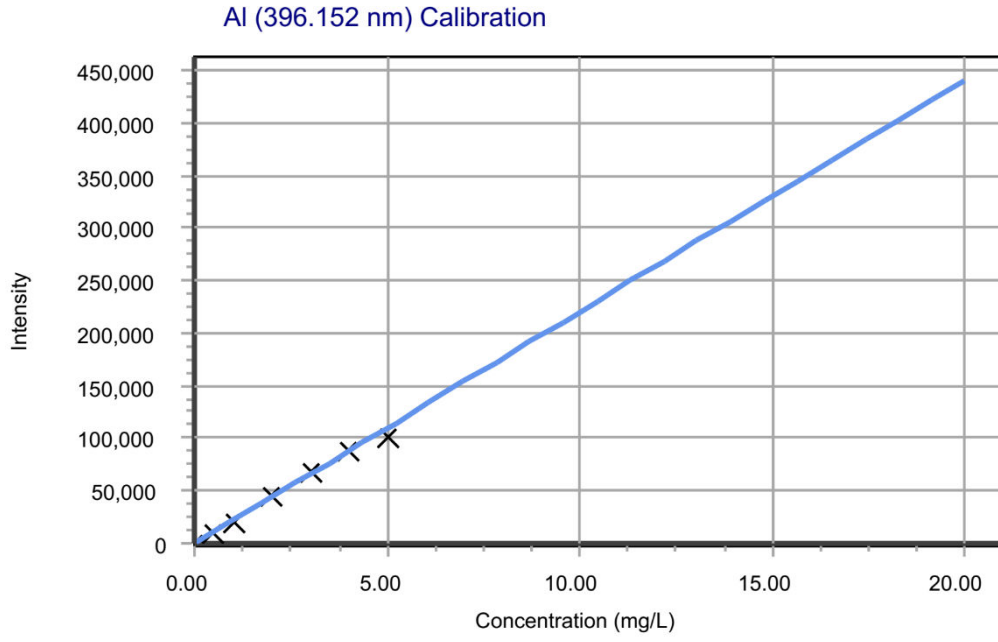
Ek 5. FRAP analizi kalibrasyon grafiği



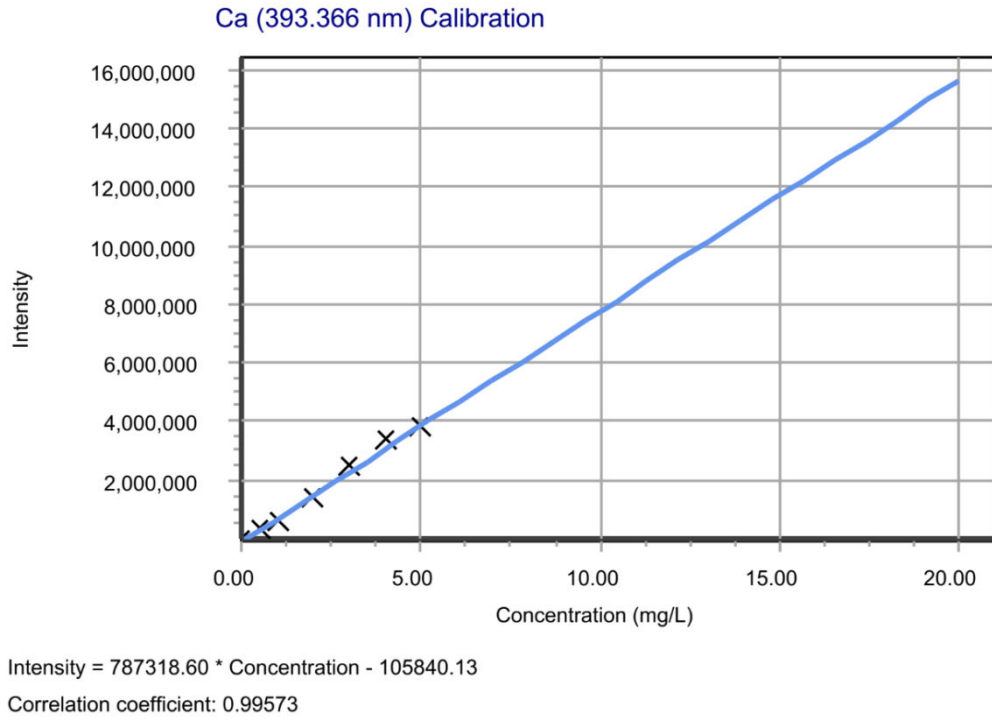
Ek 6. ABTS analizi kalibrasyon grafiği



Ek 7. Al analizi kalibrasyon grafiği

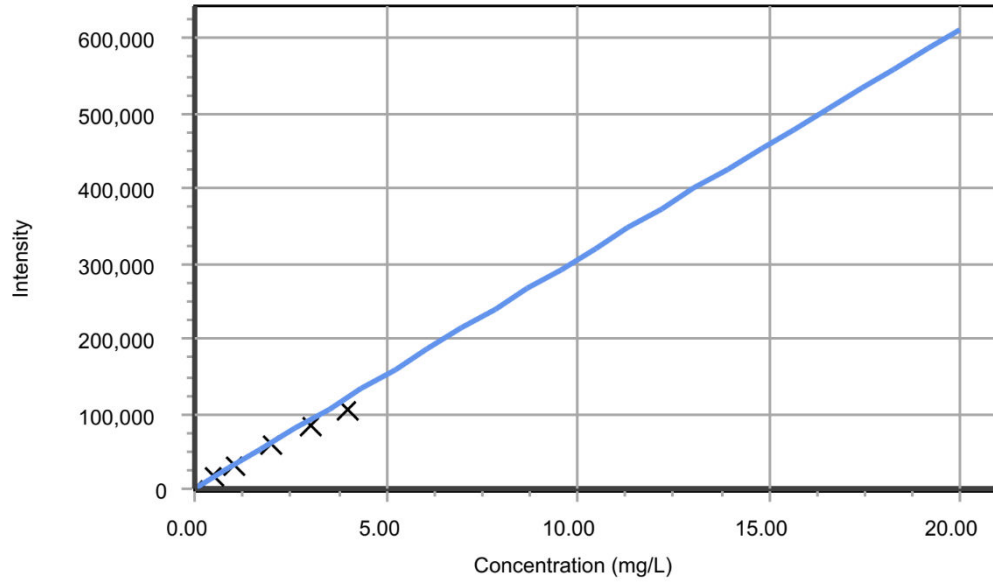


Ek 8. Ca analizi kalibrasyon grafiği



Ek 9. Cd analizi kalibrasyon grafiği

Cd (228.802 nm) Calibration

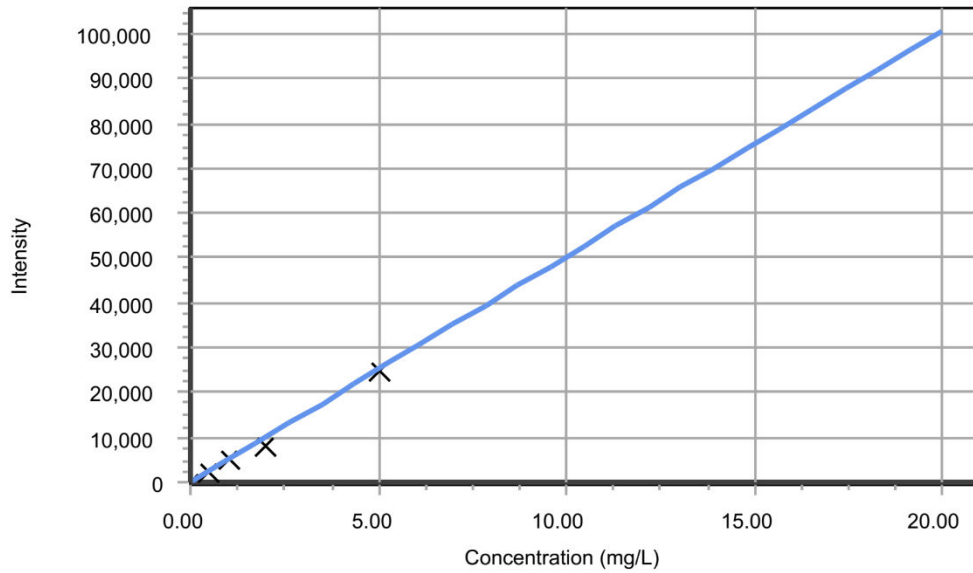


$$\text{Intensity} = 30637.79 * \text{Concentration} + 152.93$$

Correlation coefficient: 0.99698

Ek 10. Co analizi kalibrasyon grafiği

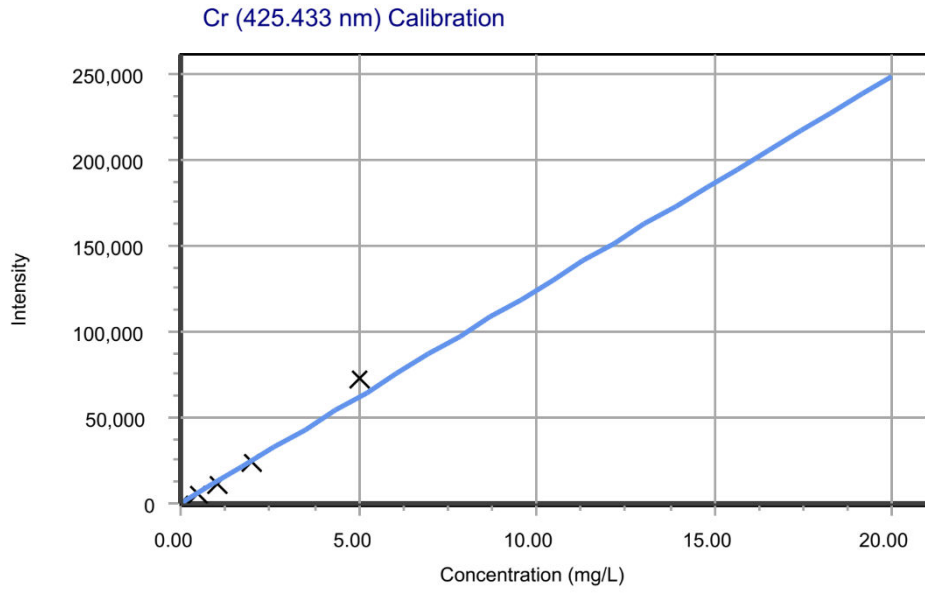
Co (340.512 nm) Calibration



$$\text{Intensity} = 5034.58 * \text{Concentration} + 48.98$$

Correlation coefficient: 0.99720

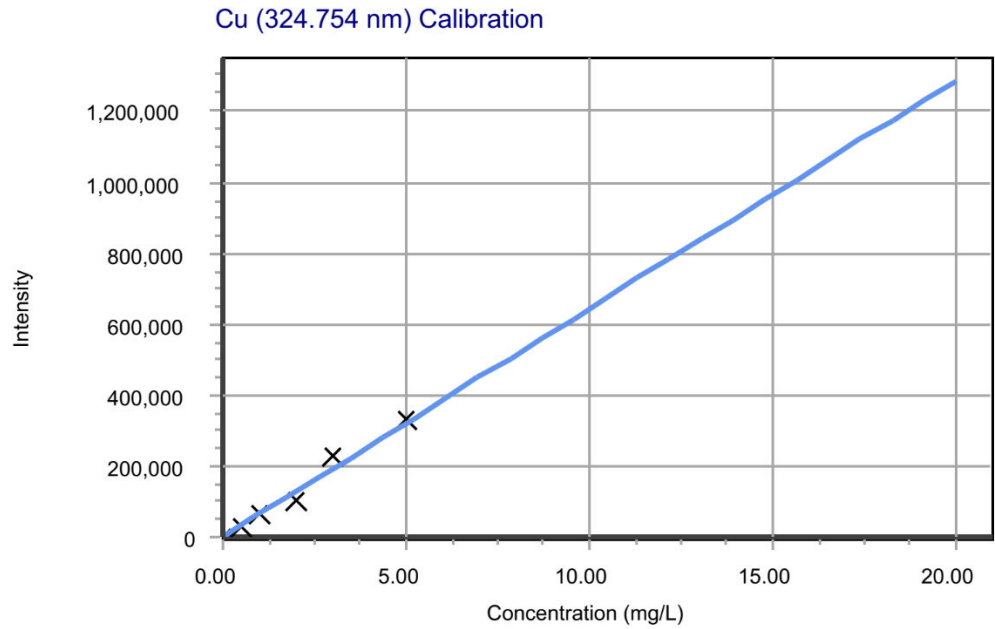
Ek 11. Cr analizi kalibrasyon grafiği



$$\text{Intensity} = 12425.68 * \text{Concentration} - 11.73$$

Correlation coefficient: 0.99751

Ek 12. Cu analizi kalibrasyon grafiği

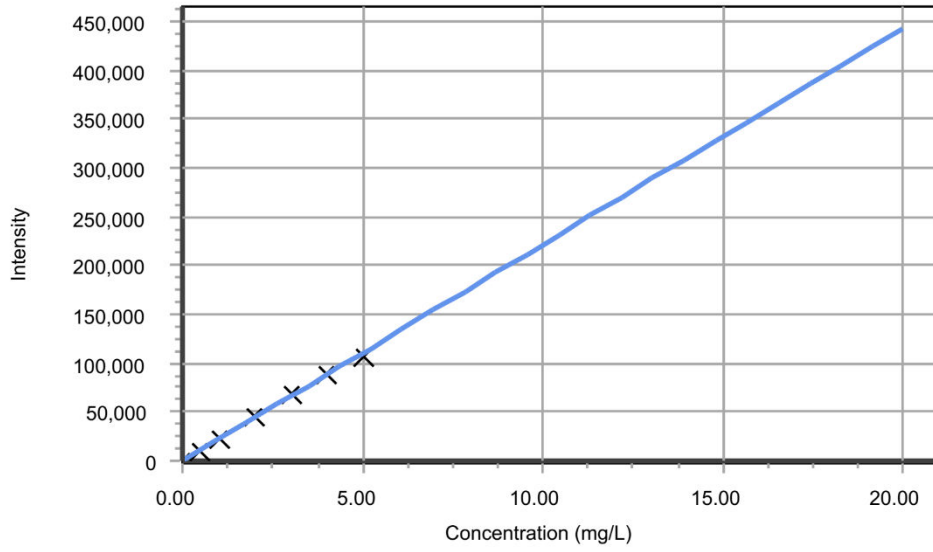


$$\text{Intensity} = 64347.39 * \text{Concentration} - 22.07$$

Correlation coefficient: 0.99168

Ek 13. Fe analizi kalibrasyon grafiği

Fe (371.993 nm) Calibration

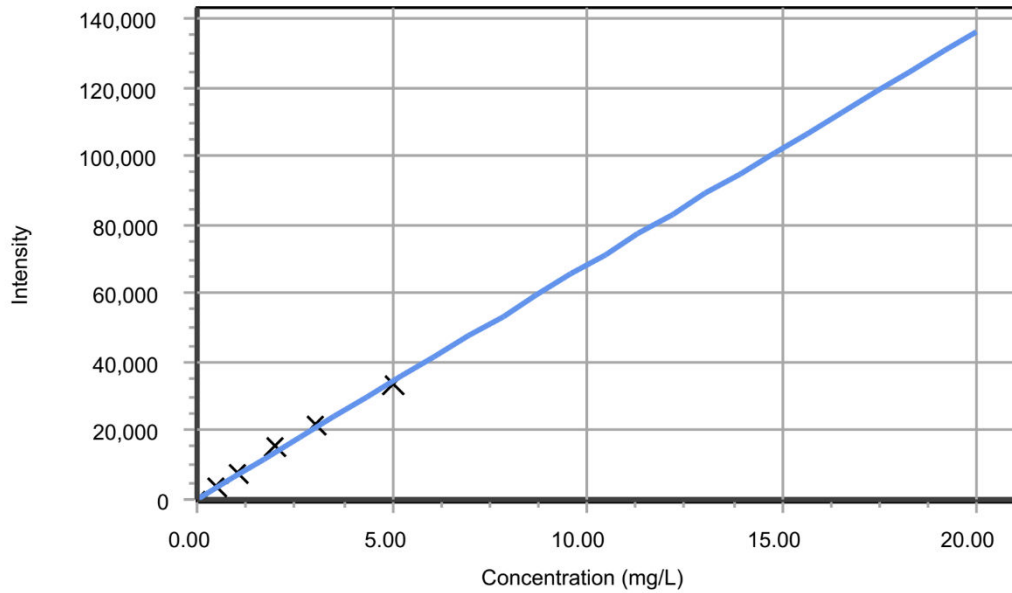


$$\text{Intensity} = 22172.17 * \text{Concentration} - 1.60$$

Correlation coefficient: 0.99914

Ek 14. K analizi kalibrasyon grafiği

K (766.491 nm) Calibration

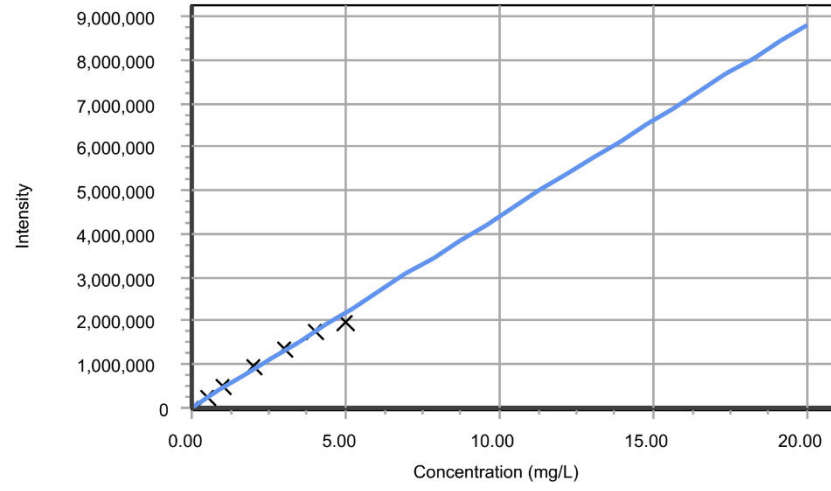


$$\text{Intensity} = 6802.74 * \text{Concentration} + 221.49$$

Correlation coefficient: 0.99631

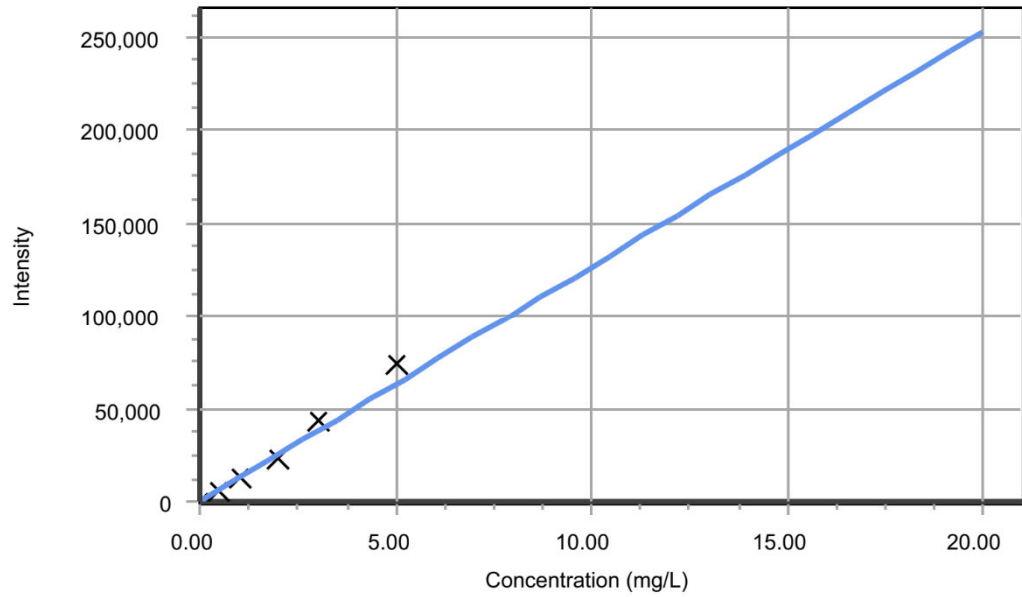
Ek 15. Mg analizi kalibrasyon grafiği

Mg (285.213 nm) Calibration

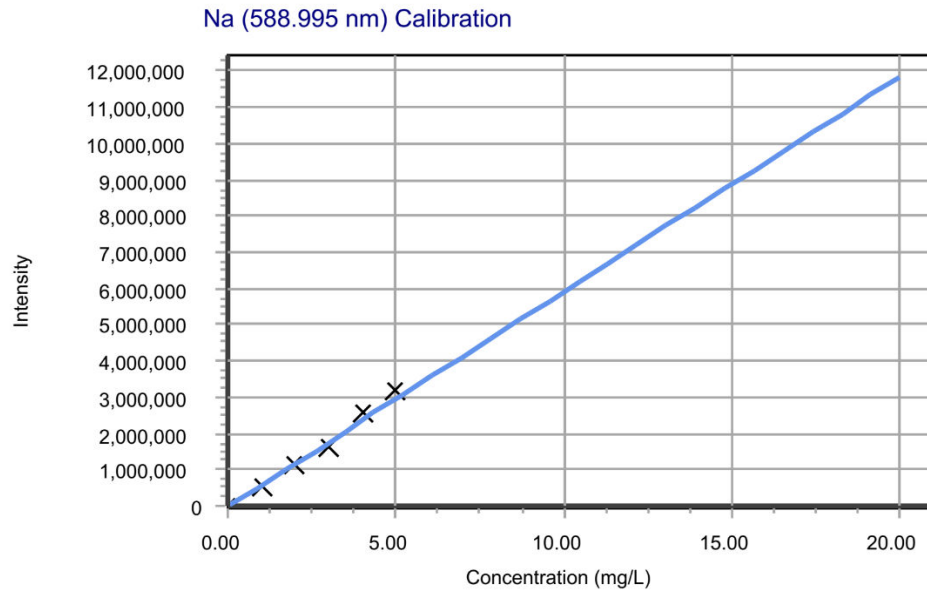


Ek 16. Mn analizi kalibrasyon grafiği

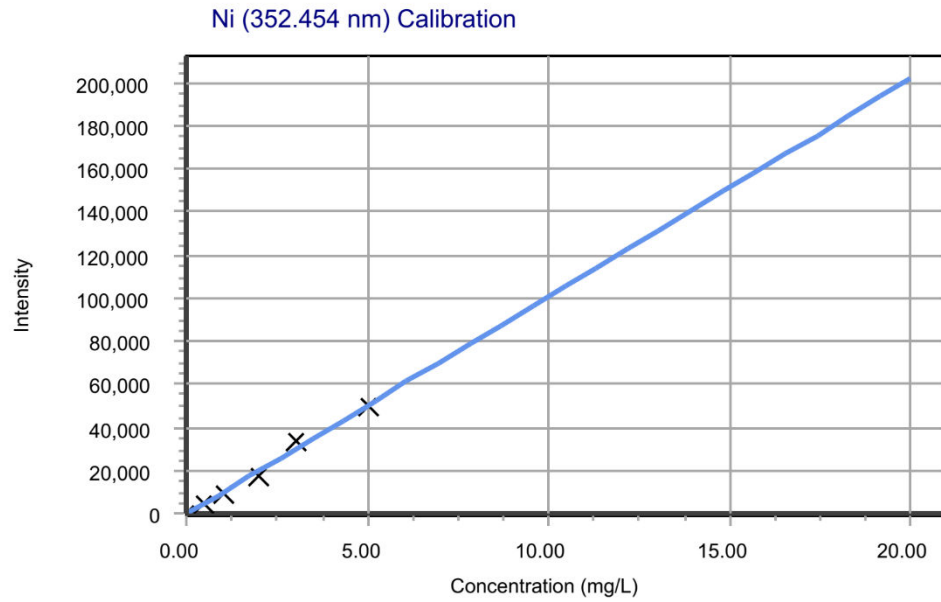
Mn (403.076 nm) Calibration



Ek 17. Na analizi kalibrasyon grafiği

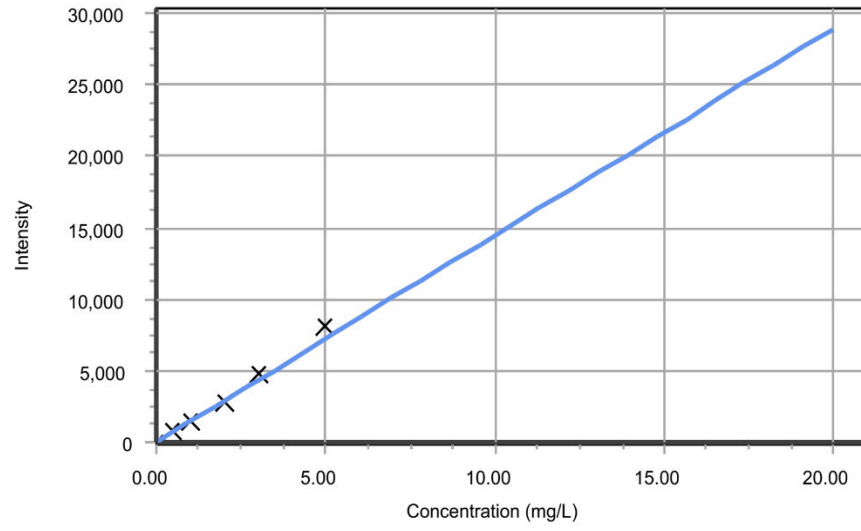


Ek 18. Ni analizi kalibrasyon grafiği



Ek 19. Pb analizi kalibrasyon grafiği

Pb (405.781 nm) Calibration

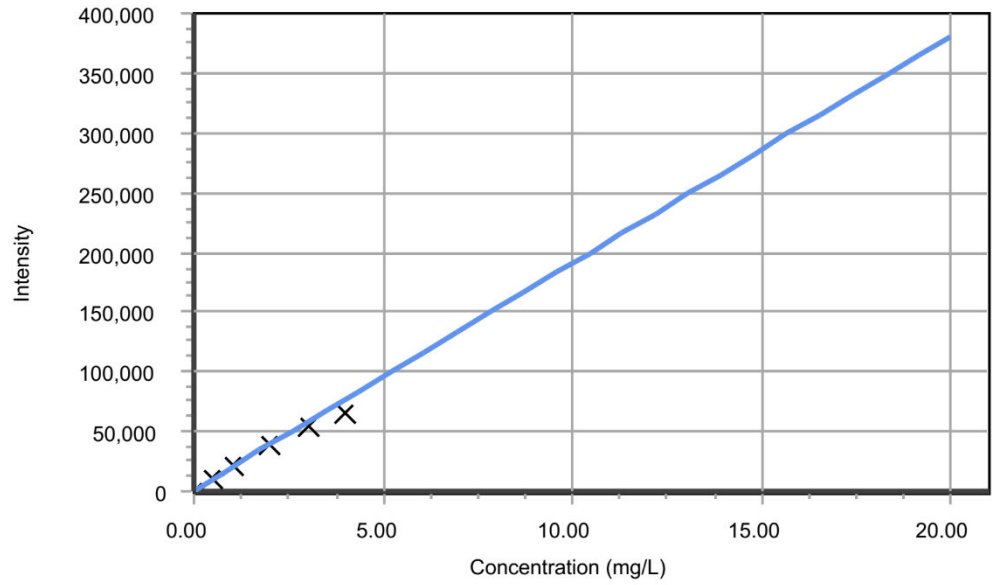


$$\text{Intensity} = 1444.37 * \text{Concentration} + 23.01$$

Correlation coefficient: 0.99829

Ek 20. Zn analizi kalibrasyon grafiği

Zn (213.857 nm) Calibration



$$\text{Intensity} = 19016.08 * \text{Concentration} + 1094.00$$

Correlation coefficient: 0.99439

ÖZGEÇMİŞ

Diyetisyen Şeyma Okur, ilk, orta ve lise öğrenimini Gümüşhane’de tamamladı. Ege Üniversitesi Beslenme Diyetetik Bölümü’nde lisans eğitimini tamamlayarak ‘Diyetisyen’ ünvanını aldı. 2020 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü) Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda tezli yüksek lisans eğitimine başladı. Okur’un birçok yerel ve ulusal basında sağlıklı beslenme ve diyet üzerine makaleleri bulunmaktadır.

