



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**GIDA ENDÜSTRİSİ YAN ÜRÜNLERİ VE**  
**ATIKLARININ EKMEK VE MAKARNANIN**  
**FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN**  
**GELİŞTİRİLMESİNDE KULLANIMI**

**Asuman ÇEVİK**

**DOKTORA TEZİ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Temmuz - 2023**

**KONYA**

**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Asuman ÇEVİK

Tarih: 04/07/2023

## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

# GIDA ENDÜSTRİSİ YAN ÜRÜNLERİ VE ATIKLARININ EKMEK VE MAKARNANIN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE KULLANIMI

Asuman ÇEVİK

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

2023, 206 Sayfa

Jüri

Doç.Dr. Nilgün ERTAŞ

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Doç.Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

Doç.Dr. Kübra Sultan ÖZDEMİR

Çalışmanın ilk aşamasında; gıda endüstrisinde atık olarak çıkan 12 farklı yan ürünün (elma, enginar, karpuz, kavun, limon, muz, nar, patlıcan, portakal, sarımsak, soğan ve üzüm) çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri (renk, nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat, enerji, serbest asitlik, su ve yağ tutma kapasitesi, emülsiyon kapasitesi) belirlenmiş ve bu yan ürünlerin 4 farklı dozu (% 0, 5, 10 ve 15) buğday ununa ilave edilerek hamurun reolojik özellikleri (farinograf ve ekstensograf) incelenmiştir. Reolojik analizler sonucu üstün bulunan 5 farklı yan ürünün (elma, karpuz, portakal, üzüm ve muz) 3 farklı dozu kullanılarak (% 0, 5 ve 10) ekmek ve makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ekmek ve makarna örneklerinin çeşitli fiziksel, kimyasal, teknolojik ve fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir.

Hammaddeler içerisinde en yüksek kül içeriği muz yan ürünlerinde (% 17.95 KM); en yüksek protein içeriği karpuz yan ürünlerinde (% 18.16 KM), en yüksek karbonhidrat içeriği ise elma yan ürünlerinde (% 83.31 KM) görülmüştür. Bütün yan ürünlerin su ve yağ tutma kapasitelerinin buğday unu ve irmiğinden üstün olduğu tespit edilmiştir.

Hamurların su kaldırma kapasitesi yan ürün ilavesiyle artmış ve en yüksek su kaldırma % 15 ikame oranında (% 76.81) görülmüştür. Hamur gelişme süreleri ikame oranı arttıkça uzamıştır. Hamur stabiliteyi yan ürünlere göre farklılık göstermiş olup en yüksek üzüm yan ürünleri ilaveli örneklerde (10.40 dk) ve % 10 ikame oranında (7.99 dk) görülmüştür. Hamurların 135. dakikadaki ekstensogramlarına göre en yüksek direnç elma (824.63 BU) ve karpuz (842.38 BU) yan ürünlerinde; en geniş uzayabilirlik muz (119.63 mm) ve enginar (121.25 mm) yan ürünlerinde; en yüksek enerji muz (100.13 cm<sup>2</sup>) ve elma (91.13 cm<sup>2</sup>) yan ürünlerinde görülmüştür. İkame oranı arttıkça hamurların dirençlerinin ve enerji değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

Ekmek ve makarna üretiminde kullanılan 5 hammadde arasında en yüksek toplam besinsel lif (% 58.44), fenolik madde (8927.35 mg GAE/kg) ve antioksidan aktivite (3483.50 mg TE/kg) değerleri üzüm yan ürünlerinde görülmüştür. Hammaddeler arasında en yüksek fitik asit içeriği buğday irmiğinde (326.31 mg/100g) görülürken en düşük elma ve karpuz yan ürünlerinde tespit edilmiştir. Hammaddeler arasında en yüksek kalsiyum (444.02 mg/100g) ve potasyum (7850.21 mg/100g) değerleri muz yan ürünlerinde, en yüksek demir elma yan ürünlerinde (23.02 mg/100g), en yüksek magnezyum karpuz yan ürünlerinde (265.64 mg/100g), en yüksek çinko (1.35 mg/100g) ve fosfor (368.70 mg/100g) ise buğday irmiğinde ölçülmüştür.

Gıda endüstrisi yan ürünleri ilave edilerek üretilen ekmeklerde elma yan ürünleri ilavesi en yüksek parlaklık değerleri; portakal yan ürün ilavesiyle ise en yüksek a\* ve b\* değerleri elde edilmiştir.

Karpuz yan ürünleri ilaveli ekmeklerin spesifik hacim ve kabuk kalınlığı değerleri en yüksek; sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri ise en düşük bulunmuştur. Yan ürünlerin ikame oranı arttıkça örneklerin spesifik hacim değerlerinin düştüğü, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Üzüm posası ilavesi ekmek örneklerinin elastikiyet değerlerini artırırken, tüm yan ürünlerde ikame oranı arttıkça elastikiyet değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. Gıda endüstrisi yan ürünlerinin ikame oranının artmasıyla ekmeklerin nem, kül ve yağ değerlerinde artış, karbonhidrat ve enerji değerlerinde ise düşüşler belirlenmiş olup, protein değerlerinde değişiklik gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Ekmek örneklerine ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin besinsel lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin arttığı, fitik asit içeriklerinin ise azaldığı görülmüştür. Mineral madde içeriği bakımından muz yan ürünü ilaveli ekmeklerin diğer örneklere kıyasla daha yüksek mineral madde içerdiği ve % 10 ikame oranının en yüksek değerleri verdiği belirlenmiştir.

Makarna örnekleri renk değerleri bakımından incelendiğinde en yüksek  $L^*$   $b^*$  ve SI değeri portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde, en düşük renk değerleri ise muz yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüştür. En yüksek sıklık değeri üzüm yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüş olup, diğer örnekler arasında önemli bir fark olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir. Makarna örnekleri arasında en yüksek suya geçen madde miktarı karpuz ve portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüştür ( $p>0.05$ ). Makarna örnekleri için en yüksek protein, yağ, karbonhidrat ve enerji değerleri karpuz yan ürünleri ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Makarna örneklerine ilave edilen gıda endüstrisi yan ürünlerinin ikame oranının artması besinsel lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin artmasına, fitik asidin ise azalmasına yol açmıştır. Makarnalarda en yüksek kalsiyum, potasyum ve çinko içeriği muz ilaveli örneklerde görülürken; en yüksek magnezyum ve fosfor içeriği karpuz yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda endüstrisi yan ürünleri, fonksiyonel gıda, reolojik analizler, ekmek, makarna.

## **ABSTRACT**

### **Ph.D THESIS**

## **UTILIZATION OF FOOD INDUSTRY BY-PRODUCTS AND WASTES FOR IMPROVING FUNCTIONAL PROPERTIES OF BREAD AND PASTA**

**Asuman ÇEVİK**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
DOCTOR OF PHILOSOPHY  
IN FOOD ENGINEERING**

**Advisor: Assoc.Prof.Dr. Nilgün ERTAŞ**

**2023, 206 Pages**

### **Jury**

**Assoc.Prof.Dr. Nilgün ERTAŞ  
Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ  
Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU  
Assoc.Prof.Dr. Sultan ARSLAN TONTUL  
Assoc.Prof.Dr. Kübra Sultan ÖZDEMİR**

In the first stage of the study; various physical and chemical properties (color, moisture, ash, protein, fat, carbohydrate, energy, free acidity, water and fat holding capacity, emulsion capacity) of 14 different by-products (apple, artichoke, watermelon, melon, lemon, banana, pomegranate, eggplant, orange, garlic, onion and grape) produced as waste in the food industry were determined. Additionally 4 different doses (0, 5, 10 and 15 %) of these by-products were applied to wheat flour and the rheological properties of the dough (farinograph and extensograph) were investigated. Bread and pasta production were carried out by using 3 different doses (0, 5 and 10 %) of 5 different by-products (apple, watermelon, orange, grape and banana) which were found superior as a result of rheological analysis. Various physical, chemical, technological and functional properties of the produced bread and pasta samples were determined.

The highest ash content among raw materials was determined in banana by-products (17.95 % dw); the highest protein content was observed in watermelon by-products (18.16 % dw), and the highest carbohydrate content was determined in apple by-products (83.31 % dw). It has been determined that the water and oil holding capacities of all by-products were higher than wheat flour and semolina.

The water absorption capacity of the doughs increased with the addition of by-product and the highest water absorption capacity (76.81 %) was observed at the 15% replacement rate. Dough development times was prolonged as the substitution rate increased. Dough stability time differed according to by-products, and the highest grape by-product additions (10.40 min) and 10 % substitution rate (7.99 min) were observed. According to the extensograms of the dough at the 135th minute, the highest resistance was in apple (824.63 BU) and watermelon (842.38 BU) by-products powder added samples; the greatest extensibility was in banana (119.63 mm) and artichoke (121.25 mm) by-products powder added samples and the highest energy was obtained in banana (100.13 cm<sup>2</sup>) and apple (91.13 cm<sup>2</sup>) by-products powder added samples. It was determined that the resistance and energy values of the doughs decreased as the substitution ratio increased.

Among the 5 raw materials used in the production of bread and pasta production, the highest total dietary fiber (58.44 %), phenolic compound (8927.35 mg GAE/kg) and antioxidant activity(3483.50 mg TE/kg) values were seen in grape by-products. Among the raw materials, the highest phytic acid content was determined in wheat semolina (326.31 mg/100g), while the lowest was determined in apple and watermelon by-products. The highest calcium (444.02 mg/100g) and potassium (7850.21 mg/100g)

content among the raw materials were measured in banana by-products, the highest iron in apple by-products (23.02 mg/100g), the highest magnesium in watermelon by-products (265.64 mg/100g), and the highest zinc (1.35 mg/100g) and phosphorus (368.70 mg/100g) in wheat semolina.

Among the bread samples produced by adding food industry by-products, the highest brightness values were measured with the addition of apple by-products; the highest  $a^*$  and  $b^*$  values were obtained with the addition of orange by-products. Breads with added watermelon by-products provided the highest specific volume and crust thickness values; and the lowest hardness and chewiness values of all bread samples. It was determined that as the substitution rate of by-products increased, the specific volume values of the samples decreased, and the hardness and chewiness values increased. While the addition of grape pulp increased the springiness values of the bread samples, the springiness values of all by-products decreased as the substitution rate increased. With the increase in the substitution rate of food industry by-products, an increase in moisture, ash and fat values, a decrease in carbohydrate and energy values were determined, and no change was observed in protein values of breads ( $p>0.05$ ). It was observed that as the substitution rate of by-products added to the bread samples increased, the nutritional fiber, total phenolic content and antioxidant activity values of the samples increased, while the phytic acid contents of the samples decreased. In terms of mineral substance content, it was determined that the banana by-products added breads were superior to the other samples and the 10% substitution rate provided the highest values.

When the pasta samples were examined in terms of color values, the highest  $L^*$   $b^*$  and SI values were obtained in the orange by-products added samples, and the lowest in the banana by-products added samples. The highest firmness value was observed in the grape by-products added pasta samples, and it was determined that there was no significant difference between the other by-products added samples ( $p>0.05$ ). Among the pasta samples, the highest weight loss was observed in watermelon and orange by-products added samples ( $p>0.05$ ). The highest protein, fat, carbohydrate and energy values for pasta samples were determined in samples with added watermelon by-products. The increase in the by-product rate of food industry by-products added to the pasta samples led to an increase in dietary fiber, total phenolic substance content and antioxidant activity values, and a decrease in phytic acid content in pasta samples. While the highest calcium, potassium and zinc content were detected in banana-utilised pasta samples, and the highest magnesium and phosphorus contents were determined in samples with added watermelon by-products containing pasta samples.

**Key words:** Food by-products, functional food, rheological analysis, bread, pasta.

## ÖNSÖZ

Doktora sürecimin her aşamasında yol göstericiliğini ve desteğini hiç esirgemeyen, bilgi ve deneyimleriyle yoluma ışık tutan, bu uzun ve zorlu süreçte sabrı ve özverisiyle daima desteğini hissettiğim kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ'a şükranlarımı sunarım.

Tez İzleme Komitesi üyeleri değerli hocalarım Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ ve Doç. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL'a ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm öğretim elemanlarına saygılarımı sunarım.

Tez çalışmamda kullandığım ürünlerin temininde yardımcı olan Azra Catering Firması İrfan YLDIRIM'a ve Urla Enginar Çiftliği Nihan ATAY'a teşekkür ederim.

Bütün araştırmalarım boyunca desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen, her daim yanımda duran sevgili arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Tekmile CANKURTARAN KÖMÜRCÜ'ye ve tez sürecim boyunca beni destekleyip tolere eden bütün ON-EL UN FABRİKASI çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca her adımında desteklerini hissettiğim, maddi ve manevi her zaman yanımda duran ve varlıklarıyla güç veren annem Ayşe ÇEVİK, babam Osman ÇEVİK ve ablam Saliha TOKGÖZ'e bana gösterdikleri sabır ve anlayıştan dolayı çok teşekkür ederim.

Asuman ÇEVİK

KONYA-2023

## İÇİNDEKİLER

|                                                                  |      |
|------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                        | iv   |
| ABSTRACT .....                                                   | vi   |
| ÖNSÖZ.....                                                       | viii |
| İÇİNDEKİLER.....                                                 | ix   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                    | xiii |
| 1. GİRİŞ.....                                                    | 1    |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....                                       | 2    |
| 2.1. Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri .....                          | 2    |
| 2.2. Gıda endüstrisi yan ürünlerinin kullanım alanları.....      | 5    |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                      | 16   |
| 3.1. Materyal.....                                               | 16   |
| 3.2. Yöntem .....                                                | 16   |
| 3.2.1. Deneme planı.....                                         | 16   |
| 3.2.2. Hammadde analizleri .....                                 | 17   |
| 3.2.2.1. Gıda endüstrisi yan ürünü tozlarının hazırlanması.....  | 17   |
| 3.2.2.2. Hammaddelerde gerçekleştirilen fiziksel analizler ..... | 17   |
| 3.2.2.2.1. Renk analizi .....                                    | 17   |
| 3.2.2.3. Hammaddelerde gerçekleştirilen kimyasal analizler.....  | 18   |
| 3.2.2.3.1. Nem .....                                             | 18   |
| 3.2.2.3.2. Kül.....                                              | 18   |
| 3.2.2.3.3. Protein .....                                         | 18   |
| 3.2.2.3.4. Yağ .....                                             | 18   |
| 3.2.2.3.5. Karbonhidrat .....                                    | 18   |
| 3.2.2.3.6. Enerji .....                                          | 19   |
| 3.2.2.3.7. Titrasyon asitliği tayini.....                        | 19   |
| 3.2.2.3.8. Su ve yağ tutma kapasitesi.....                       | 19   |
| 3.2.2.3.9. Emülsiyon kapasitesi.....                             | 20   |
| 3.2.3. Reolojik analizler.....                                   | 20   |
| 3.2.3.1. Farinograf analizi .....                                | 20   |
| 3.2.3.2. Ekstensograf analizi .....                              | 20   |
| 3.2.4. Fonksiyonel özellikler.....                               | 21   |
| 3.2.4.1. Toplam besinsel lif .....                               | 21   |
| 3.2.4.2. Fitik asit .....                                        | 21   |
| 3.2.4.3. Toplam fenolik madde miktarı.....                       | 22   |

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.4.4. Antioksidan özellikler .....                                                | 22        |
| 3.2.4.5. Mineral madde miktarı .....                                                 | 23        |
| 3.2.5. Ekmek üretimi .....                                                           | 23        |
| 3.2.6. Ekmeklerde gerçekleştirilen analizler.....                                    | 24        |
| 3.2.6.1. Renk analizi .....                                                          | 24        |
| 3.2.6.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim .....                                      | 24        |
| 3.2.6.3. Rutubet kaybı .....                                                         | 25        |
| 3.2.6.4. Kabuk kalınlığı.....                                                        | 25        |
| 3.2.6.5. Tekstür profil analizi (TPA) .....                                          | 25        |
| 3.2.6.6. Ekmekte kimyasal analizler .....                                            | 25        |
| 3.2.6.7. Fonksiyonel özellikler .....                                                | 25        |
| 3.2.6.8. Duyusal analizler.....                                                      | 26        |
| 3.2.7. Makarna üretimi .....                                                         | 26        |
| 3.2.8. Makarnada gerçekleştirilen analizler .....                                    | 26        |
| 3.2.8.1. Renk analizi .....                                                          | 26        |
| 3.2.8.2. Makarna örneklerinde pişme ve sıklık analizleri .....                       | 26        |
| 3.2.8.3. Kimyasal analizler .....                                                    | 27        |
| 3.2.8.4. Fonksiyonel özellikler .....                                                | 28        |
| 3.2.8.5. Duyusal analizler.....                                                      | 28        |
| 3.2.9. İstatistiki analizler .....                                                   | 28        |
| <b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>                                       | <b>29</b> |
| 4.1. Hammadde Analiz Sonuçları .....                                                 | 29        |
| 4.2. Reolojik Analizler .....                                                        | 40        |
| 4.2.1. Farinograf analizi.....                                                       | 41        |
| 4.2.2. Ekstensograf analizi.....                                                     | 49        |
| 4.3. Ekmek Örneklerine Ait Analiz Sonuçları.....                                     | 57        |
| 4.3.1. Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk değerlerine ait sonuçlar .....                 | 57        |
| 4.3.1.1. Kabuk rengi L* değeri.....                                                  | 60        |
| 4.3.1.2. Kabuk rengi a* değeri .....                                                 | 61        |
| 4.3.1.3. Kabuk rengi b* değeri .....                                                 | 62        |
| 4.3.1.4. Kabuk rengi ton açısı (Hue angle) ve doygunluk indeksi (SI) değerleri ..... | 63        |
| 4.3.1.5. Ekmek içi rengi L* değeri .....                                             | 63        |
| 4.3.1.6. Ekmek içi rengi a* değeri .....                                             | 64        |
| 4.3.1.7. Ekmek içi rengi b* değeri.....                                              | 67        |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.1.8. Ekmek içi rengine ait ton açısı (Hue angle) ve doygunluk indeksi (SI) değerleri..... | 68  |
| 4.3.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim.....                                                  | 68  |
| 4.3.3. Rutubet kaybı .....                                                                    | 74  |
| 4.3.4. Kabuk kalınlığı .....                                                                  | 75  |
| 4.3.5. Ekmek örneklerinin tekstürel özellikleri.....                                          | 76  |
| 4.3.6. Ekmek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları.....                                   | 89  |
| 4.3.6.1. Nem .....                                                                            | 89  |
| 4.3.6.2. Kül.....                                                                             | 93  |
| 4.3.6.3. Protein.....                                                                         | 94  |
| 4.3.6.4. Yağ .....                                                                            | 95  |
| 4.3.6.5. Karbonhidrat .....                                                                   | 96  |
| 4.3.6.6. Enerji .....                                                                         | 98  |
| 4.3.7. Fonksiyonel özellikler.....                                                            | 99  |
| 4.3.7.1. Toplam besinsel lif .....                                                            | 107 |
| 4.3.7.2. Fitik asit .....                                                                     | 110 |
| 4.3.7.3. Toplam fenolik madde miktarı.....                                                    | 111 |
| 4.3.7.4. Antioksidan aktivite .....                                                           | 112 |
| 4.3.7.4.1. DPPH radikali yakalama kapasitesi .....                                            | 112 |
| 4.3.7.4.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) .....                                 | 113 |
| 4.3.7.5. Mineral madde .....                                                                  | 114 |
| 4.3.8. Ekmek örneklerine ait duyu analizi sonuçları.....                                      | 121 |
| 4.4. Makarna Örneklerine Ait Analiz Sonuçları .....                                           | 123 |
| 4.4.1. Makarna örneklerine ait renk değerleri.....                                            | 123 |
| 4.4.1.1. L* değeri.....                                                                       | 123 |
| 4.4.1.2. a* değeri.....                                                                       | 126 |
| 4.4.1.3. b* değeri .....                                                                      | 128 |
| 4.4.1.4. Ton açısı (Hue angle) ve doygunluk indeksi (SI) değeri.....                          | 129 |
| 4.4.2. Makarna örneklerine ait pişme testi ve sıklık değeri sonuçları.....                    | 130 |
| 4.4.2.1. Ağırlık artışı .....                                                                 | 130 |
| 4.4.2.2. Hacim artışı.....                                                                    | 133 |
| 4.4.2.3. Suyu geçen madde miktarı (SGMM).....                                                 | 133 |
| 4.4.2.4. Sıklık değeri.....                                                                   | 134 |
| 4.4.3. Makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları .....                                | 136 |
| 4.4.3.1. Nem .....                                                                            | 136 |

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4.3.2. Kül .....                                             | 139        |
| 4.4.3.3. Protein.....                                          | 139        |
| 4.4.3.4. Yağ .....                                             | 140        |
| 4.4.3.5. Karbonhidrat .....                                    | 141        |
| 4.4.3.6. Enerji .....                                          | 142        |
| 4.4.4. Fonksiyonel analizler .....                             | 142        |
| 4.4.4.1. Toplam besinsel lif .....                             | 142        |
| 4.4.4.2. Fitik asit .....                                      | 146        |
| 4.4.4.3. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM).....              | 147        |
| 4.4.4.4. Antioksidan aktivite .....                            | 148        |
| 4.4.4.4.1. DPPH radikali yakalama kapasitesi .....             | 148        |
| 4.4.4.4.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) .....  | 148        |
| 4.4.4.5. Mineral madde .....                                   | 149        |
| 4.4.5. Makarna örneklerine ait duyuusal analiz sonuçları ..... | 154        |
| <b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>                           | <b>156</b> |
| 5.1 Sonuçlar .....                                             | 156        |
| 5.2 Öneriler .....                                             | 158        |
| <b>6. KAYNAKLAR .....</b>                                      | <b>159</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                              | <b>204</b> |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$a^*$  : (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri

$b^*$  : (+) sarı, (-) mavi renk değeri

BU : Brabender Unit

Ca : Kalsiyum

cm : Santimetre

cm<sup>2</sup> : Santimetre kare

dk : Dakika

F : Force (kuvvet)

Fe : Demir

g : Gram

hL : Hektolitre

Hue: Renk özü

K : Potasyum

kg : Kilogram

$L^*$  : (0) siyah-(100) beyaz

M : Molar

m<sup>2</sup> : Metrekare

mg : Miligram

Mg : Magnezyum

min: minute

ml : Mililitre

mm : Milimetre

mmol : milimol

N : Newton

nm : Nanometre

P : Fosfor

rpm : Devir sayısı/Dakika

sn : Saniye

Zn : Çinko

$\alpha$  : Alfa

$\mu$  : Mikron

$\mu\text{M}$  :MikroMolar

$\mu\text{g}$  : Mikrogram

$\mu\text{mol}$  : Mikromol

Hue : Renk özü

SI : Doygunluk indeksi

TE : Troloks eşdeğeri

$\text{Fe}^{+2}$  equiv : Fe (II) eşdeğeri

### **Kısaltmalar**

SGMM: Suya geçen madde miktarı

Std: Standart sapma

TBL : Toplam besinsel lif

TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

## 1. GİRİŞ

Gıdaların çeşitli şekillerde işlenmesi sonucunda son üründen ayrılan kabuk, kepek ve yapraklar ya da presleme sonucu oluşan posa kısımları gıda endüstrisi yan ürünleri olarak adlandırılır. Fabrikalarda büyük miktarlarda oluşan gıda yan ürünleri ya kompost edilerek çevre kirliliğine neden olmakta ya da düşük teknolojiler kullanılarak ekonomik değeri düşük hayvan yemi, gübre gibi ürünlere işlenmektedir. Besinsel ve fonksiyonel açıdan değerli bu yan ürünlerin kaliteli şekilde işlenmesi ve değerlendirilmesi hem ekonomi hem de çevre kirliliği açısından oldukça önemlidir.

Elma, üzüm gibi meyvelerin preslenmesi sonucu oluşan posalar yüksek miktarda diyet lifi, pektin, fenolik bileşikler ve antioksidanlar içermektedir. Karpuz, kavun, turunçgil gibi meyvelerin kabuklarının antikanserojenik pek çok bileşeni içerdiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Ancak günümüzde bu kısımlar hayvan yemi ya da gübre olarak değerlendirilmekte ya da çöp kabul edilip atılmaktadır. Oysaki insan tüketimi açısından sorun olmayan bu yan ürünlerle fonksiyonel ürün geliştirilmesi hem kaynak kazanımı hem de ekonomik katma değerler açısından oldukça önemlidir.

Günümüzde bilinçlenen tüketiciler yapay tatlandırıcı, renklendirici ve koruyucu gibi katkıları yerine doğal maddelerle zenginleştirilmiş ürünlere yönelmektedir. Gıda endüstrisi yan ürünleri kimyasal kompozisyonları dikkate alındığında ilave edildikleri ürünleri tekstürel, reolojik, kimyasal, besinsel ve hatta duyuşal olarak geliştirebilmektedirler.

Bu çalışmada gıda endüstrisinde işleme sırasında açığa çıkan kabuk (karpuz, kavun, muz, soğan, sarımsak, patlıcan), posa (elma, üzüm), yaprak (enginar) ve diğer yan ürünler (portakal, limon, nar) kurutulup öğütülerek toz haline getirilmiştir. Tez çalışmasının ilk aşamasında hammaddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Sonrasında bu yan ürünler çeşitli oranlarda buğday ununa ilave edilerek örneklerin hamur reolojisi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu analizlerin sonuçlarına göre ekmek ve makarna üretiminde kullanılacak yan ürün çeşitleri ve ikame oranları belirlenmiştir. Yan ürün tozlarının ilavesiyle ekmek ve makarnaların fonksiyonel, kimyasal, tekstürel ve besinsel açıdan gelişmeli incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri

Dünya genelinde her yıl gıdaların endüstriyel olarak işlenmesi sırasında çok yüksek miktarlarda gıda yan ürünleri ve artıkları çıkmaktadır. Gıdaların yaklaşık % 38'i işlenmesi sırasında gıda yan ürünü olarak atılmaktadır (Helkar ve ark, 2016). Gıda yan ürünleri, doğal olarak işlevsel olan ve insan sağlığına iyi gelen birçok bileşene sahip iyi bir nutrasötik ve biyoaktif kaynaktır. Gıda yan ürünleri; hayvansal yan ürünler, sütçülük yan ürünleri ve bitkisel yan ürünler gibi elde edildikleri kaynağa göre çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler. Karkas, kemik, kan, tırnak, toynak ve deri gibi maddeler hayvansal kaynaklı yan ürünler; peynir ve tereyağı gibi ürünlerin üretimi sırasında açığa çıkan peynir altı suyu, haşlama suyu gibi ürünler sütçülük yan ürünleri; meyve, sebze ve tahılların işlenmesi sırasında açığa çıkan kabuk, kepek, sap, yaprak, tohum, çekirdek ve posa gibi kalıntılar bitkisel kaynaklı gıda yan ürünleri olarak tanımlanmaktadır.

Atık yönetimi gıda endüstrisinin en önemli adımlarından biridir. Düşük biyolojik ve oksidatif stabiliteleri, yüksek besinsel içerikleri, yüksek su ve enzim aktiviteleri nedeniyle gıda endüstrisi yan ürünleri genel olarak mikrobiyal bozunmalara yatkın ürünler olup uzun süreli depolamaya ya da taşımaya elverişli değildir. Gıda sektöründe miktar açısından en önemli yan ürün kullanım alanı hayvan yemidir. Mevzuatta da yan ürünlerin hayvan yeminde kullanımına dair önemli ve geniş detaylar bulunmaktadır. Bitkisel yan ürünlerin çoğu CO<sub>2</sub> üretmez ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanımları yaygındır. Biyoçözünür atıklar oksijen varlığında aerobik çözüne (kompost) uğrarken, oksijen yokluğunda ise anaerobik çözünüm gerçekleşir. Gıda ve içecek sektöründe kompostlama biyoçözünür atıklara sıkça uygulanan bir yöntemdir. Ancak özellikle meyve yan ürünlerinin asit içeriğinin yüksek olması kompostlama sonucunda toprağın asitlik dengesinin bozulmasına neden olmakta, buna bağlı olarak ekosistemi bozmakta ve toprak erozyonunu artırmaktadır. Ayrıca yüksek miktarlardaki gıda yan ürünlerinin mikrobiyal bozunmaları, insan ve çevre sağlığı açısından olumsuz etkilere neden olmasının yanı sıra; çevre ve görüntü kirliliğini de artırmaktadır. Bu ürünlerin verimli ve çevreye duyarlı kullanımı kârlılık ve beslenme açısından düşünüldüğünde oldukça önemlidir. Yan ürünlerin geri kazanımı sağlığa yararlı ürüne dönüşmekte ve emeğe, paydaşa ve ülkeye ekonomik fayda sağlanmaktadır. Son yıllarda biyolojik absorban materyali (Sud ve ark., 2008), rizobial aşılama (Ben Rabah

ve ark., 2007), gıda katkısı (Ayala-Zavala, ve ark., 2011) gibi farklı uygulamalarla bitkisel yan ürünlerin kullanımını en üst düzeye çıkarmak için yapılan çalışmalarda artış görülmüştür.

Gıda endüstrisinin amacı, atıkların minimum derecede azaltılmasını sağlayarak kaynakları mümkün olan en fazla ölçüde kullanmaktır. Artan maliyetler hem gıda üreticisi firmalar hem de ülke ekonomisi açısından istenmeyen olumsuzluklardır. Bazı üreticiler yan ürünleri hayvan yemi, gübre, biyoplastik ve biyodizel gibi şekillerde değerlendirme konusunda başarılı uygulamalar geliştirmektedir. Yan ürünlerin değerlendirilmesi kaynakların etkin ve verimli kullanımının yanı sıra; tarımsal baskının azalmasını ve bir birimlik tarım girdisinden en yüksek artı değer oluşturmayı sağlarken; ülkelerin ekonomik gelişmesine de katkıda bulunur. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu Dünya nüfusunun 1/9'unun kronik yetersiz beslenme sorunundan muzdarip olduğunu bildirmiştir. Sürdürülebilir tarım; açlık ve yetersiz beslenme sorunlarının giderilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Organik atıkların insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkilerini en aza indirmek ve fazla atık oluşumunu önlemek için çeşitli kontroller oluşturulmaya çalışılmaktadır. Gıda endüstrisi yan ürünlerinin efektif şekilde kullanımları ülke ekonomisi açısından önemli kazançlar sağlarken çevresel kirliliğin de önüne geçmeyi hedeflemektedir.

Gıda yan ürünlerinin uygun kullanımı gıda endüstrisinin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve gelişmesinde hayati rol oynar. Gıda yan ürünleri besinsel içerikleri ve reolojik özellikleri sayesinde fonksiyonel ürünler için umut verici kaynaklardır. Son yıllarda insanlar beslenme ve sağlık arasındaki ilişkinin giderek daha fazla farkına varmıştır. Tüketiciler de artan eğitim ve refah seviyesiyle beraber daha sağlıklı bir yaşam şeklini benimsemeye başlamışlardır. Günümüzde tüketiciler sadece güvenli veya besleyici gıdaları değil aynı zamanda içerik bakımından doğal, organik ya da sağlıklı gıdalara olan talep etmektedirler. Bu nedenle günümüzde kimyasal koruyucuların kullanıldığı gıdalara olan talep azalmış olup, bu durum doğal içeriklerin kullanımını teşvik etmiştir. Tüketicilerin fonksiyonel gıda taleplerindeki artış bu gıda pazarının büyümesini de beraberinde getirmiştir. Fonksiyonel gıda veya fonksiyonel bileşen “tanımlanan ya da tanımlanamayan sağlık üzerine yararlı etki gösteren biyoaktif bileşikler içeren doğal veya farklı prosesler (fermantasyon, çimlendirme, vb.) uygulanmış gıda” olarak tanımlanmaktadır (Martirosyan ve ark., 2015; Murray ve ark., 2018; Ertaş ve ark., 2019). Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi sağlığa yararlı bileşiklerin gıdalara ilavesi ile ilişkilendirilmiştir. Günümüzde besinler sadece

açlığını gidermek için değil, aynı zamanda insanlar için gerekli olan besin maddelerini sağlamak ve bu besinlerin sağlığa faydaları olan, hastalıklardan korunmak ve kontrol altına almak için kullanılmaktadır. Son yıllarda Dünya genelinde en ölümcül rahatsızlıklar diyabet, kanser ve kardiyovasküler rahatsızlıklar olarak bilinmektedir. Pek çok meyve ve sebze içerdiği biyoaktif bileşikler, fenolik ve flavonoidler gibi serbest radikal oluşturucu maddeler sayesinde kalp krizi ve kanser riskinin düşürülmesinde önemli rol oynamaktadır. Günlük alınan diyet lifi miktarındaki artışın LDL-kolesterol, diyabet ve gastrointestinal rahatsızlıklara yakalanma riskini düşürdüğü yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Dolayısıyla fonksiyonel gıdaların diyetle ilavesiyle bu rahatsızlıklardan kaçınmanın da mümkün olduğu söylenebilmektedir. Meyve ve sebze yan ürünleri; polisakkaritler, vitaminler, mineraller, diyet lifi, fenolik ve flavonoid bileşikler gibi pek çok biyoaktif bileşik bakımından oldukça zengindirler. Besinsel açıdan kıymetli olan bu tarımsal yan ürünler ilave edildikleri ürünlerin tekstürel ve aromatik açıdan da geliştirmektedir. Gıda yan ürünlerinin su tutucu ve bağlayıcı, jelleştirme ve inceltme ajanı gibi görevleri vardır. Teknik ve bilimsel gelişmeler yan ürünler için farklı kullanım alanları oluşturarak bu maddelerin ekonomik açıdan kazanımlarını sağlamaya yönelik çalışmalar yapmaya olanak sağlamaktadır.

Değerlendirme işlemi; gıda yan ürünlerinin katma değeri yüksek ürünler haline getirilmesidir. Biyoatıkların değerlendirilmesi kavramı, özellikle sürdürülebilir ve katma değerli ürünler (yani, biyoyakıtlar, biyo malzemeler, biyostimülanlar, ince kimyasallar ve diğer katma değerli bileşenler) üreten biyorafineri platformlarına uygulanabileceği ve tarım-gıda endüstrisi sorunlarının çözülmesine yardımcı olabileceği için artan ilgi görmektedir (Dugmore ve ark., 2017; Nayak ve Bhushan, 2019). Biyolojik atıkların kârlı bir şekilde yeniden kullanımına yönelik ilgi, sıfıra yakın bir biyo-rafineri sağlayan katma değerli amaçlar için kullanılmadan önce bu yan ürünlerin iyi bilinen değerli bileşiklerini geri kazanmayı amaçlamaktadır. Son araştırmalar, gıda biyoatıklarından elde edilen biyoaktif bileşiklerin potansiyel uygulamalarını ve hatta diğer yeni ilgili ürünlere değer kazandırılmasını keşfetmek için yeni teknikler geliştirmeye odaklanmıştır. Örneğin, gıda, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde kullanılan pektin, enzimler, diyet lifleri ve gıda katkı maddelerinin üretimi için narenciye kabukları kullanılmaktadır (Zema ve ark., 2018). Ayrıca, enginarın çanak yaprakları gibi yenilebilir olmayan kısımlarındaki toplam fenolik içeriği, temel fenolik asitleri olan klorojenik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit içeriği bakımından incelendiğinde yenilebilir kısımlarındaki miktarlarıyla kıyaslanabilir olduğu belirlenmiştir. Enginar

çanak yapraklarının kanola yağına ilavesinin, yağın oksidasyonunu geciktirdiği ve BHT (bütillenmiş hidroksitoluen) ikamesi olarak kullanılabileceği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Claus ve ark., 2015). İnulin ve pektin gibi enginar yaprağı ve sapından elde edilen diyet lifleri fırıncılık ürünlerinde (Boubaker ve ark., 2016) ve prebiyotik ve jelleşme ajanı gibi özellikleriyle fonksiyonel gıda üretiminde (Sabater ve ark., 2018; Thakur ve ark., 1997) öne çıkmaktadır. Elma ve portakal gibi meyve posalarının bileşiminde yüksek oranda çözünmez diyet lifi bulunmakta ve bunu protein içeriği takip etmektedir. Bu meyve posalarının ilave edildikleri fırıncılık ürünlerinin su ve yağ tutma kapasitelerini genel olarak artırdıkları ve son ürünün tekstürel özelliklerinin yanı sıra besinsel içeriğini de geliştirdikleri görülmüştür. Nar, muz, ananas gibi meyvelerin kabuklarının diyet lifi içeriğinin yanı sıra mineral içeriğinin de oldukça yüksek olduğu görülmüş olup ilave edildikleri son ürünlerin kül içeriğini ve mineral madde miktarını geliştirdikleri görülmüştür (İsmail ve ark., 2014; Eshak, 2016; Noor Aziah ve ark., 2011). Hem yüksek antioksidan içeriği hem de iyi bir renk maddesi olması sebebiyle patlıcan kabuğunun enkapsüle ya da toz olarak değerlendirildiği birçok araştırma mevcuttur (Sarabandi ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2020; Karimi ve ark., 2021). Turunçgil ve meyve posaları, karpuz ve patlıcan kabuğu gibi çeşitli meyve ve sebze yan ürünleri iyi birer pektin kaynağıdır. Bu yan ürünlerden elde edilen pektinler meyve suyu endüstrisi başta olmak üzere, gıda endüstrisinde inceltici, stabilize ve emülsiyeye edici olarak kullanılmaktadır (Kazemi ve ark., 2019; Bhushan ve ark., 2008; Lario ve ark., 2004).

## **2.2. Gıda Endüstrisi Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları**

Artan Dünya nüfusu ve tüketim alışkanlıklarının da etkisiyle her yıl üretilen gıda endüstrisi atık miktarında oldukça büyük bir artış olmaktadır. Bu yan ürünlerin geneli yüksek nem içerikleri nedeniyle mikrobiyal bozunmalara yatkın olup, uzun süreli depolama ya da nakliye gibi işlemlere elverişli değildir. Ürünlerin depolanabilmesi ya da nakliyesinin kolaylaşması için su içeriğinin düşürülmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Türk toplumunun temel besinlerinden olan ekmek ve makarna; besinsel açıdan incelendiğinde oldukça fakir ürünlerdir. Ayrıca sık ve yaygın tüketimi, kolay erişilebilirliği, nötr tatta olması gibi özellikler düşünüldüğünde ekmek ve makarnanın besinsel açıdan zenginleştirilmesi toplumsal açıdan da önemlidir. Son yıllarda buğday

unundan fonksiyonel ürün geliştirmek için genellikle başka bir tahıl ya da baklagil ununun ilavesi üzerine yapılan çalışmalarda artışlar olmuştur. Bu çalışmaların hepsinde hedef ekmek ya da makarnanın protein, vitamin, mineral ya da diyet lifi miktarının artırılmasıdır (Obadi ve ark., 2021).

Artan Dünya nüfusu, değişen diyet alışkanlıkları ve sağlıklı beslenmeye olan yönelimle beraber meyve ve sebze talebi de artmıştır. 2018’de Dünya genelinde farklı meyve ve sebzelerin üretimi 1 milyar tonu aşmıştır (FAO, 2019). Meyve ve sebzeler her zaman direkt tüketimi olan ürünler olmayıp, gıda endüstrisinde farklı alanlarda üretilen ürünlerin hammaddesidirler (Sagar ve ark., 2018). Bu durum ise üretim ve işleme sürecinde büyük miktarlarda yan ürün ve atığın açığa çıkmasına neden olur. Gıda atıkları, bir gıdanın tüketilmeyen kısmı olup perakendeciler veya tüketiciler tarafından atılmakta veya bozulmaya bırakılmaktadır. Fakat bu atık ürünler insan tüketimine uygun olup, son derece yüksek besinsel değere sahiptirler. FAO’nun raporuna göre, gelişmiş ülkelerdeki gıda kayıplarının %40’tan fazlasının perakende ve tüketici seviyesinde meydana geldiği gösterilmektedir (Gustavsson ve ark., 2011).

Meyve suyu endüstrisinin en büyük yan ürünlerinden olan meyve posa ve kabukları başlıca gıda endüstrisi yan ürünlerindendir. Bu yan ürünler yüksek diyet lifi içermelerinin yanı sıra pek çoğu antioksidan ve fenolik madde açısından da oldukça zengindir. Yan ürünlerin yüksek besinsel değerlerinin yanı sıra bazı yan ürünler doğal renk maddesi ya da aroma verici olarak da kullanılabilmektedir. Bütün bu özellikler düşünüldüğünde meyve ve sebze yan ürünleri ilave edildikleri ürünlerin hem besinsel açıdan geliştirilmesine yardımcı olmakta hem de tekstürel ve duyuşsal özelliklerini etkilemektedir (Sindhu ve ark., 2019; Helkar ve ark., 2016; Guil-Guerrero ve ark., 2016).

Elma (*Malus domestica*) Dünya genelinde üretimi en yaygın olan meyvelerden biridir. Meyve olarak tüketiminin dışında meyve suyu, reçel, şeker vb. gibi çok çeşitli ürünlere işlenerek de tüketilebilir. Elmanın meyve suyuna işlenmesi sırasında genel olarak kabuk, çekirdek ve yumuşak etsi dokudan oluşan elma posası yan ürünü üretilmektedir. Bu kısımlar başta diyet lifi olmak üzere besinsel açıdan değerli bileşikler içermektedir (Wolfe ve Liu, 2003; Yates ve ark., 2017). Elma posası yaş elmanın ağırlıkça yaklaşık % 20 – 25’ini oluşturmaktadır. Dünya genelindeki elma tüketimi düşünüldüğünde elma posası gıda endüstrisi için önemli bir yan üründür. Önemli bir pektin kaynağı olan elma posası ayrıca yüksek oranda diyet lifi, polifenol, protein, biyopolimer maddeler, pigmentler ve diğer bileşikler de içermektedir (Bhushan ve ark.,

2008; Rana ve ark., 2015). Elma posası çözünür diyet lifi (pektinler,  $\beta$ -glukanlar, galaktomannan gamlar ve inülin dahil sindirilemeyen oligosakkaritler) ve çözünmez diyet lifi (lignin, selüloz ve hemiselülozlar) için önemli bir kaynaktır (Wolfe ve Liu, 2003). Elma posasından izole edilmiş polisakkaritlerin antioksidan, antitümör ve hepatoprotektif özellik gösterdiği de belirlenmiştir (Yang ve ark., 2013; Sun ve ark., 2017).

Kurutulmuş elma posası ve elma posası unu fırıncılık ürünlerinde farklı oranlarda ilave edilerek fonksiyonel ürün üretimi için kullanılabilmektedir. Yapılan çalışmalar elma posası ilavesinin fırıncılık ürünlerinin diyet lifi ve toplam fenolik madde içeriklerini artırdığını ve ürünlere aromatik bir tat verdiğini göstermiştir (Masoodi ve Chauman, 2002; Sudha ve ark., 2007; Rupasinghe ve ark., 2008)

Bisküvilerin glisemik indeks değerinin düşürülmesi için yapılan bir çalışmada formülasyonda buğday ununa % 10 ve 20 oranında elma posası ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda elma posasının ağırlıkça % 40'nı diyet lifi oluşturduğu ve bunun da büyük bir çoğunluğunun (>%25) çözünmez diyet lifinden oluştuğu belirlenmiştir. Kontrol grubunun yüksek glisemik içeriğine (70) sahip olduğu belirlenirken buğday ununa ilave edilen % 10 ve 20 oranındaki elma posasının bisküvilerin glisemik indeks değerini sırasıyla 65 ve 60'a düşürdüğü görülmüştür. Bu değerler orta glisemik indeks seviyesi olarak geçmektedir. Çalışma sonucunda buğday ununa elma posası ilavesinin tip 2 diyabetin kontrolü için kullanılabılır olduğu ve aynı zamanda yan ürünlerin değerlendirilmesi için bir alan oluşturduğu görülmüştür (Alongi ve ark., 2019).

Diyet lifleri başta sindirim sistemi olmak üzere insan sağlığının düzenlenmesinde önemli rol oynarlar. Diyet lifinin kaynağı ve tipi fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesinde önemlidir. Günümüzde gıda endüstrisinden elde edilen diyet lifleri genellikle tahıl kaynaklıdır. Meyve ve sebzelerden elde edilen diyet liflerinin antioksidan maddeler gibi çeşitli biyoaktif içerikler bakımından da zengin olması, günümüzde bu kaynaklara olan talebi artırmıştır (Kaur ve Kapoor, 2002). Elma posası diyet lifi içeriği olarak kullanılabilecek zengin kaynaklardan biridir.

Dünya genelinde tüketimi yaygın olan fırıncılık ürünlerinin diyet lifi içeriklerinin yükseltilmesi tüketicilerin günlük aldığı diyet lifi içeriğinin de yükselmesini sağlayacaktır. Bu amaçla tam buğday ununa % 10 ve 20 oranında elma posası ilavesiyle üretilen ekmeklerde, protein içeriği değişmezken toplam diyet lifi içeriğinin arttığı ve duyuşal açıdan beğenildiği belirtilmiştir (Torbica ve ark., 2019).

Buğday ununa % 5 – 10 – 15 oranında elma posası ilavesinin hamurun su kaldırma kapasitesini önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Elma posası ilavesiyle hamurun zayıfladığı hamur stabilitesindeki düşüş ve yoğurma toleransındaki artışla da kanıtlanmıştır. Hamur direnci önemli ölçüde artarken uzayabilirlikte önemli bir düşüş görülmüştür. Elma posası ilaveli keklerin hacimlerinde önemli ölçüde düşüşler görülürken, keklerin toplam diyet lifi ve toplam fenolik madde içeriklerinde önemli artışlar görülmüştür (Sudha ve ark., 2007).

Mir ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada kahverengi pirinç ununa % 3 – 6 – 9 oranlarında elma posası ilave ederek glutensiz kraker üretmişlerdir. Elma posası miktarı arttıkça krakerlerin L\* değeri ve kırılma kuvvetlerinde düşüş görülmüştür. Elma posası ilavesinin krakerlerin toplam antioksidan özelliklerini, toplam mineral madde miktarını ve toplam diyet lifi içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Elma posasının fonksiyonel glutensiz kraker üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirtilmiştir.

Enginar (*Cynara Scolymus* L.) Akdeniz ikliminde çokça ekilen bir tarım ürünüdür (Fратиanni ve ark., 2007). Enginar ayrıca polifenoller başta olmak üzere biyoaktif bileşenler bakımından da önemli bir kaynaktır. Polifenoller bitkilerin ikincil metabolitleri olup diyetle bol miktarda bulunmaları, antioksidan kapasiteleri ve kanser, kardiovasküler ve nörodejenaratif hastalıklar gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu rolleri nedeniyle artan bilimsel ilginin konusudurlar (Galanakis, 2018; Del Rio ve ark., 2013; Rodriguez-Mateos ve ark., 2014; Scalbert ve ark., 2005). Enginarın temel fenolik bileşeni kafeoilkinik asittir. Enginarda fenolik bileşenlerin yanı sıra apijenin ve luteolin gibi bazı flavonoidler de bulunmaktadır (Abu-Reidah ve ark., 2013; Alarcón-Flores ve ark., 2014; Lombardo ve ark., 2010; Palermo ve ark., 2013; Pandino ve ark., 2013). Enginarın tüketilebilir çanak kısmının yaş ağırlığının enginarın tamamının ağırlığına oranı 35 – 55 g / 100 g olarak belirlenmiştir. Yani endüstriyel enginar işlenmesinde ağırlıkça % 60 – 85'nin yan ürün olarak çıktığı belirlenmiştir. Bu yan ürünlere enginarın sap, yaprak, baş kısım yaprakları ve tohumları dahildir (Barracosa, ve ark., 2019; Ben Salem ve ark., 2017; Jiménez-Moreno ve ark., 2019). Yüksek miktarda çıkan bu yan ürünler henüz değerlendirilmemiş potansiyel ekonomik, endüstriyel ve fonksiyonel uygulamalarına rağmen, önemli bir çevresel sorunu da beraberlerinde getirmektedirler. Enginar yan ürünleri etli bir dokuya ve çanak yapraklarında yüksek nem içeriğine (yaklaşık 80 g/100 g) sahip olup çevresel ve mikrobiyal kontaminasyona açık olmaktadır (Claus ve ark., 2015; Jiménez-Moreno ve ark., 2019; Petropoulos ve ark., 2018). Günümüzde özellikle farmasötik alanlarda değerlendirilmekte olan bu yan

ürünler, son yıllarda yüksek diyet lifi ve fenolik madde içeriği nedeniyle gıda endüstrisinin de dikkatini çekmiştir. Enginarın sap, yaprak ve çanak yapraklarından elde edilen inülin; tavuk sosisi formülasyonlarında (Alaei ve ark., 2018; Leroy ve ark., 2010) ve az yağlı yoğurt gibi süt ürünlerinde (Faustino ve ark., 2019) yağ ikamesi olarak kullanılmıştır.

Karpuz (*Citrullus lanatus*) kabakgiller familyasına ait likopen, karotenoid ve fenolik bileşenler bakımından zengin bir bitkidir (Brat ve ark., 2006). Karpuz genel olarak etsi kısım, çekirdek ve kabuk olarak üç kısımda incelendiğinde; ağırlıkça yaklaşık % 60'nın kabuk ve çekirdeklerden oluştuğu görülmektedir (Chakrabarty ve ark., 2020). Yani bir başka deyişle; karpuz meyvesinin yarısı yenilebilirken diğer yarısı çöp olarak ayrılmaktadır. 2017-2018 yılı göz önüne alındığında, yiyecek içecek sektöründe karpuzun hazırlanması ve tüketimi sırasında yaklaşık 42 milyon ton karpuz yan ürününün (kabuk ve çekirdek) elde edildiği belirlenmiştir (Esparza ve ark., 2020). Çok fazla miktarda elde edilen karpuz kabukları genellikle hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Karpuz kabuklarının damar gevşetici (vasorelaksant) ve analjezik etkisinin olduğu (Rimando ve Perkins-Veazie, 2005; Kumari ve ark., 2013), karpuz çekirdeklerinin ise kan şekerini ve insülin seviyesini kontrol ettiği (Omigie ve Agoreyo, 2014) yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar karpuz kabuğunun diyet lifi ve sitrullin gibi antioksidan maddeler bakımından zengin olduğunu göstermiştir (Al-Sayed ve Ahmed, 2013). Karpuz kabuklarının sağlık açısından faydaları düşünüldüğünde hayvan yemi olarak nitelendirilmesinin büyük bir kayıp olduğu görülmektedir. Bu yan ürünlerin yüksek su içerikleri nedeniyle kurutularak fonksiyonel ürün üretiminde kullanılabileceği; kurutma işlemi sayesinde un, irmik gibi malzemelerle daha rahat karıştırılabileceği düşünülmektedir. Örneğin buğday ununa %20'ye kadar karpuz kabuğu tozu ilave edilerek üretilen kurabiyelerin diyet lifi içeriği ve fenolik madde miktarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu, glisemik indeksi düşürdüğü, duyuşsal kabul edilebilirliği ve antioksidan özellikleri geliştirdiği belirtilmiştir (Naknaen ve ark., 2016). Ayrıca karpuz kabuğu tozu ilavesinin keklerin hacim ve spesifik hacimlerini artırdığı ve raf ömrünü uzattığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Al-Sayed ve Ahmed, 2013). Adegunwa ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada buğday ununa karpuz kabuğu tozu ilavesiyle üretilen keklerde toplam protein ve kül içeriğinin arttığını ancak keklerin yapışkanlık, kumluluk ve koheziflik gibi tekstürel özelliklerinin önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) düştüğünü rapor etmişlerdir.

Noodleların diyet lifi bakımından zenginleştirilmesi için formülasyona karpuz kabuğu tozu ilave edilen bir çalışmada örneklerin parlaklık ve pişirme veriminde önemli bir değişiklik görülmediği belirtilmiştir. Yaş noodleların sıklık, pişme kaybı ve pH değerinin düştüğü ancak diyet lifi, karbonhidrat, kül ve toplam fenolik içeriklerinin artan karpuz kabuğu tozu oranına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Ho ve Che Dahri, 2016).

Karpuz çekirdeği önemli bir protein (% 45 – 55), diyet lifi ve fenolik bileşen kaynağıdır (Wang ve Ng, 2003). Karpuz çekirdeği proteinleri, esas olarak, yüksek amino asit skoru ile kolayca sindirilebilen globulinler ve glutelinlerden oluşur (El-Adawy ve Taha, 2001; Wani ve ark., 2011a). Bu proteinler yüksek proteinli ürün üretimi için mükemmel termal ve fonksiyonel özellik gösterirler (Giami ve Barber 2004; Wani ve ark., 2011b). Yapılan bir çalışmada; protein içeriğinin artırılması için buğday ununa karpuz çekirdeği protein konsantreleri farklı oranlarda (% 2.5 – 5.0 – 7.5 – 10.0) ilave edilmiş ve bu unlardan kurabiye yapılmıştır.  $\geq$  % 5 ilave oranında hamur stabilitesi ve yoğurma toleransı önemli ölçüde artarken; yapışkanlık özellikleri ve hamur uzayabilirliği önemli oranda azalmıştır. % 5'ten fazla ilavede kurabiyelerin kırılma kuvveti artarken; duyuşal anlamda % 7.5'e kadar karpuz çekirdeği proteinlerinin kullanımının uygun olduğu belirtilmiştir (Wani ve ark., 2015).

Kabakgiller familyasının bir başka üyesi olan kavun (*Cucumis melo* L.), Dünya genelinde geniş bir alanda yetiştirilen bir meyvedir ve 825 türünün olduğu belirtilmiştir (Vishwakarma ve ark., 2017). Kavunun genel olarak ağırlıkça % 10'unu çekirdekleri oluştururken; kabuk ve et miktarı türüne göre farklılıklar göstermektedir (Rashid ve ark., 2011). Kavunun tüketimi sırasında genellikle kabuk ve çekirdek kısımları atılırken; bu miktar Dünya genelinde yıllık 8 ila 20 milyon tonluk bir atık anlamına gelmektedir. Kabuk ve çekirdek kısımları bol miktarda lignin ve selüloz içermesinin yanı sıra hemiselüloz ve pektin bakımından da oldukça zengindir (Cardona ve ark., 2010). Besinsel içerikleri yüksek olan kavun yan ürünleri diyet lifi kaynağı olarak kullanılabilirlerinin yanı sıra; etanol, glukoz, proteinler, enzimler ve aromatik bileşiklerin üretimi için de iyi birer kaynaktır (Soccol ve ark., 2010). Kavun çekirdeklerinin kimyasal içeriği türlere göre değişse de genellikle % 13 – 37 toplam yağ, % 7 – 44 diyet lifi ve % 15- 36 protein içeren ve başta potasyum ve magnezyum olmak üzere mineral içeriği yüksek yan ürünlerdir (Azhari ve ark., 2014; Morais ve ark., 2017; Mallek-Ayadi ve ark., 2017). Kavun kabuklarının kimyasal içerikleri de türlere göre farklılık göstermekle birlikte % 15 – 36 protein, % 19 – 24 diyet lifi ve % 12 – 35

toplam yağ içermektedir (Melo ve ark., 2000; Azhari ve ark., 2014; Mallek-Ayadi ve ark., 2017). Ayrıca yapılan çalışmalar kavun kabuğunun iyi bir C vitamini kaynağı olduğunu da göstermiştir (Sabino ve ark., 2015).

Turunçgiller (*Citrus L. Rutaceae*) Dünya genelinde üretimi ve tüketimi en yaygın olan meyvelerden olup, insan sağlığı için faydalı pek çok fitokimyasal içermektedir. Bunların yanı sıra C vitamini, folik asit, potasyum ve pektin bakımından da zengindirler (Rafiq ve ark., 2018). Taze meyve ve meyve suyu olarak tüketimi oldukça yaygın olan turunçgillerin, genellikle işlenmesi sırasında kabukları soyulmakta ve bu kabuklar çöp olarak nitelendirilerek atılmaktadır (Manthey ve Grohmann, 2001). Dünya genelinde üretilen turunçgillerin yaklaşık % 34'ü meyve suyu üretiminde kullanılmakta olup ve bu üretimden % 44 oranında yan ürün olarak kabuk elde edilmektedir (Li ve ark., 2006). Turunçgil kabukları yüksek fenolik içeriklerinin yanı sıra iyi birer melas, pektin ve limonen kaynağıdır. Turunçgil kabukları genellikle kurutulup pulpla karıştırılarak büyükbaş yemi olarak kullanılmaktadır (Bocco ve ark., 1998). Turunçgil kabukları epikarp ya da flavedo (renkli periferik yüzey) ve mezokarp ya da albedo (beyaz yumuşak orta katman) olarak ikiye ayrılabilir. Turunçgillerin yenilen kısımlarıyla karşılaştırıldığında kabuklarının polifenol içerikleri oldukça yüksektir (Manthey ve Grohmann, 2001; Wang ve ark., 2014). Portakal kabuğu flavonoidlerinin biyokimyasal fonksiyonları üzerine yapılan bir çalışmada lipid peroksidasyonuna karşı serum antioksidan içeriğini artırdığı ve oksidatif stresi azalttığı gösterilmiştir (Assini ve ark., 2013). Turunçgil kabuklarının antienflamatuar, antitümör gibi özelliklerinin (Romagnolo ve Selmin, 2012; Park ve Pezzuto, 2012) yanı sıra kemoterapi tedavisinde takviye edici olarak (Meiyanto ve Hermawan, 2012), kullanılabileceğine dair çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Turunçgil kabuklarında hesperidin en baskın flavonoid olarak bulunmuş, bunu tangeretin ve nobiletin izlemiştir. Hesperidin, nobiletin ve tangeretin'in ayrı ayrı nöroenflamasyona karşı hafif inhibitör aktiviteye sahip olduğu ancak toplu etkilerinin önemli olduğu bildirilmiştir (Su-Chen ve Chun-Ting, 2014). Turunçgil kabukları polifenoller ve uçucu yağlar gibi biyoaktif bileşiklerin yanı sıra yüksek miktarda içerdikleri diyet lifi ile hem üreticiye hem de tüketiciye ekonomik fayda sağlarlar. Su ve yağ tutma kapasitesini artırma, jelleşme, safra asidi bağlama kapasitesi gibi özellikleri nedeniyle pek çok alanda kullanılabilen turunçgil kabuk lifleri (Braddock, 1999) aynı zamanda iyi birer pektin kaynağıdır (Terpstra ve ark., 2002).

Portakal (*Citrus sinensis*), turunçgiller ailesine ait bir meyvedir. Kendine has rengi, kokusu ve tadıyla Dünya genelinde meyve ve meyve suyu olarak tüketimi oldukça yaygındır. Yüksek oranda C vitamini içermesinin yanı sıra; karotenoid, flavonoid, esansiyel yağlar, şeker, diyet lifi ve bazı mineraller bakımından da oldukça zengindir (Niu ve ark., 2008). Portakal kabuklarının % 47.6'sı çözünmez olmak üzere % 57 diyet lifi içerdiği yapılan bir çalışmayla belirlenmiştir. Pektik polisakkaritler ve selüloz ise kabukların temel içeriğini oluşturmaktadır (Chau ve Huang, 2005). Portakal posası tıpkı diğer turunçgil posaları gibi başta hesperidin olmak üzere flavonoidler bakımından zengindir (Roussos, 2011). Portakal kabuğu yüksek diyet lifi içeriği nedeniyle yoğurtlarda (Sendra ve ark., 2010), et ürünlerinde (Viuda-Martos ve ark., 2010) ve fırıncılık ürünlerinde (Larrea ve ark., 2005) viskozite artırıcı olarak kullanılmıştır. Sosislerde asitliğin korunmasını sağladığı ve mikrobiyal gelişmeyi kontrol altına aldığı için raf ömrünü de uzattığı belirtilmiştir (Viuda-Martos ve ark., 2010).

Limon (*Citrus limon*), turunçgiller familyasına ait bir meyvedir. Ekşi ve asitli tadı nedeniyle meyve olarak tüketiminden çok meyve suyu olarak tüketimi yaygındır. Limondan meyve suyu üretiminde kabuk ve posa yan ürün olarak çıkmaktadır ki bu yan ürünler ağırlıkça meyvenin yaklaşık % 50'sini oluşturmaktadır. Bu yan ürünler hayvan yemi olarak kullanımının yanı sıra esansiyel yağ üretimi için kullanılırken son yıllarda pektin üretimi için de kullanılmaya başlanmıştır (Lario ve ark., 2004). Yapılan çalışmalar limon kabuğunun limonun yenilebilir kısmından daha yüksek diyet lifi içerdiğini ve ayrıca kabuğun iyi bir demir kaynağı olduğunu da göstermiştir (Gorinstein ve ark., 2004).

Sarımsak (*Allium sativum*), *Liliaceae* familyasına ait, Asya kıtası kökenli, antik çağlardan günümüze gıda ve ilaç olarak tüketimi görülmüş bir bitkidir (Fonseca ve ark., 2014). Endüstriyel anlamda soyulmuş formunun konservelenip satılması ve turşu gibi çeşitli ürünlerde kullanımı nedeniyle sarımsak kabuğu yan ürünü bol miktarda elde edilmektedir. Kabuk kısmı sarımsağın ağırlıkça yaklaşık % 25'ini oluşturmaktadır ve kimya endüstrisinde biosorbent olarak kullanılmaktadır (Chowdhury ve ark., 2012; Hameed ve Ahmad, 2009; Kai ve ark., 2011; Liu ve ark., 2014; Pereira ve ark., 2012; Selvamani ve ark., 2016). Sarımsağın sağlık açısından bu kadar önemli olmasının sebeplerinden biri organosülfür bileşikleri bol miktarda içermesidir (Amagase ve ark., 2001). Sarımsak biyoaktif bileşiklerinin iyi birer antioksidan oldukları da yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Prasad ve ark., 1995; Ide ve ark., 1997; Amagase, 2006).

Sarımsağın majör biyoaktif bileşini olan allicini sarımsak kabuğu da bol miktarda içermektedir (Mohsen ve Shahab, 2010).

Soğan (*Allium cepa L.*) kırmızı, beyaz, kahverengi gibi farklı renkleri olmasına rağmen Dünya genelinde uzun raf ömrü ve keskin aroması nedeniyle en yaygın kahverengi türünün tüketimi vardır (Griffiths ve ark., 2002). Avrupada fastfood ve doğranmış hazır soğan endüstrisinin yardımıyla yıllık yaklaşık 500 bin ton soğan yan ürünü elde edilmektedir (Benítez ve ark., 2011a; Benítez ve ark., 2011b). Bu yan ürünler; soğanın dış kabuğu, iç iki kat tabakası, sap kısmı ve bazen de ezilmiş zarar görmüş soğanlardan oluşmaktadır. Yoğun aromasından dolayı yem olarak kullanılamayan bu yan ürünler genellikle toz haline getirilip gıdalarda aroma verici ya da nutrasötik özellikleriyle çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Griffiths ve ark., 2002). Soğan kabuğunun diyet lifi içeriğinin dıştan (%68.3) iç (%11.3) katmanlara doğru gidildikçe azaldığı Jaime ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar dış kabuktaki çözünmez diyet lifi içeriğinin iç katmanlardan daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Fenolik asitler ve flavonoidler soğanın başlıca fitokimyasallarıdır. Protokateşik asit soğanın dış kabuğunda bulunurken iç katmanlarda bulunmamıştır. Ferulik asit soğanın hem dış kabuğunda hem de iç katmanlarında bol miktarda bulunur. Vanilik asit de başlıca dış kabukta olmak üzere soğanda bulunan fenoliklerdendir. Soğanda 50'den fazla farklı flavonoid olduğu tespit edilmiştir. Flavonoller gibi flavonoidler (soğana sarı reng verir) antosiyaninler (genellikle kırmızı soğanda bulunur) ve dihidroflavonoller soğanla özdeşleştirilmiştir (Slimestad ve ark., 2007). Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2009), soğanın bol miktarda diallil sülfid içerdiğini rapor etmişlerdir. Bu organosülfür bileşenlerin farmakolojik özellikleri olduğu bilinmektedir (Lanzotti, 2006). Soğan yan ürünlerinin pastörize edilerek kullanımının ürünlerin biyoaktif bileşiklerini koruduğu, antioksidan bileşenlere en az zararın verildiği ve esmerleşme görülmediği için en uygun kullanım olduğu Roldán ve ark. (2008) tarafından belirlenmiştir.

Patlıcan (*Solanum melongena*), genellikle Asya ve Akdeniz kültüründe tüketimi yaygın, fenolik asit, mineraller ve vitamin C gibi çeşitli vitaminler bakımından zengindir. Patlıcan kabuğu başta antosiyaninler (delfinidin 3-rutinozit (tulipinin) ve delfinidin 3-(p-kumaroil rutinozit)-5-glukozit (nasunin)) olmak üzere çeşitli fitokimyasallar bakımından önemli bir yan üründür. İçeriğindeki bu antosiyaninler patlıcan kabuğu ekstraktının sağlıklı gıda boyaları olmasını sağlamaktadır. Ancak antosiyaninlerin ısıtma işleme karşı duyarlı olması nedeniyle genellikle

mikroenkapsülasyon uygulamalarla patlıcan kabuğu ekstraktları kullanımı vardır. Ayrıca patlıcan yan ürünleri pektin ve selüloz gibi diyet lifleri bakımından da zengindir (Zhang ve ark., 2020).

Muz (*Musa spp*), genellikle tropikal iklimlerde üretilmekte olup Dünyada en çok ticareti yapılan meyveler arasındadır (Aurore ve ark., 2009). Nişastalı yaş meyvesi tüketilen muz meyvesinin kabukları atılmakta ya da hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Muz kabuğu meyvenin ağırlıkça yaklaşık % 40'ını oluşturmaktadır (Anhwange ve ark., 2009). Yüksek miktarlarda çıkan muz kabukları besinsel açıdan incelendiğinde; protein, esansiyel amino asitler, çoklu doymamış yağ asitleri, potasyum, diyet lifi, fenolik bileşikler ve antioksidan maddeler bakımından oldukça zengindir (Memon ve ark., 2008; Jacometti ve ark., 2015; Someya ve ark., 2002). Muz kabuklarının metanolik ekstratlarında gram pozitif ve gram negatif bakteriler ve küflere karşı koruyucu özellikte 17 farklı biyoaktif bileşik tespit edilmiştir (Niamah, 2015). Yapılan çalışmalar; muz kabuğu ilaveli noodlelarda yüksek dirençli nişasta içeriği sayesinde glisemik indeksin düştüğü ve sindirim süresinin uzadığını göstermiştir (Li ve ark., 2006; Ramli ve ark., 2009). Zayıf glutenli buğday unlarının geliştirilmesi için çeşitli oranlarda muz kabuğu unu ilave edilerek yapılan ekmeklerde; duyuşsal özelliklerde değişiklik olmadan besinsel içeriğin geliştiği ve raf ömrünün uzadığı belirlenmiştir (Gomes ve ark., 2016).

Nar (*Punica granatum L.*) Asya kökenli bir meyve olup, tüketimi çok eski yıllara dayanan meyvelerden biridir. Mısır İmparatorluğundan günümüze bolluk ve bereket simgesi olarak tasvirlerde kullanımı görülmektedir (Braga ve ark., 2005; Opara ve ark., 2009). Geçmişten günümüze pek çok medeniyette tanesi ve kabukları ilaç olarak kullanılmış olan nar; son yıllarda yüksek besinsel içeriği nedeniyle tüketimi ve dolayısıyla üretimi artan meyveler arasına girmiştir (Yuan ve ark., 2018). Nar meyvesi kabuk, tane ve çekirdekler olarak üç bölümden oluşmaktadır ve bu kısımların meyvedeki ağırlık oranları sırasıyla 50:40:10 olarak verilebilir (Panth ve ark., 2017; Viuda-Martos ve ark., 2010). Taneleri yaş ve kuru olarak tüketilebilen nar, meyve suyu, reçel, konsantre ürünler gibi çeşitli ürünlere de işlenmektedir. Endüstriyel olarak kullanılan nar tonlarca yan ürünü de beraberinde getirmektedir. Nar çeşidi, yetiştirildiği ortam, iklim ve toprak özelliklerine göre yan ürünlerin içerikleri oldukça farklılık göstermektedir. Yetiştirildiği yöreye göre farklılık gösterse de genel olarak nar yan ürünlerinin yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada balık yağı asitlerinin lipid oksidasyonunu

geciktirmek için BHT yerine nar kabuğu antioksidanları denenmiş ve sonuç başarılı olmuştur. Bu çalışmayla lipit oksidasyonunda doğal kaynaklı bir antioksidanın yapay antioksidanla aynı koruyucu özellikleri gösterebildiği tespit edilmiştir (Özalp Özen ve Soyer, 2018). Narda en çok bulunan biyoaktif bileşenler antosiyaninler, suda çözünür tannenler, lignanlar, fitosteroller, yağ asitleri, organik asitler ve fenolik asitlerdir. Tanenlerinin yaklaşık % 85'ini oluşturan punicalagin izomerleri nar kabuğunun en yaygın fenolikleridir. Nar çekirdeği yüksek antioksidan içeriğinin yanı sıra kuru maddede % 10 – 12 oranında yağ içeriğiyle de dikkat çeken bir yan üründür (Al-Maiman ve Ahmad, 2002). Yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi içermesinden dolayı da oldukça önemli bir yan üründür. Başta linoleik asit olmak üzere nar çekirdeği kansere karşı koruyuculuğu ile bilinen punikik asidin de majör kaynaklarından biridir (Albrecht ve ark., 2004; Jeune ve ark., 2005; Aruna ve ark., 2016).

Üzüm (*Vitis vinifera L.*) Akdeniz iklimi ülkelerde yaygın üretimi olan, taze meyve tüketiminin yanı sıra; şarap, sirke, meyve suyu gibi ürünlere de işlenen bir meyvedir. Yaklaşık 100 L üzüm suyu üretiminde 30 kg üzüm posası açığa çıkar. Üzüm posası çekirdek, kabuk, sap ve etli kısımdan oluşur (Deng ve ark., 2011; Mendes ve ark., 2013). Üzüm posası da genelde diğer yan ürünler gibi hiçbir ek işleme tabii tutulmadan hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Üzüm posasının içeriği ve kimyasal kompozisyonu; üzümün çeşidi, yetiştirildiği yöre ve iklim koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak üzüm posası önemli bir diyet lifi kaynağıdır. Diyet lifi içeriğinin büyük kısmını selüloz oluştururken bunu pektin ve hemiselülozlar takip etmektedir (Kammerer ve ark., 2005). Beyaz ve kırmızı üzümün diyet lifi içeriklerinin benzer olduğu yapılan çalışmalarla görülmüştür (Llobera ve Cañellas, 2007). Flavonol ve fenolik asit içeriği oldukça yüksek olan üzüm posalarında en önemlisi antosiyaninlerdir ve üzüm türüne göre değişiklik göstermekle birlikte flavonollerin % 40 – 50'sini oluşturmaktadır (Ruberto ve ark., 2007). Üzüm yan ürünlerinde en yüksek fenolik içerik çekirdekte (% 60 – 70), bunu kabuk (% 28 – 35) ve pulp (% 10) takip etmektedir (Ribeiro ve ark., 2015). Çekirdekler diyet lifi, esansiyel yağ, protein ve tannin gibi fenolikler bakımından zengindir. Üzüm kabukları antioksidan ve antimutajenik etkiye sahip iyi birer antosiyanin kaynağıdır. Sap kısmı ise farmalojik özelliği yüksek fenolikler bakımından zengindir (de Campos ve ark., 2008). Fenolik ve flavonol içeriği sayesinde edindiği yüksek antioksidan özelliği sayesinde üzüm posası ilave edildiği ürünlerin raf ömrünü uzatmakta ve bu nedenle gıda endüstrisinde kendine geniş kullanım alanları bulabilmektedir (Arvanitoyannis ve ark., 2006).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada meyve ve sebze yan ürünleri olarak kullanılan soğan, patlıcan, kavun ve karpuz yan ürünleri Konya’da faaliyet gösteren bir catering firmasından; muz, limon, portakal ve nar yan ürünleri Konya’da faaliyet gösteren bir pastaneden; elma ve üzüm yan ürünleri bir meyve suyu fabrikasından, enginar yan ürünleri Urla İzmir’de üretim yapan bir çiftlikten (Nihan Atay Enginar Çiftliği), sarımsak yan ürünleri ise Kastamonu’da bir üreticiden temin edilmiştir. Elma ve üzüm yan ürünleri; suyu alınmış posa, kabuk, kısmen sap ve çekirdeklerden; portakal ve limon yan ürünleri suyu alınmış posa, kabuk ve çekirdeklerden; kavun ve karpuz yan ürünleri kabuk ve kısmen çekirdeklerden; soğan yan ürünleri dış kabuk, iç katmanlar ve baş kısmından; sarımsak yan ürünleri kabuk, baş ve sap kısmından; muz yan ürünleri kabuktan; enginar yan ürünleri çanak yapraklardan; nar yan ürünleri kabuk, iç zar, dane ve çekirdeklerden; patlıcan yan ürünleri kabuk ve baş kısımlarından oluşmaktadır.

Ekmek yapımında kullanılan buğday unu Konya’da faaliyet gösteren bir un fabrikasından (ON-EL Un Fabrikası), yaş maya (Pakmaya, Kocaeli, Türkiye) ve sofrata tuzu (Salina, Konya, Türkiye) yerel bir marketten; makarna üretiminde kullanılan irmik ise Gaziantep’teki bir makarna fabrikasından temin edilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Deneme planı

Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında; temin edilen elma, enginar, karpuz, kavun, limon, muz, nar, patlıcan, portakal, sarımsak, soğan ve üzüm gibi 12 farklı yan ürün kurutulup öğütülerek toz haline getirilmiştir. Yan ürünler ve ekmek ve makarna üretiminde kullanılan buğday unu ve irmiği çeşitli fiziksel ve kimyasal analizlere tabii tutulmuştur. 12 farklı yan ürün 4 farklı dozda (% 0 – 5 – 10 – 15) buğday ununa ilave edilerek hamurun reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla farinograf ve ekstensograf analizleri gerçekleştirilmiştir. Hammadde analizleri ve reolojik analizler sonucunda ekmek ve makarna üretiminde kullanılması uygun olan yan

ürünler belirlenmiştir. Çalışmanın bu aşaması (12 x 4 x 2) deneme desenine göre yürütülmüştür.

Çalışmanın ikinci aşamasında; ilk aşamada belirlenen 5 farklı yan ürün tozları (elma posası, karpuz kabuğu, portakal yan ürünleri, üzüm posası ve muz kabuğu) 3 farklı oranda (% 0 – 5 – 10) buğday ununa ve irmiğine ilave edilerek ekmek ve makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ürünlerin çeşitli fiziksel, kimyasal, teknolojik ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın bu aşaması ekmek ve makarna örnekleri için ayrı ayrı olmak üzere (5 x 3 x 2) deneme desenine göre yürütülmüştür.

### **3.2.2. Hammadde analizleri**

#### **3.2.2.1. Gıda endüstrisi yan ürünü tozlarının hazırlanması**

Temin edilen enginar, karpuz, kavun, limon, nar, patlıcan, portakal, sarımsak ve soğan yan ürünleri yıkanarak temizlenmiş ve küçük parçalara kesilerek etüvde (Nüve, Türkiye) 50 °C’te 72 saat süreyle kurutulmuştur. Elma ve üzüm posaları ince bir tabaka halinde kurutma tepsilerine serilerek etüvde (Nüve, Türkiye) 50 °C’te 72 saat süreyle kurutulmuştur. Muz kabukları yıkandıktan sonra kararmanın önlenmesi amacıyla 20 dakika % 5’lik sitrik asit solüsyonunda tutulmuş (Eshak, 2016), suları süzildükten sonra küçük parçalara kesilerek etüvde (Nüve, Türkiye) 50 °C’te 72 saat süreyle kurutulmuştur.

Kurutulan yan ürünler laboratuvar tipi öğütücüde öğütülerek 500 µ elekten geçirilmiştir. Yan ürün tozları kullanılabilecek kadar buzdolabında 4 °C’te temiz kilitli polietilen poşetlerde depolanmıştır.

#### **3.2.2.2. Hammaddelerde gerçekleştirilen fiziksel analizler**

##### **3.2.2.2.1. Renk analizi**

Yan ürün tozları, ekmek üretiminde kullanılan buğday unu ve makarna üretiminde kullanılan buğday irmiğine ait renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler 50 gram toz numune ile yapılmıştır. L\* (parlaklık), a\* (kırmızı, yeşil) ve b\* (sarı, mavi) değerleri tespit edilmiştir. Hue (renk özü) değeri  $a^* > 0$  ve  $b^* > 0$  için  $\arctan(b^*/a^*)$ ;  $a < 0$  ve  $b > 0$  için  $\text{Hue} = \arctan[b^*/a^*] + 180^\circ$  formülü ile, SI (doymunluk indeksi) değeri ise  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

### **3.2.2.3. Hammaddelerde gerçekleştirilen kimyasal analizler**

#### **3.2.2.3.1. Nem**

Ekmek ve makarna üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin nem miktarı tayininde, 135 °C’de 2.5 saat kurutma normu olan AACC’nin Standart Metotlarından Metod 44 -19 kullanılmıştır (AACC, 1990).

#### **3.2.2.3.2. Kül**

Hammaddelerin kül içerikleri 550 °C’de kül fırınında (Daihan Wisetherm F-12, Gangwon, Güney Kore) açık gri kül elde edilinceye kadar yakılmak suretiyle AACC 08–01.01 metoduna göre belirlenmiştir (AACC, 1999).

#### **3.2.2.3.3. Protein**

Hammadde örneklerinin protein miktarı AACC 46-12.01’e Kjeldahl metodu ile tespit edilmiştir. Metodun esası; örneğin sülfürik asitle tahrip edilerek içindeki azotun  $(\text{NaH}_4)\text{SO}_4$  dönüşmesinin ardından, bunu NaOH ile muamele ederek oluşan  $\text{NH}_4\text{OH}$  içeriğindeki azotlu madde miktarının HCl ile titrasyonla belirlenmesine dayanmaktadır. Tüm örneklerde 6.25 çevirme faktörü kullanılarak protein miktarları % olarak hesaplanmıştır (AACC, 1999).

#### **3.2.2.3.4. Yağ**

Çimlendirilmiş buğday örneklerinin toplam yağ içerikleri Soxhelet ekstraksiyon yöntemiyle AACC Metot 30-25’e göre belirlenmiştir (AACC, 1990). Buğdaylarda bulunan yağ, hekzan ile ekstrakte edildikten sonra hekzan uzaklaştırılmıştır. Kalıntı ise sabit tartıma gelinceye kadar kurutularak tartılmış ve sonuç % olarak belirtilmiştir.

#### **3.2.2.3.5. Karbonhidrat**

Toplam karbonhidrat miktarları; nem, ham protein, ham yağ ve toplam kül tayini analizlerinden sonra her bir yan ürün için bu değerlerin toplamının 100’den çıkarılması ile belirlenmiştir. Sonuçlar iki tekerrür üzerinden ortalama değer alınarak yüzde olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.2.3.6. Enerji

Hammadde örneklerinin enerjileri aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Enerji} = (\text{Yağ} \times 9) + (\text{Protein} \times 4) + [(\text{Karbonhidrat}) \times 4]$$

### 3.2.2.3.7. Titrasyon asitliği tayini

10 g öğütülmüş örnek üzerine 20 °C’de 250ml saf su ile homojenize edilerek 5 dakika çalkalanmış ve süre sonunda süspansiyon filtre kağıdından süzölmüştür. 25 ml süzöntü saf su ile 100 ml’ye tamamlanmış ve üzerine 3 damla fenolftalein (etil alkolde % 3 m/v) damlatılarak 0.01 N NaOH ile hafif pembe renk alıncaya kadar titre edilmiştir. Sonuç aşağıdaki eşitlik yardımıyla sülfirik asit cinsinden hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2001).

$$\% \text{ Asitlik} = V \times N \times 0,09 \times 100 / m$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin miktarı (ml)

N: Harcanan NaOH çözeltisinin normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

### 3.2.2.3.8. Su ve yağ tutma kapasitesi

Su ve yağ tutma kapasitesini belirlemede, Teixeira ve ark. (2018), çalışmasındaki yöntem bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. İlk olarak numune üzerine 10 ml distile su veya yağ ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra oluşan süspansiyonlar su banyosunda (30°C) 30 dakika süre ile bekletilmiştir. Örnekler su banyosundan alınmaları sonrasında 3000 x g’de 10 dakika süre ile santrifüj (Sigma, 3-18 K, Germany) edilmiş ve süpernatant kısımları süzölmüştür. Son olarak kalan sediment tüple birlikte tartılmıştır. Su ve yağ tutma kapasiteleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Analizler iki tekerrürlü olarak yapılmıştır.

$$\text{STK} / \text{YTK} = (m_3 - m_2 - m_1) / m_1$$

STK= Su Tutma Kapasitesi

YTK= Yağ Tutma Kapasitesi

m<sub>1</sub>= Örnek Miktarı

m<sub>2</sub>= Örnek+ Falcon Tüpü+ Su veya Yağ Ağırlığı

m<sub>3</sub>= Örnek+ Falcon Tüpü+ Sediment Ağırlığı

### 3.2.2.3.9. Emülsiyon kapasitesi

Emülsiyon kapasitesi (EK) analizinde öncelikle, 98 ml suya 2 g örnek ilave edilerek %2 (w/v) oranındaki süspansiyon hazırlanmıştır. Çözelti 4000 x 20dk santrifüj edilmiş ve sonrasında süzölmüştür. Süpernatantla aynı hacimde ayçiçek yağı ilave edilerek 1200 x g'de 5 dakika homojenize edilmiştir. Homojenize karışım mezüre alınmıştır. Karışımın toplam hacminin emülsiye edilmiş kısmı hacim olarak okunmuş ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Hayta ve ark., 2002).

$$EK = \left[ \frac{\text{Kalan emülsiyon tabakası hacmi}}{\text{Tüm tabakanın hacmi}} \right] \times 100$$

### 3.2.3. Reolojik analizler

Gıda endüstrisi yan ürünü tozları farklı oranlarda (% 0 – 5 – 10 – 15) buğday unu ile karıştırılarak un karışımlarının reolojik özellikleri incelenmiştir.

#### 3.2.3.1. Farinograf analizi

Farklı oranlarda gıda endüstrisi yan ürün tozu içeren un karışımlarından hazırlanan hamurların farinogram özellikleri AACC Standard Method No: 54-21'e göre tespit edilmiştir (AACC, 2000). Farinografda, su absorpsiyonu (%), gelişme süresi (dk), stabilite (dk) ve yumuşama derecesi (BU) değerleri belirlenmiştir.

#### 3.2.3.2. Ekstensograf analizi

Farklı oranlarda gıda endüstrisi yan ürün tozu içeren un karışımlarından hazırlanan hamurların ekstensogram özellikleri AACC Standart Metot No: 54- 10 yöntemlerine göre 45. – 90. ve 135. dakikadaki ekstensogramlar çizdirilmiştir (AACC, 2000). Ekstensografda ekmek yapım prosesi göz önünde bulundurularak 135 dk'daki enerji ( $\text{cm}^2$ ), uzamaya karşı direnç (BU), uzama kabiliyeti (mm) ve maksimum direnç (BU) değerleri kullanılmıştır.

### 3.2.4. Fonksiyonel özellikler

#### 3.2.4.1. Toplam besinsel lif

Gıda endüstrisi yan ürünlerinden yapılan analizler sonucu üstün bulunan 5 yan ürün tozunda ve bu tozların ilave edildiği ekmek ve makarna örneklerinde bulunan toplam besinsel lif miktarı AOAC Standard Method No: 991.43'e göre belirlenmiştir (AOAC, 2007).

1 g örnek 40 mL MES-TRIS tampon çözeltisi (pH 8.2, 24 °C'de) ile karıştırılmış, üzerine 50µl α-amilaz ilave edilerek 95-100 °C'deki su banyosunda 30 dk 120 rpm' de çalkalanmıştır. Süre sonunda 60 °C soğutulan karışımların üzerine 100 µl 120 rpm'de proteaz konularak 60 °C'deki su banyosunda 30 dk çalkalanmıştır. Su banyosundan alınan örnekler 5 ml 0.561 N HCl ilave edilmiş ve pH'ları 4.1 ile 4.8 aralığına ayarlanmıştır. Üzerlerine 200 µl amiloglukozidaz konulan örnekler tekrar 60 °C'deki su banyosunda 30 dk 120 rpm'de çalkalanmıştır. Süre sonunda 60 °C sıcaklıktaki 225 ml, % 95'lik etil alkol ilave edilerek oda sıcaklığında 1 saat bekletilen karışımlara filtrasyon uygulanarak kroze üzerinde kalan kısım sırasıyla 30 ml % 78'lik etil alkol, 30 ml % 95'lik etil alkol ve 30 ml aseton ile yıkanmıştır. Toplam besinsel lif tayini için krozeler 105 °C'deki etüvde bir gece kurutularak tartılmış, protein ve kül miktarları belirlenen örneklerin toplam diyet lif miktarları hesaplanmıştır

#### 3.2.4.2. Fitik asit

Gıda endüstrisi yan ürünlerinden yapılan analizler sonucu üstün bulunan 5 yan ürün tozunda ve bu tozların ilave edildiği ekmek ve makarna örneklerine ait fitik asit miktarı, Haug ve Lantzsch (1983)'e göre kolorimetrik metot kullanılarak tayin edilmiştir. Hammadde tozları 0.2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir III çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmüş ve serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik (519 nm) yolla belirlenerek elde edilen sonuçlardan fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

### 3.2.4.3. Toplam fenolik madde miktarı

Gıda endüstrisi yan ürünlerinden yapılan analizler sonucu üstün bulunan 5 yan ürün tozunda ve bu tozların ilave edildiği ekmek ve makarna örneklerinin toplam fenolik madde miktarı araştırılmıştır. Fenolik maddelerin örneklerden ekstraksiyonu için Yılmaz (2012)' de belirtilen metod modifiye edilerek kullanılmıştır. 1 gr örnek 10 ml % 1 HCl içeren % 80'lik metanol ile karıştırılmış ve karışım 2 saat oda sıcaklığında ( $24\pm 1$  °C) çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisebath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) çalkalanmış ardından 3000 rpm' de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar filtreden geçirilerek analizde kullanılmıştır.

Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri UV-visible spektrofotometre kullanılarak Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu modifiye edilerek kullanılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Analiz için mikro küvete 0.1 ml örnek ekstraktı alınmış üzerine 0.5 ml folin (%10'luk, h/h, suda) ve 5 dk bekletildikten sonra üzerine 0.4 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (% 7.5'lik g/h) ilave edilerek karanlık ortamda oksijen geçirmeyecek şekilde 2 saat oda sıcaklığında ( $24\pm 1$  °C) bekletilmiştir. Bu süre sonunda da örneklerin absorbans değerleri 760 nm de spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) okunarak kaydedilmiş ve toplam fenolik madde miktarı galik asit eşdeğeri şeklinde hesaplanmıştır.

### 3.2.4.4. Antioksidan özellikler

Gıda endüstrisi yan ürünlerinden yapılan analizler sonucu üstün bulunan 5 yan ürün tozunda ve bu tozların ilave edildiği ekmek ve makarna örneklerinde antioksidan aktivite analizi yapılmıştır. Antioksidan aktivitenin tayininde DPPH ve TEAC olmak üzere 2 farklı metot kullanılmıştır.

Örneklerden antioksidan bileşenlerin ekstraksiyonundan farklı olarak; 1 gr örnek 10 ml asitlendirilmemiş % 80'lik metanol ile karıştırılmış ve karışım 2 saat oda sıcaklığında ( $24\pm 1$  °C) çalkalamalı su banyosunda çalkalanmış ardından 3000 rpm' de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar filtreden geçirilerek analizde kullanılmıştır.

**DPPH radikali yakalama kapasitesi metodu;** Örneklerin antioksidan aktivite analizinde spektrofotometrik yöntemle DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metodu Gyamfi ve ark. (1999) ile Beta ve ark. (2005)'nin metodları modifiye edilerek

kullanılmıştır. Metodun temelini, bir serbest radikal olan DPPH'in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi esası oluşturmaktadır. Bunun için 100 µl örnek ekstraktı üzerine yeni hazırlanmış 3.9 ml DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Karanlık ortamda 30 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrede 517 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar troloks eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

**Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) metodu;** Örneklerin troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) değerleri, 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radikal katyonu kullanılarak Re ve ark. (1999) tarafından tanımlanan metodun kısmen modifiye edilmesiyle belirlenmiştir. Öncelikle ABTS radikal katyonu (ABTS+) stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu amaçla 96 mg ABTS radikali tartılarak balon jojeye konulmuş ve üzerine 25 ml saf su eklenerek çözündürülmüştür. Üzerine 2.45 mM 12.5 ml potasyum persülfat çözeltisi eklenerek 12-16 saat oda sıcaklığında karanlık bir ortamda saklanmış ve ABTS radikal katyonu (ABTS+) stok çözeltisi oluşturulmuştur. Ekstreleri seyreltmek ve kör denemeler için 0.1 M fosfat tamponu (pH 7.4) kullanılmıştır. Analiz öncesinde ABTS+ stok çözeltisi fosfat tamponu ile seyreltilerek 734 nm dalga boyundaki absorbansı  $0.700 \pm 0.020$  nm'ye ayarlanmıştır. Spektro küveti içerisine 10, 20 ve 30 µl ekstrakt ve 3 ml seyreltilmiş ABTS+ eklenerek karanlık bir ortamda 6 dk bekletilmiş ve sonrasında 734 nm dalga boyunda absorbansı okunmuştur. Troloks standart eğrisi kullanılarak örneğin TEAC değeri belirlenmiştir.

#### 3.2.4.5. Mineral madde miktarı

Örneklerin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarları tayini için, 0.3 g kuru örnek 7 ml  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  kullanılarak mikrodalga sisteminde (Mars 5, CEM Corporation, USA) yakılmış, elde edilen süzüklerde mineral madde içerikleri ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi) cihazında (Agilent Technologies - 7900 ICP-MS / ASX 500, Waldbronn, Germany) analiz edilmiştir (Skujins, 1998).

#### 3.2.5. Ekmek üretimi

Ekmek üretiminde; reolojik bakımdan diğerlerine göre daha üstün özellikler gösteren 5 farklı gıda endüstrisi yan ürünün (elma, karpuz portakal, üzüm ve muz) 3 farklı dozu (% 0 – 5 – 10) buğday ununa ilave edilerek kullanılmıştır.

Ekmek denemelerinde; 100 g un esasına göre 1.5 g sofr tuzu, 3.0 g yaş maya ve farinografta daha önceden belirlenmiş su absorbsiyonunun 2 birim daha azı su (ml) ilave edilerek olgun hamur elde edilene kadar mikser (Hobart N50, Offenburg, Almanya) içerisinde yoğrulmuştur. Yoğurma işlemi tamamlandıktan sonra % 75 - 80 nispi nemde ve 30 °C sıcaklıkta fermantasyon kabininde (Fimak FMD 16, Konya, Türkiye), 2 defa 30 dakikalık kitle fermantasyonuna bırakılmış ve bu süreler sonunda katlanıp havalandırılmıştır. Daha sonra ekmek hamuruna son şekli verilip, 30 °C'de 60 dk son fermantasyona tabi tutulmuştur. Fermantasyon işleminin ardından hamurlar  $230 \pm 5$  °C'ye ısıtılmış fırında (Fimak Rokon Classic FRN10 G, Konya, Türkiye) pişirilmiştir. Pişmiş ekmekler 1 saat dinlendirilmiş, ardından ağırlık, hacim ve kabuk renkleri belirlenmiştir. 24 saat sonra ise ekmek içi renk ve tekstür özellikleri belirlenmiştir. Kimyasal analizler için örnekler oda şartlarında kurutulmuştur. Kurutulan ekmekler öğütülmüş ve ağzı kilitli polietilenk poşetlere alınarak analize kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.6. Ekmeklerde gerçekleştirilen analizler**

#### **3.2.6.1. Renk analizi**

Ekmek örneklerinin kabuk renk değerleri ve ekmek dilimlerinin ekmek içi renk değerleri 3.2.2.2.1. başlığı altında anlatılan şekilde belirlenmiştir. Kabuk ve iç renk ölçümleri ekmeklerde 5 farklı noktadan yapılarak ortalaması alınmıştır.

#### **3.2.6.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim**

Ekmekler, pişirmeyi takiben 60 dakika dinlendirildikten sonra ağırlıkları ve hacimleri ölçülmüştür. Hacim ölçümü kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre gerçekleştirilmiştir. Spesifik hacim değerleri ise ekmek hacminin ekmek ağırlığına bölünmesi ile hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2001).

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

### 3.2.6.3. Rutubet kaybı

Ekmek örneklerin nem kaybı değeri depolama başlangıcında (0. gün) ve sonunda (4. gün) alınan örneklerin kurumadde miktarlarının oranlanması ile % olarak hesaplanmıştır (Correa ve Ferrero, 2015).

### 3.2.6.4. Kabuk kalınlığı

Ekmek numunelerinden 10 mm kalınlığında düzgün kesit alınarak, dijital kumpas (500-196-20, Mitutoyo, Japan) ile 3 noktasından kabuk kalınlığı ölçümü yapılmıştır (Mohd Jusod ve ark., 2009).

### 3.2.6.5. Tekstür profil analizi (TPA)

Tekstür profil analizi (TPA) için ekmekler pişirilip soğutulduktan 24 saat sonra ve 96 saat sonra analize alınmıştır. Ekmekler analize alınmadan önce 2.5 cm'lik dilimler halinde kesilerek cihazın tablasına yerleştirilmiş ve analize başlanmıştır. Ekmeklerin tekstürlerinin belirlenmesinde 30 kg'lık yük hücresine sahip TA.XT plus Texture Analyser (Texture Exponent Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) cihazı ve 36 mm çapında silindir prop kullanılmıştır. Analiz parametreleri; pretest speed (teste başlamadan önceki hız): 1mm/sn, test speed (test anındaki hız): 5 mm/sn, posttest speed (test sonrası hız): 5 mm/sn, distance (sıkıştırma mesafesi):5 mm olarak belirlenmiştir. Ekmek içine ait sertlik (hardness), elastikiyet (springiness), koheziflik (cohesiveness), çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik (resilience) değerleri belirlenmiştir.

### 3.2.6.6. Ekmekte kimyasal analizler

Ekmek örneklerinin nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat miktarları ve enerji değerleri 3.2.2.3. başlığı altında belirtilen metotlar kullanılarak belirlenmiştir.

### 3.2.6.7. Fonksiyonel özellikler

Ekmek örneklerinin toplam besinsel lif içeriği, fitik asit içeriği, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasiteleri ve mineral madde içerikleri 3.2.4. başlığı altında belirtilen metotlar kullanılarak yapılmıştır.

### **3.2.6.8. Duyusal analizler**

Ekmek örneklerinde; tat, koku, görünüş, simetri, gözenek yapısı ve genel beğeni özellikleri 15 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede 1-9 arasındaki skala (1: aşırı kötü, 5: orta, 9: aşırı iyi) kullanılmıştır (Hooda ve Jood, 2005).

### **3.2.7. Makarna üretimi**

Makarna üretiminde; 5 farklı gıda endüstrisi yan ürünü (elma, karpuz portakal, üzüm ve muz) 3 farklı dozda (% 0 – 5 – 10) durum buğdayı irmiğine ilave edilerek kullanılmıştır.

Makarna üretimi, Brennan ve Tudorica (2007) tarafından bildirilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Kontrol makarna örneği % 100 durum buğdayı irmiği kullanılarak, 100:30 irnik:su oranına göre üretilmiş, gıda endüstrisi yan ürün tozu ilaveli örneklerle eklenen su miktarı ön denemeler ile belirlenmiştir. Makarna hamurunun karıştırılması, şekillendirme ve kesme işlemleri pilot makarna ekstrüderinde (La Monferrina Dolly, Moncalieri, İtalya) ve kalem makarna kalıbı (penne rigate) kullanılarak yapılmıştır.

Kurutma işlemi ise pilot makarna kurutma ünitesinde (La Monferrina EC50, Moncalieri, İtalya) kalem makarna kurutma reçetesine (10 saat 44 dk, maksimum 58°C) göre gerçekleştirilmiştir. Kuruyan makarnalar analiz edilene kadar oda koşullarında ağzı kapalı polietilen ambalajlar içerisinde muhafaza edilmiştir.

### **3.2.8. Makarnada gerçekleştirilen analizler**

#### **3.2.8.1. Renk analizi**

Makarna örneklerinin renk değerleri 3.2.2.2.1. başlığı altında anlatılan şekilde belirlenmiştir. Makarna örneklerinin yüzeyinde beş ayrı noktada renk ölçümü yapılarak, ortalamaları alınmıştır. Renk ölçümleri pişmemiş makarnalarda gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.8.2. Makarna örneklerinde pişme ve sıklık analizleri**

##### **3.2.8.2.1. Ağırlık ve hacim artışı**

Makarna örneklerinin pişme özelliklerini belirlemek amacıyla, 20 g makarna örneği 250 ml saf su içinde ön denemelerle belirlenen sürede pişirilmiştir. Suyu süzülen pişmiş örnekler 2 dakika bekletildikten sonra tartılarak pişmiş örnek ağırlığı hesaplanmıştır. Pişmiş örnek ağırlığı değerinden, pişmemiş örnek ağırlığı çıkarılarak pişirme sonucu meydana gelen ağırlık artışı yüzde (%) olarak tespit edilmiştir. Örneklerin hacim artışı değerlerinin belirlenmesi için, pişirilip süzülen ve 2 dakika bekletilen makarna örnekleri, içerisinde 150 ml saf su bulunan 250 ml'lik ölçü silindire konularak ve taşıdığı su miktarından saptanmıştır. Pişirmede kullanılan kuru örneklerin de aynı şekilde taşıdığı su miktarı belirlenerek ve aradaki farktan hacim artışı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Oh ve ark., 1985, Özkaya ve Kahveci, 1990).

#### **3.2.8.2.2. Suya geçen madde miktarı (SGMM)**

Analiz için 25 gram makarna, 400 ml'lik bir beherde 250 ml su içinde sıcaklığı ayarlı ( $98 \pm 2$  °C) su banyosu (Nüve ST-402 Ankara, Türkiye) yardımıyla ön denemelerle belirlenen optimum pişme süresince pişirilmiştir. Pişmiş makarna örnekleri süzülerek alınmış, süzüntü suyu kurutma dolabında (Nüve FN-500, Ankara, Türkiye) 135 °C'de kurutulurken, suya geçen madde miktarı (%) hesaplanmıştır (Özkaya ve Kahveci, 1990).

#### **3.2.8.2.3. Sıklık**

Makarna örneklerinin sıklık tayininde AACC Standart Metot No: 16-50 (AACC, 2002) yöntemi esas alınarak, tekstür analiz cihazı (TA-XT plus, Stable Mikrosistemleri, İngiltere) ile gerçekleştirilmiştir. Makarnalar ön denemelerle belirlenen optimum pişme süresi boyunca pişirildikten sonra 3 adet makarna yan yana dizilmiş ve sıklık değeri (F, g) olarak tespit edilmiştir.

#### **3.2.8.3. Kimyasal analizler**

Makarna örneklerinin nem içeriklerinin belirlenmesi için 135 °C de 2.5 saat normu uygulanarak, analiz AACC' nin Standart Metotlarından Metod 44-19.01'e göre yapılmıştır (AACC, 1999).

Makarnaların kül, protein, yağ, karbonhidrat miktarları ve enerji değerleri 3.2.2.3. başlığı altında belirtilen metotlar kullanılarak belirlenmiştir.

#### **3.2.8.4. Fonksiyonel özellikler**

Makarna örneklerinin toplam besinsel lif içeriği, fitik asit içeriği, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasiteleri ve mineral madde içerikleri 3.2.4. başlığı altında belirtilen metotlar kullanılarak belirlenmiştir.

#### **3.2.8.5. Duyusal analizler**

Makarna örneklerinin duyusal değerlendirmesi, 15 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme, pişmiş makarna örneklerinde 1-9 arasındaki skalanın (1: aşırı kötü, 5: orta, 9: aşırı iyi) kullanımı ile; renk, tat, koku, görünüş, yapışkanlık ve genel beğeni parametreleri üzerinden yapılmıştır (Epler ve ark., 1998).

#### **3.2.9. İstatistiki analizler**

İstatistiki analizlerde JMP istatistik programı, 10.0 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır. Önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir. ( $p < 0.05$ ). İstatistiki analiz sonuçları tablolar halinde özetlenerek, önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Çalışmada kullanılan gıda endüstrisi yan ürün tozları, buğday irmiği ve ununa ait renk analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Hammaddelerin  $L^*$  (parlaklık) renk değerleri 47.44 ila 93.81 arasında değişmiştir. En yüksek  $L^*$  değeri buğday ununda bulunurken bunu buğday irmiği takip etmiş ve en düşük değer ise üzüm tozunda tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm yan ürün tozları buğday unu ve irmiğinden daha düşük parlaklık değerlerine sahiptir.

Hammaddelerin  $a^*$  (kırmızılık) değerleri (-1.78) – 10.90 arasında değişmektedir. Sayısal olarak en düşük  $a^*$  değeri buğday irmiğinde; en yüksek  $a^*$  değeri ise üzüm tozunda tespit edilmiştir. Kavun yan ürün tozu da istatistiki olarak ( $p>0.05$ ) buğday ununa benzer  $a^*$  değerleri vermiştir.

Sonuçlar  $b^*$  (sarılık) değeri açısından incelendiğinde ise; en düşük değer (9.89) buğday ununda bulunmuş, bunu sırasıyla nar, kavun, elma ve irmik takip etmiş, en yüksek değer (38.83) ise portakal tozunda belirlenmiştir.

Hammaddelerin doymunluk indeksi ve ton açısı değerleri sırasıyla 9.89 – 38.90 ve 68.16 – 93.25 arasında değişiklik göstermektedir. Çalışmada kullanılan tüm yan ürün tozları buğday unundan daha yüksek doymunluk indeksi değerlerine sahiptir. Kavun yan ürünü tozunun ton açısı da istatistiki olarak ( $p>0.05$ ) buğday ununa benzer değerler verirken diğer tüm yan ürün tozları buğday unu ve irmiğinden daha düşük ton açısı değerleri göstermiştir.

Alongi ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada elma posası tozunun  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini sırasıyla 77.8, 2.6 ve 22.5; Wang ve ark. (2019) ise sırasıyla 68.7, 8.5 ve 29.0 olarak bulmuşlardır.

Chakrabarty ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada karpuz kabuğu tozunun  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini 36.71, (-3.88) ve 14.50 olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar farklı karpuz türlerinin renk değerlerinin oldukça değişken olabileceğini belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada portakal kabuğu tozlarının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerlerinin farklı kurutma koşullarından etkilendiği ve değerlerin sırasıyla 78.46 – 84.84; 1.11 – 4.85 ve 21.00 – 24.49 aralığında değiştiği belirtilmiştir (Perez-Pirotto ve ark., 2022). Araştırmacılar farklı kurutma yöntemlerinin portakal kabuğunda enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Ocen ve Xu (2013),

yaptıkları çalışmada portakal yan ürünü tozunun L\*, a\* ve b\* değerini sırasıyla 77.39; 3.14 ve 19.46 olarak bulmuşlardır.

**Çizelge 4.1.** Hammaddelere ait renk değerleri<sup>1</sup>

| Yan ürün         | L*                         | a*                        | b*                        | Doygunluk İndeksi         | Ton açısı                 |
|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Un               | 93.81 ± 0.01 <sup>a</sup>  | -0.12 ± 0.04 <sup>i</sup> | 9.89 ± 0.32 <sup>i</sup>  | 9.89 ± 0.32 <sup>j</sup>  | 90.69 ± 0.22 <sup>b</sup> |
| İrmik            | 82.77 ± 0.01 <sup>b</sup>  | -1.78 ± 0.20 <sup>j</sup> | 31.31 ± 0.13 <sup>c</sup> | 31.36 ± 0.14 <sup>d</sup> | 93.25 ± 0.35 <sup>a</sup> |
| Elma             | 66.63 ± 0.03 <sup>i</sup>  | 6.69 ± 0.04 <sup>e</sup>  | 31.38 ± 0.37 <sup>c</sup> | 32.08 ± 0.38 <sup>d</sup> | 77.96 ± 0.07 <sup>h</sup> |
| Karpuz           | 76.08 ± 0.00 <sup>e</sup>  | 0.27 ± 0.23 <sup>h</sup>  | 27.39 ± 0.28 <sup>d</sup> | 27.39 ± 0.28 <sup>e</sup> | 89.44 ± 0.47 <sup>c</sup> |
| Portakal         | 80.96 ± 0.02 <sup>c</sup>  | 2.34 ± 0.10 <sup>f</sup>  | 38.83 ± 0.30 <sup>a</sup> | 38.90 ± 0.30 <sup>a</sup> | 86.55 ± 0.17 <sup>f</sup> |
| Üzüm             | 47.44 ± 0.00 <sup>m</sup>  | 10.90 ± 0.08 <sup>a</sup> | 24.73 ± 0.42 <sup>e</sup> | 27.02 ± 0.42 <sup>e</sup> | 66.22 ± 0.21 <sup>l</sup> |
| Muz              | 48.88 ± 0.04 <sup>l</sup>  | 7.47 ± 0.03 <sup>d</sup>  | 22.72 ± 0.06 <sup>f</sup> | 23.91 ± 0.07 <sup>f</sup> | 71.80 ± 0.02 <sup>j</sup> |
| Limon            | 80.31 ± 0.00 <sup>d</sup>  | 2.39 ± 0.02 <sup>f</sup>  | 22.59 ± 0.13 <sup>f</sup> | 22.71 ± 0.13 <sup>g</sup> | 83.97 ± 0.09 <sup>g</sup> |
| Soğan            | 72.23 ± 0.01 <sup>f</sup>  | 10.08 ± 0.11 <sup>b</sup> | 25.14 ± 0.03 <sup>e</sup> | 27.08 ± 0.01 <sup>e</sup> | 68.16 ± 0.23 <sup>k</sup> |
| Sarımsak         | 80.63 ± 0.01 <sup>cd</sup> | 0.34 ± 0.01 <sup>h</sup>  | 14.76 ± 0.09 <sup>g</sup> | 14.76 ± 0.09 <sup>h</sup> | 88.68 ± 0.05 <sup>d</sup> |
| Kavun            | 70.47 ± 0.01 <sup>g</sup>  | -0.23 ± 0.04 <sup>i</sup> | 33.16 ± 0.26 <sup>b</sup> | 33.16 ± 0.26 <sup>c</sup> | 90.40 ± 0.08 <sup>b</sup> |
| Patlıcan         | 63.11 ± 0.02 <sup>k</sup>  | 0.53 ± 0.02 <sup>h</sup>  | 12.27 ± 0.08 <sup>h</sup> | 12.28 ± 0.08 <sup>i</sup> | 87.55 ± 0.12 <sup>e</sup> |
| Enginar          | 65.65 ± 0.30 <sup>j</sup>  | 1.02 ± 0.01 <sup>g</sup>  | 22.73 ± 0.04 <sup>f</sup> | 22.75 ± 0.03 <sup>g</sup> | 87.43 ± 0.04 <sup>e</sup> |
| Nar              | 67.46 ± 0.01 <sup>h</sup>  | 8.47 ± 0.06 <sup>c</sup>  | 33.90 ± 0.38 <sup>b</sup> | 34.94 ± 0.38 <sup>b</sup> | 75.97 ± 0.06 <sup>i</sup> |
| Minimum-Maksimum | 47.44 – 93.81              | -1.78 – 10.90             | 9.89 – 38.83              | 9.89 – 38.90              | 68.16 – 93.25             |
| Ortalama±std     | 71.17 ± 12.57              | 3.45 ± 4.23               | 25.05 ± 8.32              | 25.59 ± 8.46              | 81.72 ± 8.81              |

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p < 0.05$ ).

Farklı oranlarda üzüm posası tozu ilaveli yaş makarna üretmişlerdir. Yaş makarnaların renk değerleri incelendiğinde üzüm posası tozu ilavesi arttıkça L\* ve b\* değerinin azaldığı; a\* değerinin ise arttığı görülmüştür. Pişirme işleminin aynı oranda üzüm tozu ilaveli yaş makarnaların renk değerleri üzerine etkisi incelendiğinde ise; L\* ve b\* değerinin önemli ölçüde düştüğü ancak a\* değerine anlamlı bir etki etmediği ( $p > 0.05$ ) belirlenmiştir (Sant'Anna ve ark., 2014). Farklı oranlarda üzüm posası tozu ilaveli kek üretiminde üzüm posası tozu ilavesi arttıkça L\* ve a\* renk değerlerinin azaldığı b\* değerinin arttığı belirtilmiştir (Nakov ve ark., 2020).

Muz kabuğu tozunun hamura ilavesi ile L\*, a\*, b\* renk değerlerinin sırasıyla 29.57 – 35.50; 3.11- 3.43 ve 7.45 – 9.65 aralığında değiştiği, muz kabuğu tozu ilavesi arttıkça hamurların L\*ve b\* renk değerlerinin düştüğü; a\* renk değerinin ise arttığı belirtilmiştir. % 0 muz kabuğu tozu ilaveli kontrol grubuyla kıyaslandığında ise muz kabuğu tozu ilavesinin bütün renk değerlerinde anlamlı düşüşlere ( $p < 0.05$ ) neden olduğu belirlenmiştir (Kurhade ve ark., 2015).

Farklı kurutma yöntemleri ve sıcaklıklarının (hava kurutma, infrared kurutma, mikrodalga kurutma, hava ve mikrodalga kurutma) limon yan ürünü tozlarına etkisinin incelendiği bir çalışmada kurutulmuş yan ürün tozlarının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri sırasıyla; 30.30 – 54.02; 4.03 – 11.95; 7.61 – 11.84 aralığında bulunmuştur. Yaş limon yan ürünü  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri ise sırasıyla; 43.78; 4.13 ve 12.72 olarak ölçülmüştür. Yaş ve kurutulmuş ürünler kıyaslandığında kurutma prosesinin örneklerin  $a^*$  ve  $b^*$  değerini artırdığı belirlenmiştir.  $b^*$  değerindeki düşüş daha az sarılık anlamına gelmekte olup; araştırmacılar bunun sıcaklıkla karotenoid pigmentlerinin ayrışmasından ve esmerleşme reaksiyonu yan ürünlerinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (M'hiri ve ark., 2020). Lario ve ark., (2004) yaptıkları çalışmada kurutulmuş limon kabuklarının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini sırasıyla 46.83 – 64.91; 4.47 – 7.50 ve 1761 – 25.89 aralığında bulmuşlardır.

Soğan kabuğu tozunun ekmek üretiminde kullanıldığı bir çalışmada  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri kontrol grubu örneklerle kıyaslandığında;  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azaldığı;  $a^*$  değerinin ise arttığı belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre daha koyu renkli olan ekmeklerin tüketici beğenisi bakımından daha düşük skorlar aldığı belirtilmiştir (Bedrníček ve ark., 2020).

Farklı oranlarda kavun kabuğu tozu ilavesiyle üretilen keklerin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri kontrol ile kıyaslandığında ilave edilen ürün miktarı arttıkça kabukta  $L^*$  ve  $b^*$  değerinin arttığı,  $a^*$  değerinin ise düştüğü belirlenmiştir (Al-Sayed ve Ahmed, 2013).

Farklı gamlarla (maltodekstrin, gam arabik, maltodekstrin-gam arabik karışımı), farklı sıcaklıklarda (140 – 170 °C) enkapsüle edilen patlıcan kabuğu tozlarının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri sırasıyla 22.38 – 34.61; 6.17 – 10.66 ve 1.05 – 31.67 arasında bulunmuştur. Gam arabik kullanıldığında ürünlerin sarıdan kırmızıya doğru kaydığı ve daha koyu renkli olduğu; gam arabik kullanımının ürünün doğal ve spesifik renk özelliklerini değiştirdiği belirlenmiştir (Sarabandi ve ark., 2019).

Enginar yaprağı tozu üzerine yapılan bir çalışmada örneklerin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri sırasıyla 77.67, (-6,01) ve 26.12 olarak bulunmuştur (Umana ve ark., 2021).

Çeşitli oranlarda (% 0.5, 1.0 ve 1.5) nar kabuğu ekstraktı ilave edilen keklerin renk değerleri incelendiğinde; ilave edilen ekstrakt miktarı arttıkça kek kabuklarının renk değerlerinin azaldığı ve kek içinde ise;  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri azalırken,  $a^*$  değerinin ise arttığı belirlenmiştir. Nar kabuklarının içeriğindeki antosiyanin renk pigmentlerinin bu sonucun elde edilmesinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Mirab ve ark., 2020).

Hammadde örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Hammadde örneklerinin nem içerikleri % 6.86 ila 9.73 arasında değişmekte olup ortalama  $9.00 \pm 0.78$  olarak bulunmuştur. Örneklerin birbirinden oldukça farklı başlangıç nem içeriklerinin örneklerin kurutma sonrası nem içeriğini etkilediği düşünülmektedir.

Farklı özelliklerdeki hammaddelerin kül içerikleri % 0.60 – 17.95 arasında değişmektedir. En düşük kül içeriği buğday unu ve irmiğinde görülürken aralarında anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ). En yüksek kül içeriği muz kabuğu tozunda görülmüştür. Yaptığımız çalışmada elma posasının kül içeriği % 1.71 olarak tespit edilmiş olup, literatürdeki çalışmalarda elma posasının kül içeriği % 0.50 – 1.68 arasında; elma posasının kül içeriği ise % 0.56 ila 1.88 arasında rapor edilmiştir. Araştırmacılar elma cinsinin kül içeriği üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir (Sudha ve ark., 2007; Leyva-Corral ve ark. 2016; Figuerola ve ark., 2005). Çalışmada kullanılan karpuz kabuğu tozunun kül içeriği % 11.77 bulunmuş olup; farklı karpuz türleri ile yapılan çalışmalarda karpuz kabuğu tozlarının kül içeriği % 11.33 – 15.14 arasında tespit edilmiştir (Chakrabarty ve ark., 2020; Al-Sayed ve Ahmed, 2013). Turunçgil yan ürünlerinin incelendiği bir çalışmada örneklerin kül içeriğinin % 2.55 ila 13.22 arasında değiştiği belirtilmiştir (Marin ve ark., 2007). Çalışmada portakal ve limon yan ürünü tozlarının kül içeriği sırasıyla % 2.85 ve % 5.13 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Literatürde yapılan diğer çalışmalarda portakal posasının kül içeriği % 1.60; portakal yan ürünlerinin kül içeriği % 5.15 olarak bulunmuştur (O'Shea ve ark. 2015; Ververi ve Goula 2019; Figuerola ve ark. 2005). Yapılan çalışmalarda üzüm posası tozunun kül içeriği % 2 – 7 arasında değiştiği rapor edilirken (Kandylis ve ark., 2021), mevcut çalışmada üzüm posası tozunun kül miktarı % 4.34 olarak belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Beres ve ark. (2019) ve Nakov ve ark.(2020) tarafından da rapor edilmiştir. Çalışmada kullanılan muz kabuğunun kül içeriği % 17.95 olarak bulunmuş olup, literatürde rapor edilen değerlerin % 8.74 ila % 22.2 arasında değiştiği görülmektedir (Eshak, 2016; Kurhade ve ark., 2016).

Çizelge 4.2. Hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları<sup>1</sup>

| Yan ürün         | Nem (%)                   | Kül (% KM)                | Protein (% KM)             | Yağ (% KM)                 | Karbonhidrat (% KM)        | Enerji (kkal)               |
|------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Un               | 9.73 ± 0.04 <sup>a</sup>  | 0.63 ± 0.03 <sup>k</sup>  | 11.17 ± 0.11 <sup>c</sup>  | 1.10 ± 0.14 <sup>e</sup>   | 77.38 ± 0.26 <sup>b</sup>  | 364.08 ± 0.68 <sup>bc</sup> |
| İrmik            | 9.70 ± 0.03 <sup>a</sup>  | 0.60 ± 0.04 <sup>k</sup>  | 13.17 ± 0.00 <sup>b</sup>  | 0.66 ± 0.02 <sup>f</sup>   | 75.88 ± 0.08 <sup>bc</sup> | 362.10 ± 0.15 <sup>bc</sup> |
| Elma             | 6.86 ± 0.21 <sup>c</sup>  | 1.71 ± 0.02 <sup>j</sup>  | 5.56 ± 0.18 <sup>g</sup>   | 2.57 ± 0.03 <sup>cd</sup>  | 83.31 ± 0.02 <sup>a</sup>  | 378.59 ± 1.07 <sup>a</sup>  |
| Karpuz           | 9.06 ± 0.81 <sup>ab</sup> | 11.77 ± 0.00 <sup>b</sup> | 18.16 ± 0.06 <sup>a</sup>  | 3.04 ± 0.01 <sup>a</sup>   | 57.98 ± 0.86 <sup>h</sup>  | 331.88 ± 3.30 <sup>f</sup>  |
| Portakal         | 9.25 ± 0.09 <sup>ab</sup> | 2.85 ± 0.02 <sup>i</sup>  | 8.01 ± 0.18 <sup>f</sup>   | 2.64 ± 0.07 <sup>bcd</sup> | 77.25 ± 0.32 <sup>b</sup>  | 364.81 ± 0.08 <sup>bc</sup> |
| Üzüm             | 8.66 ± 0.11 <sup>ab</sup> | 4.34 ± 0.02 <sup>g</sup>  | 13.26 ± 0.06 <sup>b</sup>  | 2.51 ± 0.06 <sup>d</sup>   | 71.24 ± 0.14 <sup>de</sup> | 360.57 ± 0.82 <sup>c</sup>  |
| Muz              | 9.58 ± 0.29 <sup>ab</sup> | 17.95 ± 0.15 <sup>a</sup> | 10.51 ± 0.25 <sup>cd</sup> | 2.80 ± 0.06 <sup>abc</sup> | 59.18 ± 0.75 <sup>h</sup>  | 303.90 ± 1.44 <sup>g</sup>  |
| Limon            | 9.60 ± 0.06 <sup>ab</sup> | 5.13 ± 0.01 <sup>f</sup>  | 6.04 ± 0.37 <sup>g</sup>   | 2.76 ± 0.03 <sup>bcd</sup> | 76.48 ± 0.34 <sup>b</sup>  | 354.92 ± 0.37 <sup>d</sup>  |
| Soğan            | 9.52 ± 0.21 <sup>ab</sup> | 5.29 ± 0.04 <sup>ef</sup> | 9.89 ± 0.13 <sup>de</sup>  | 2.84 ± 0.06 <sup>ab</sup>  | 72.47 ± 0.11 <sup>d</sup>  | 354.98 ± 0.42 <sup>d</sup>  |
| Sarımsak         | 8.60 ± 0.28 <sup>ab</sup> | 8.01 ± 0.10 <sup>c</sup>  | 6.22 ± 0.12 <sup>g</sup>   | 2.83 ± 0.03 <sup>ab</sup>  | 74.35 ± 0.28 <sup>c</sup>  | 347.71 ± 0.88 <sup>e</sup>  |
| Kavun            | 8.62 ± 0.09 <sup>ab</sup> | 8.00 ± 0.05 <sup>c</sup>  | 10.11 ± 0.43 <sup>d</sup>  | 3.04 ± 0.01 <sup>a</sup>   | 70.25 ± 0.40 <sup>ef</sup> | 348.76 ± 0.24 <sup>e</sup>  |
| Patlıcan         | 9.15 ± 0.56 <sup>ab</sup> | 5.54 ± 0.02 <sup>e</sup>  | 13.70 ± 0.06 <sup>b</sup>  | 2.74 ± 0.07 <sup>bcd</sup> | 68.89 ± 0.57 <sup>fg</sup> | 354.98 ± 2.67 <sup>d</sup>  |
| Enginar          | 9.31 ± 0.25 <sup>ab</sup> | 6.45 ± 0.15 <sup>d</sup>  | 13.52 ± 0.44 <sup>b</sup>  | 2.76 ± 0.07 <sup>bcd</sup> | 67.97 ± 0.61 <sup>g</sup>  | 350.80 ± 0.04 <sup>de</sup> |
| Nar              | 8.40 ± 0.07 <sup>b</sup>  | 3.49 ± 0.12 <sup>h</sup>  | 8.93 ± 0.37 <sup>ef</sup>  | 2.88 ± 0.04 <sup>ab</sup>  | 76.31 ± 0.61 <sup>b</sup>  | 366.86 ± 0.55 <sup>b</sup>  |
| Minimum-maksimum | 6.86 – 9.73               | 0.60 – 17.95              | 5.56 – 18.16               | 0.66 – 3.04                | 57.98 – 83.31              | 303.90 – 378.59             |
| Ortalama±std     | 9.00 ± 0.78               | 5.84 ± 4.56               | 10.59 ± 3.50               | 2.51 ± 0.70                | 72.06 ± 6.86               | 353.21 ± 17.60              |

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Soğan yan ürünlerinin kül içeriği % 5.19 olarak bulunmuş olup (Çizelge 4.2), Benitez ve ark. (2011), tarafından rapor edilen değerler ile uyuşmaktadır (% 4.4 – 8.6). Sarımsak kabuğunun kül içeriği % 8.01 olarak bulunmuş olup bu değer Kallel ve ark. (2014)'nın bulduğu değerlerden (% 16.65) oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Literatürlerde rapor edilen çalışmalarda enginar yaprağı tozunun kül içeriği % 1.37 – 5.40 arasında görülürken çalışmada % 6.45 olarak bulunmuştur (Umana ve ark. 2021; Gostin ve Waisundara, 2019).

Kullanılan hammaddelerin protein içerikleri Çizelge 4.2'de verilmiş olup sonuçların % 5.56 – 18.16 arasında değiştiği görülmüştür. Çalışmada elma posasının protein içeriği % 5.56 olarak bulunmuş olup bu değer literatürdeki diğer sonuçlardan yüksek olduğu belirlenmiştir (Sudha ve ark., 2007; Leyva-Coral ve ark., 2016; Figuerola ve ark., 2005). Sonuçlar arasındaki değişimlerin farklı elma çeşitlerinin kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan karpuz kabuğunun protein içeriği % 18.16 olarak bulunmuştur. Önce yapılan çalışmalarda da karpuz kabuğu tozlarının protein içeriklerinin % 11.17 ile 19.74 arasında değiştiği görülmüştür (Al-Sayed ve Ahmed, 2013; Adegunwa ve ark., 2019; Naknaen ve ark., 2016; Chakrabarty ve ark., 2020). Mevcut çalışmada portakal ve limon yan ürünü tozlarının protein içeriği sırasıyla % 8.01 ve % 6.04 olarak bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada turuncgil yan ürünlerinin protein içerikleri % 6.55 – 12.51 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Marin ve ark., 2007). Bir başka çalışmada farklı portakal yan ürünlerinin protein içeriklerinin % 2.37 – 18.86 arasında değiştiği görülürken (O'Shea ve ark. 2015; Ververi ve Goula 2019; Figuerola ve ark. 2005); farklı portakal çeşitlerinin, farklı proseslere tabii tutulmuş rezidülerin kullanılmış olmasının çalışma sonuçları arasındaki farklılıklara neden olduğu düşünülmektedir. Genellikle şarap ve sirke üretimi gibi alanlarda kullanımı yaygın olan üzümün Dünya genelinde yüzlerce çeşidinin olduğu bilinmektedir. Çalışmada kullanılan üzüm posası tozunun protein içeriği % 13.26 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda farklı üzüm çeşitlerine ait posalar incelenmiş ve örneklerin protein içeriklerinin % 5.00 – 15.48 arasında değiştiği görülmüştür (Bender ve ark., 2020; Kandylis ve ark., 2021; Nakov ve ark., 2020). Çalışmada kullanılan muz kabuğunun protein içeriğinin (% 10.51) daha önce Kurhade ve ark. (2016) ve Eshak (2016) tarafından yapılan çalışmalarda bulunan değerlere benzer olduğu görülmüştür. Soğan yan ürünlerinin protein içeriğinin % 8.3 ila 15.6 arasında değiştiği (Benítez ve ark., 2011) ve çalışma sonucunun (% 9.89) literatürlerce desteklendiği görülmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda farklı ürünlerin protein içerikleri şöyle rapor edilmiştir;

sarımsak kabuğu tozu % 8.43 (Kallel ve ark., 2014); enginar yaprağı tozu % 14.88 (Umana ve ark., 2021); kavun kabuğu tozu % 6.2 (Mallek-Ayadi ve ark., 2017). Çalışmada bulduğumuz sonuçlar literatür sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Hammaddelerin yağ içerikleri incelendiğinde ise sonuçların % 0.66 ila 3.04 arasında değiştiği görülmüş olup ortalama %  $2.51 \pm 0.70$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2). En yüksek yağ içeriği kavun ve karpuz yan ürün tozunda elde edilirken, bunu sırasıyla nar, soğan, sarımsak ve muz takip etmiş, en düşük değer ise; buğday irmiğinde tespit edilmiştir. Farklı gıda endüstrisi yan ürünlerinin yağ içerikleri incelendiğinde elma posasının % 1.57 – 4.46 (Figuerola ve ark., 2005; Sudha ve ark., 2007); portakal yan ürünlerinin % 2.27 – 8.41 (O'Shea ve ark., 2015; Ververi ve Goula, 2019; Figuerola ve ark., 2005); üzüm posasının % 1.00 – 14.95 (Beres ve ark., 2019; Kandyli ve ark., 2021); muz kabuğunun % 2.09 – 4.54 (Eshak, 2016; Kurhade ve ark., 2016); kavun kabuğunun % 0.1 – 6.21 (Gondim ve ark., 2005; Mallek-Ayadi ve ark., 2017); kavun çekirdeklerinin % 12.6 – 37.17 (Morais ve ark., 2017; Mehra ve ark., 2015); turunçgil yan ürünlerinin % 0.52 – 4.00 (Marin ve ark., 2007) ve enginar yaprağının % 2.76 – 3.80 (Umana ve ark., 2021; Gostin ve Waisundara, 2019) arasında yağ içerdiği rapor edilmiştir.

Çalışmada kullanılan hammadde tozlarının karbonhidrat içerikleri % 57.98 ila 83.31 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). En yüksek karbonhidrat içeriği elma posasında görülürken en düşük değer karpuz kabuğunda bulunmuştur. Karbonhidrat içeriği elde edildiği örneğin çeşidine ve elde ediliş yöntemine göre farklılıklar göstermektedir. Yapılan çalışmalarda elma posasının % 1.27 – 28.9 (Figuerola ve ark., 2005); karpuz kabuğunun % 56.02 – 78.70 (Al-Sayed ve Ahmed, 2013; Naknaen ve ark., 2016); kavun kabuğunun % 48.67 – 84.81 (Al-Sayed ve Ahmed, 2013; Gómez-García ve ark., 2021); portakal yan ürünlerinin % 52.27 – 80.32 (Ververi ve Goula, 2019; Ocen ve Xueming 2013); muz kabuğunun % 46.93 – 77.40 (Kurhade ve ark., 2016; Eshak, 2016); üzüm posasının % 29.64 – 59.02 (Beres ve ark., 2019; Nakov ve ark., 2020); enginar yaprağı tozunun % 78.47 (Umana ve ark., 2021); sarımsak kabuğunun % 70.54 (Kallel ve ark., 2014); karbonhidrat içerdiği belirtilmiştir.

Hammaddeler enerji değeri bakımından incelendiğinde ise; en yüksek enerji değeri (378.59 kcal) elma posası tozunda; en düşük değer ise (303.90 kcal) muz kabuğu tozunda ölçülmüştür. Hammaddelerin ortalama enerji değeri  $353.21 \pm 17.60$  kcal olarak bulunmuştur. Elmayı sırasıyla; nar, portakal, buğday unu, buğday irmiği, üzüm, limon, soğan, patlıcan, enginar, sarımsak, kavun, karpuz ve muz izlemiştir (Çizelge 4.2). Farklı

üzüm çeşitlerine ait posaların kimyasal bileşimleri incelendiğinde enerji değerlerinin 57.00 ila 69.00 kkal arasında olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2023). Patlıcanın kimyasal içeriği incelendiğinde % 0.98 protein; % 0.18 yağ; % 5.88 karbonhidrat içerdiği görülmüş olup kalori değeri 25.0 kkal olarak bulunmuştur (Anonim, 2023). Enginar çiçeklerinin kimyasal içeriği araştırıldığında nem içeriği % 75.7 – 80 arasında, enerji değerlerinin ise 75.53 – 93.50 kkal arasında olduğu rapor edilmiştir (Gostin ve Waisundara, 2019).

Su tutma kapasitesi 1 gr kurutulmuş örneğin uygun sıcaklık, süre ve gerekli mekanik kuvvetler altında tuttuğu su miktarıdır. Su tutma kapasitesi sıklıkla çözünür diyet liflerinin jel oluşturan viskoz yapıları ile paralel olarak önem kazanan bir parametredir. Su tutma kapasitesi aynı zamanda liflerin gıda maddesi olarak kullanılabilirliğinin de bir göstergesidir. Yüksek su tutma kapasitesine sahip ürünler ilave edildikleri gıdanın viskozitesi artırır ve tekstürel yapısında modifikasyonlara neden olurlar (Elleuch ve ark., 2011). Diyet liflerinin su tutma kapasiteleri içerdikleri çözünmez diyet lifi içeriğiyle ilişkilidir. Çünkü su yüzey gerilimi kuvveti yüzünden lifin kılcal yapısı tarafından tutulur. Ayrıca polar grupların, üronik asit gruplarının ve daha geniş yüzey alanının varlığı şişme kapasitesinin artmasına neden olur (Cepeda ve Collado, 2014). Çalışmada kullanılan hammadde örneklerinin su tutma kapasiteleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Örneklerin su tutma kapasiteleri 1.15 – 7.63 g su/g arasında değişirken; ortalamaları  $4.01 \pm 2.01$  g su/g olarak bulunmuştur. Gıda endüstrisi yan ürün tozlarının su tutma kapasitesi birbirine yakın çıkarken ( $p > 0.05$ ) en düşük değerler buğday irmiği (1.28 g su/g) ve buğday ununda (1.15 g su/g) görülmüş olup örnekler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Yapılan çalışmalarda buğday ununun su tutma kapasitesinin % 57.5 ila % 85 arasında değiştiği ve buğday çeşidinin su kaldırma kapasitesi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Shad ve ark., 2013; Siddiq ve ark., 2009; Amjid ve ark., 2013; Indrani ve Rao, 2007; Hruskova ve ark., 2006). Yüksek diyet lifi içeriği (35 – 89.8 g /100 g KM) ile dikkat çeken elma posasının su tutma kapasitesinin 1.62 – 1.87 g su/g arasında değiştiği rapor edilmiştir (Zlatanović ve ark., 2019; Figuerola ve ark., 2005). Aynı çalışmada araştırmacılar portakal ve limon lifi ekstraktlarının toplam diyet lifi içeriğini sırasıyla 64.3 g/100 g ve 68.3 g/100 g olarak bulmuşlar ve bu örneklerin su tutma kapasitelerini ise sırasıyla 1.65 g su/g ve 1.74 g su/g olarak rapor etmişlerdir (Figuerola ve ark., 2005). Sudha ve ark.(2007), yaptıkları çalışmada ise elma posasının su tutma kapasitesini 8.39 g su/g olarak bulmuşlardır. Ocen ve Xu (2013), turunçgil yan ürünlerinin su tutma kapasitesi üzerine yaptıkları

çalışmada; diyet liflerinin partikül büyüklüğü arttıkça su tutma kapasitelerinin de arttığını belirlemişlerdir. Al-Sayed ve Ahmed (2013), kavun ve karpuz kabuklarının su tutma kapasitelerini sırasıyla % 7.13 ve % 7.7 olarak bulmuşlardır. Çalışmada karpuz kabuğunun diyet lifi içeriği % 17.28 olarak bulunurken kavun kabuğunda bu değer % 29.59 olarak bulunmuştur. % 0, 5 ve 10 muz kabuğu ilavesiyle ekmek üretimi yapan Eshak (2016), örneklerin su tutma kapasitesinin muz kabuğu ilavesi arttıkça arttığını belirtmiştir. Kurhade ve ark., (2016) ise farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 15, 20) muz kabuğu tozu ilavesiyle ürettikleri ekmeklerin su absorpsiyon kapasitesinin yan ürün tozu oranı arttıkça arttığını belirtmişlerdir. Soğan ezmesi, soğan küspesi ve soğan püresinin su tutma kapasiteleri sırasıyla 4.0 ml/g; 6.7 ml/g ve 3.7 ml/g olarak bulunurken (Benítez ve ark., 2011); soğan yan ürünlerinden hazırlanan lif konsantrelerinin su tutma kapasiteleri ise 7.9 ila 10.0 ml/g arasında bulunmuştur (Benítez ve ark., 2017).

**Çizelge 4.3.** Hammaddelere ait teknofonksiyonel özellikler ve titrasyon asitliği sonuçları<sup>1</sup>

| Yan ürün         | Su tutma kapasitesi (g su/g) | Yağ tutma kapasitesi (g yağ/g) | Emülsiyon kapasitesi (%)    | Titrasyon asitliği (%)     |
|------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Un               | 1.15 ± 0.25 <sup>h</sup>     | 1.49 ± 0.02 <sup>e</sup>       | 45.33 ± 1.26 <sup>fg</sup>  | 0.034 ± 0.00 <sup>i</sup>  |
| İrmik            | 1.28 ± 0.09 <sup>h</sup>     | 1.42 ± 0.06 <sup>e</sup>       | 56.35 ± 1.63 <sup>bc</sup>  | 0.017 ± 0.00 <sup>i</sup>  |
| Elma             | 3.54 ± 1.68 <sup>defg</sup>  | 1.61 ± 0.07 <sup>e</sup>       | 49.50 ± 0.71 <sup>def</sup> | 0.193 ± 0.00 <sup>d</sup>  |
| Karpuz           | 4.24 ± 0.81 <sup>cdef</sup>  | 1.89 ± 0.14 <sup>de</sup>      | 46.10 ± 1.56 <sup>efg</sup> | 0.232 ± 0.01 <sup>c</sup>  |
| Portakal         | 2.98 ± 0.49 <sup>efgh</sup>  | 1.93 ± 0.03 <sup>de</sup>      | 46.62 ± 1.58 <sup>ef</sup>  | 0.197 ± 0.01 <sup>d</sup>  |
| Üzüm             | 1.66 ± 0.15 <sup>gh</sup>    | 1.42 ± 0.01 <sup>e</sup>       | 49.50 ± 0.71 <sup>def</sup> | 0.144 ± 0.01 <sup>ef</sup> |
| Muz              | 4.17 ± 0.71 <sup>cdef</sup>  | 1.57 ± 0.02 <sup>e</sup>       | 60.36 ± 1.19 <sup>b</sup>   | 0.161 ± 0.00 <sup>e</sup>  |
| Limon            | 5.05 ± 0.40 <sup>bcd</sup>   | 1.69 ± 0.08 <sup>e</sup>       | 42.05 ± 0.24 <sup>g</sup>   | 0.558 ± 0.02 <sup>a</sup>  |
| Soğan            | 4.21 ± 0.42 <sup>cdef</sup>  | 3.28 ± 0.11 <sup>c</sup>       | 50.55 ± 0.78 <sup>de</sup>  | 0.204 ± 0.01 <sup>d</sup>  |
| Sarımsak         | 6.66 ± 0.33 <sup>ab</sup>    | 4.10 ± 0.12 <sup>b</sup>       | 49.52 ± 0.96 <sup>def</sup> | 0.114 ± 0.01 <sup>g</sup>  |
| Kavun            | 5.55 ± 0.05 <sup>abcd</sup>  | 1.63 ± 0.03 <sup>e</sup>       | 52.99 ± 0.86 <sup>cd</sup>  | 0.158 ± 0.00 <sup>ef</sup> |
| Patlıcan         | 7.63 ± 0.18 <sup>a</sup>     | 14.22 ± 0.05 <sup>a</sup>      | 100.00 ± 0.00 <sup>a</sup>  | 0.073 ± 0.00 <sup>h</sup>  |
| Enginar          | 5.67 ± 0.31 <sup>abc</sup>   | 2.50 ± 0.57 <sup>d</sup>       | 53.22 ± 1.25 <sup>cd</sup>  | 0.134 ± 0.01 <sup>fg</sup> |
| Nar              | 2.32 ± 0.40 <sup>fgh</sup>   | 1.91 ± 0.14 <sup>de</sup>      | 45.39 ± 1.34 <sup>fg</sup>  | 0.471 ± 0.02 <sup>b</sup>  |
| Minimum-Maksimum | 1.15 – 7.63                  | 1.42 – 14.22                   | 42.05 – 100.00              | 0.017 – 0.558              |
| Ortalama±std     | 4.01 ± 2.01                  | 2.90 ± 3.29                    | 53.39 ± 14.01               | 0.192 ± 0.15               |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p < 0.05$ ).

Mevcut çalışmadaki soğanın su tutma kapasitesi değerinin (4.21 g su/g) literatürdeki çalışmalarla desteklendiği görülmüştür. Yüksek oranda pektin içerdiği belirlenen patlıcan kabuğunun su tutma kapasitesinin 6.22 g/g (Kazemi ve ark., 2019); mikroenkapsüle patlıcan kabuğu ekstratlarının su tutma kapasitelerinin ise % 14.91 – 20.2 arasında bulunduğu rapor edilmiştir (Sarabandi ve ark., 2019). Literatürdeki

değerler mevcut çalışmadaki patlıcan kabuğunun su tutma kapasitesi değeri (7.63 g su/g) ile örtüşmektedir (Çizelge 4.3). Su tutma kapasitesinin pektinin kimyasal yapısı, kompozisyonu ve porozitesi, pH, sıcaklık ve iyonik güç gibi parametrelerden etkilendiği belirlenmiştir (Elleuch ve ark. 2011).

Yağ tutma kapasitesi 1 gram örneğin homojenizasyon, inkübasyon ve santrifüj işlemlerinin ardından bünyesinde tutabildiği yağ miktarıdır. Yağ tutma kapasitesi maddelerin hidrofilik yapısı, bileşenlerinin orijini ve elektriksel yük yoğunluğu ve porozite ile ilgilidir (Elleuch ve ark., 2011). Yağ tutma kapasitesi pektik poliasakaritler ve liflerin emülsiyon ve stabilizasyon özelliklerini etkiler. Diyet liflerinin yağ tutma kapasiteleri toplam yük yoğunluğu, hidrofobiklik, yüzey özellikleri ve işlem koşulları gibi parametrelerle doğrudan ilgilidir. Genellikle sebze diyet liflerinin yağ tutma kapasiteleri meyve diyet liflerinden yüksektir. Çok ince öğütülme çözünmez diyet lifinin bal peteği yapısını bozduğu için diyet lifinin yağ tutma kapasitesinin düşmesine neden olur (Khan ve ark., 2018; Matsuhira ve ark., 2006). Diyet liflerinin yağ tutma kapasiteleri hidrofilik karakterleriyle alakalı olup; yüksek yağ tutma kapasitesine sahip diyet lifleri emülgatör olarak kullanılabilir. Yağ tutma kapasitesi ayrıca yığın yoğunluğuna bağlıdır. Yüksek yoğunluklu materyaller genellikle daha küçük yüzey alanına ve daha düşük yağ bileşenleri bağlama kapasitesine sahiptirler (Griguelmo-Miguel ve ark., 1999). Çözünür olmayan diyet liflerinin yağ tutma kapasitesi genellikle çözünür diyet liflerinden daha yüksektir (Dalgetty ve Baik, 2003). Çalışmada kullanılan hammaddelerin yağ tutma kapasitesi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. En yüksek yağ tutma kapasitesi patlıcan kabuğu tozunda (% 14.22 g yağ/g) bulunurken, bunu sırasıyla sarımsak kabuğu tozu (% 4.10 g yağ/g) ve soğan kabuğu tozu (% 3.28 g yağ/g) izlemiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda buğday ununun yağ tutma kapasitesi % 72.50- 75 arasında ve 2.15g yağ /g olarak rapor edilmiştir (Shad ve ark., 2013; Siddiq ve ark., 2009; Ertaş, 2021) Farklı elma, limon ve greyfurt türlerinden elde edilen lif konsantrelerinin yağ tutma kapasitesi sırasıyla 0.60 – 1.45 g yağ/g; 1.30 – 1.48 g yağ/g ve 1.20 – 1.52 g yağ/g arasında bulunmuştur (Figuerola ve ark., 2005). Yapılan bir başka çalışmada ise kurutulmuş elma posasının yağ tutma kapasitesi 4.3 g yağ/g olarak tespit edilmiştir (Llavata ve ark., 2022). Partikül büyüklüğünün turuncgil yan ürünlerinin yağ tutma kapasitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek yağ tutma kapasitesi (1.42 g yağ/g) <0.177 mm partikül boyutundaki örneklerde görülürken en düşük yağ tutma kapasitesinin (1.23 g yağ/g) >0.250 mm partikül büyüklüğündeki örneklerde olduğu belirlenmiştir (Ocen ve Xu, 2013). Yapılan bir başka çalışmada ise

portakal yan ürünlerinin yağ tutma kapasitesi 3.12 ile 3.41 g yağ/g örnek arasında bulunmuştur (Perez-Pirotto ve ark., 2022). Ekmeğe muz kabuğu tozu ilavesinin ekmeklerin yağ tutma kapasitesini artırdığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Eshak, 2016). Benítez ve ark. (2017), soğan yan ürünlerinden hazırlanan lif konsantrelerinin yağ tutma kapasitelerini 5.0 ila 7.4 g/ml arasında bulmuşlardır. Yapılan bir başka çalışmada kavun ve karpuz kabuklarının yağ tutma kapasiteleri 1.65 g yağ/g ve 2.24 g yağ/g olarak bulunmuştur (Al-Sayed ve Ahmed, 2013). 1 g patlıcan kabuğu pektininin 2.12 g yağ tutma kapasitesine sahip olduğu ve bu oranın antep fıstığı zarından elde edilen pektinin yağ tutma kapasitesinden oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir (Kazemi ve ark., 2019).

Emülsiyon kapasitesi 1 g proteinin emülsifiye edebileceği yağ miktarı olarak tanımlanır (Bjelak, 2020). Hammaddelerin emülsiyon aktiviteleri Çizelge 4.3'de verilmiş olup değerler % 42.05 – 100.00 arasında bulunmuştur. En yüksek emülsiyon aktivitesi değeri patlıcan kabuğu tozunda görülmüştür. Kazemi ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada patlıcan yan ürünleri pektini ve patlıcan kabuğu pektininin 24 °C'taki emülsiyon aktivitesi sırasıyla % 57.16 ve % 50.85 olarak bulunmuştur. Mısır unu, buğday unu ve 1:1 buğday unu – mısır unu karışımının emülsiyon aktivitesi incelendiğinde sonuçlar sırasıyla; % 20.05; % 6.50 ve % 10.45 olarak bulunmuştur (Shad ve ark.,2013). Siddiq ve ark. (2009) buğday ununun emülsiyon kapasitesini % 50.0 olarak bulurken; buğday ununa yağsız mısır endospermi ununun ilavesinin emülsiyon kapasitesini artırdığını belirlemişlerdir. Nawaz ve ark (2021), yaygın kullanım alanına sahip tahıl ve baklagil unlarının karışımlarının emülsiyon aktivitesine etkilerini farklı yağlar (hindistan cevizi kanola, mısırözü, kolza ayçiçek) kullanarak araştırmışlardır. Buğday ununun emülsiyon aktivitesi % 4.37 ila % 18.79; rafine buğday ununun emülsiyon aktivitesi % 7.27 ila % 25.46 arasında değişirken en yüksek ve en düşük değerler her iki örnek için de sırasıyla mısırözü yağı ve hindistancevizi yağında görülmüştür. Buğday ve rafine buğday ununa nohut unu ve mısır unu ilavesinin örneklerin emülsiyon aktivitesini artırdığı rapor edilmiştir. Gedik (2016), kırmızı ve yeşil mercimek liflerinin emülsiyon aktivitelerini araştırdığı bir çalışmada çözünür diyet liflerinin emülsiyon oluşturma kapasiteleri çözünür olmayan diyet liflerine göre daha yüksek bulmuştur. Literatür araştırmalarında genel olarak diyet liflerinin emülsifiye edici özellikleri anlatılırken yüzdesel kapasite değerlerinin belirtilmediği görülmüştür (Borderias ve ark, 2005; Elleuch ve ark, 2011). Diyet lifinin tuttuğu yağ ve protein arasında gerçekleşen matriks emülsiye ürünlerde tekstürün geliştirilmesini

katkıda bulunur. Bu nedenle diyet liflerinin özellikle emülsiyon et ürünlerinde yağ ikamesi olarak kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Araujo-Chapa ve ark., 2023; Crizel ve ark., 2013).

Nohut ve soya gibi baklagiller buğdaydan daha yüksek emülsiyon aktivitesi ve stabilitesi gösterirler (Tömösközi ve ark., 2001). Bu ürünler gıda teknolojisinde emülsifikasyon, yağ absorpsiyonu, nem tutucu, inceltici ve köpük oluşturunca gibi özellikleri için kullanılırlar (Marco ve Rosell, 2008). % 20 oranında soya ununun buğday ununa ilavesi örneklerin emülsiyon aktivitesi üzerinde olumlu bir etki yapmıştır (Ahn ve ark., 2005).

Fırıncılık ürünlerinde hammaddelerin pH değeri ve asitlik değeri mayaların gelişme koşulları, son ürünün raf ömrü ve tadı gibi pek çok özelliğini etkileyen önemli bir parametredir. Çalışmada kullanılan hammaddelerin titrasyon asitlik değeri % 0.017 – 0.558 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3) Türk Gıda Kodeksine göre asitlik değeri (sülfirik asit cinsinden) rafine buğday ununda % 0.07 ve tam buğday ununda ise 0.09 değerinden yüksek olmamalıdır. Çalışmada en düşük titrasyon asitliği değeri buğday irmiğinde elde edilirken, en yüksek değer limonda belirlenmiş, bunu sırasıyla nar, karpuz, soğan, portakal ve elma yan ürünleri izlemiştir. Buğday unu ve irmiğinin titrasyon asitliği değeri kullanılan bütün yan ürünlere kıyasla çok daha düşük bulunmuştur. Limonun doğal bir sitrik asit kaynağı olduğu için en yüksek değeri verdiği düşünülmektedir. Perri ve ark. (2022), fonksiyonel ekmek üretimi için buğday ununa % 6 oranında yağı alınmış buğday ruşeymi veya yağı alınmış fermente edilip kurutulmuş buğday ruşeymi ilave etmişlerdir. Üretilen hamurlar sadece buğday unundan üretilen kontrol grubuyla kıyaslanmıştır. Kontrol örneğinin toplam titrasyon asitliği % 0.043 olarak belirlenirken ruşeym ilaveli örnekler ile istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir. ( $p>0.05$ ). Yapılan çalışmalarda elma posası ve kabuğunun titrasyon asitliği malik asit eşdeğeri cinsinden sırasıyla % 0.74 (Wang ve ark., 2019) ve % 0.23 – 0.29 olarak tespit edilmiştir (Henríquez ve ark., 2010).

#### 4.2. Reolojik Analizler

Unun fizikokimyasal ve reolojik özellikleri elde edildiği buğday çeşidine göre farklılık gösterir (Stathopoulos ve ark., 2008). Bu farklılıklar ve reolojik veriler unun hangi son ürün için uygun ve kullanışlı olduğunu belirler. Bir buğday çeşidinin fonksiyonel özelliklerindeki farklılıklar, büyük ölçüde gluten kalitesine ve miktarına

bağlı olarak değişir. Günümüzde buğday ununun reolojik özellikleri farinograf, alveograf, ekstensograf gibi çeşitli cihazlarla test edilmektedir (Ajila ve ark., 2000).

Çalışmada gıda endüstrisi yan ürünü tozları farklı oranlarda (% 0, 5, 10 ve 15) buğday ununa ilave edilerek oluşan karışımların farinograf ve ekstensograf analizleri yapılmıştır. Bu analizler doğrultusunda kullanımı uygun 5 farklı gıda endüstrisi yan ürünü ve kullanım oranları ekmek ve makarna üretiminde kullanılmak üzere tespit edilmiştir.

#### 4.2.1. Farinograf analizi

Farinograf testi unun sabit konsistense ulaşması için ilave edilmesi gereken su miktarının ve yoğurma özelliklerinin belirlenmesini ve hamurun fırıncılık performansının tahmin edilmesini sağlayan analizdir (Wani ve ark., 2015). Bu analiz, belirli bir hız (rpm) ve sıcaklıkta bıçakların karıştırma hareketine karşı un/su hamurunun deformasyona karşı direncini ölçer ve kaydeder. Hamur direnci, Farinograf veya Brabender Unit (FU veya BU) olarak bilinen boyutsuz birimlerde motor torku olarak ifade edilir. Test sırasında hamur gelişir ve daha da parçalanır. Direnç genel olarak konsistens olarak ifade edilir. Hamurun maksimum konsistensi eklenen su miktarı değiştirilerek sabit bir değer olan 500 BU'ya ayarlanır. Bu hamur reolojisinde kilit bir ölçümdür (Posner ve Hibbs, 2011).

Çalışmadaki örneklerin farinograf analizi sonuçları Çizelge 4.4'te; bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Su absorpsiyonu ya da su kaldırma kapasitesi önemli farinograf parametrelerinden biridir. Su kaldırma kapasitesi % 14 nem içeriğine sahip una 500-BU hattındaki farinograf eğrisini dengelemek için eklenen su miktarının yüzdesel olarak ifadesidir. Bu parametre, ticari üretimlerde un partisindeki değişikliklerde ilave edilecek su miktarının ayarlanması açısından oldukça faydalıdır (Posner ve Hibbs, 2011).

4.4. Un karışımlarına ait farinograf analizi sonuçları<sup>1</sup>

| Yan ürün           | İkame Oramı (%) | Su Kaldırma (%) | Gelişme Süresi (dk) | Stabilite (dk) | Yumuşama Derecesi (BU) |
|--------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------|------------------------|
| Elma               | 0               | 66.70 ± 0.14    | 1.49 ± 0.01         | 2.68 ± 0.04    | 65.00 ± 1.41           |
|                    | 5               | 70.85 ± 0.49    | 2.75 ± 0.07         | 11.50 ± 0.14   | 67.00 ± 4.24           |
|                    | 10              | 74.20 ± 0.64    | 3.90 ± 0.14         | 10.65 ± 0.07   | 100.00 ± 2.83          |
|                    | 15              | 78.90 ± 0.07    | 4.25 ± 0.07         | 9.75 ± 0.07    | 192.00 ± 5.66          |
| Karpuz             | 0               | 66.50 ± 0.28    | 1.55 ± 0.04         | 2.70 ± 0.03    | 67.50 ± 0.71           |
|                    | 5               | 67.20 ± 0.35    | 9.35 ± 0.21         | 1.20 ± 0.14    | 54.50 ± 0.71           |
|                    | 10              | 68.40 ± 0.14    | 9.90 ± 0.14         | 11.50 ± 0.14   | 60.00 ± 2.83           |
|                    | 15              | 69.65 ± 0.49    | 10.55 ± 0.21        | 13.30 ± 1.70   | 82.00 ± 5.66           |
| Portakal           | 0               | 66.50 ± 0.07    | 1.54 ± 0.00         | 2.69 ± 0.01    | 67.50 ± 0.71           |
|                    | 5               | 70.30 ± 0.35    | 1.45 ± 0.07         | 1.10 ± 0.00    | 82.50 ± 0.71           |
|                    | 10              | 74.20 ± 0.28    | 1.35 ± 0.07         | 8.85 ± 0.07    | 114.50 ± 2.12          |
|                    | 15              | 78.80 ± 0.28    | 7.40 ± 0.28         | 5.55 ± 0.64    | 230.50 ± 13.44         |
| Üzüm               | 0               | 66.60 ± 0.28    | 1.48 ± 0.01         | 2.74 ± 0.01    | 65.00 ± 1.41           |
|                    | 5               | 64.90 ± 0.14    | 1.65 ± 0.07         | 15.50 ± 0.14   | 14.50 ± 0.71           |
|                    | 10              | 66.90 ± 0.14    | 1.55 ± 0.07         | 16.25 ± 0.21   | 40.50 ± 2.12           |
|                    | 15              | 69.30 ± 0.28    | 1.05 ± 0.07         | 7.15 ± 0.21    | 126.50 ± 3.54          |
| Muz                | 0               | 66.60 ± 0.21    | 1.47 ± 0.01         | 2.74 ± 0.00    | 63.00 ± 2.83           |
|                    | 5               | 67.40 ± 0.14    | 1.45 ± 0.07         | 7.50 ± 0.14    | 95.00 ± 1.41           |
|                    | 10              | 69.10 ± 0.14    | 0.90 ± 0.14         | 7.05 ± 0.07    | 101.50 ± 2.12          |
|                    | 15              | 72.90 ± 0.14    | 7.05 ± 0.07         | 7.35 ± 0.07    | 113.00 ± 4.24          |
| Limon              | 0               | 66.80 ± 0.14    | 1.48 ± 0.03         | 2.72 ± 0.06    | 63.00 ± 1.41           |
|                    | 5               | 72.60 ± 0.14    | 2.45 ± 0.07         | 4.65 ± 0.07    | 234.50 ± 3.54          |
|                    | 10              | 77.70 ± 0.28    | 8.95 ± 0.21         | 7.80 ± 0.14    | 237.00 ± 7.07          |
|                    | 15              | 82.40 ± 0.64    | 8.35 ± 0.49         | 2.30 ± 0.28    | 465.00 ± 21.21         |
| Soğan              | 0               | 66.40 ± 0.14    | 1.54 ± 0.04         | 2.68 ± 0.03    | 69.00 ± 0.00           |
|                    | 5               | 69.10 ± 0.14    | 8.45 ± 0.07         | 9.70 ± 0.14    | 345.00 ± 7.07          |
|                    | 10              | 74.60 ± 0.14    | 10.40 ± 0.14        | 4.60 ± 0.14    | 359.50 ± 6.36          |
|                    | 15              | 76.10 ± 0.14    | 11.55 ± 0.21        | 7.80 ± 0.14    | 370.00 ± 11.31         |
| Sarımsak           | 0               | 66.50 ± 0.14    | 1.53 ± 0.01         | 2.70 ± 0.06    | 67.50 ± 0.71           |
|                    | 5               | 74.25 ± 0.35    | 7.40 ± 0.14         | 7.35 ± 0.21    | 192.50 ± 6.36          |
|                    | 10              | 80.10 ± 0.14    | 6.55 ± 0.49         | 5.40 ± 0.28    | 206.50 ± 4.95          |
|                    | 15              | 87.40 ± 0.57    | 5.80 ± 0.85         | 2.00 ± 0.14    | 202.50 ± 17.68         |
| Kavun              | 0               | 66.40 ± 0.07    | 1.52 ± 0.02         | 2.72 ± 0.01    | 66.00 ± 5.66           |
|                    | 5               | 68.30 ± 0.35    | 1.20 ± 0.14         | 9.65 ± 0.07    | 78.00 ± 2.83           |
|                    | 10              | 69.00 ± 0.28    | 1.20 ± 0.14         | 7.60 ± 0.14    | 147.00 ± 7.07          |
|                    | 15              | 70.20 ± 0.35    | 1.55 ± 0.07         | 7.05 ± 0.07    | 171.00 ± 4.24          |
| Patlıcan           | 0               | 66.60 ± 0.35    | 1.52 ± 0.00         | 2.74 ± 0.01    | 60.50 ± 0.71           |
|                    | 5               | 73.25 ± 0.35    | 1.45 ± 0.07         | 2.35 ± 0.07    | 50.50 ± 0.71           |
|                    | 10              | 80.45 ± 0.64    | 1.65 ± 0.07         | 7.90 ± 0.14    | 57.00 ± 2.83           |
|                    | 15              | 86.60 ± 0.64    | 8.40 ± 0.14         | 11.25 ± 0.35   | 89.50 ± 2.12           |
| Enginar            | 0               | 66.70 ± 0.00    | 1.54 ± 0.01         | 2.68 ± 0.04    | 64.50 ± 2.12           |
|                    | 5               | 71.20 ± 0.35    | 1.35 ± 0.07         | 11.35 ± 0.21   | 57.00 ± 2.83           |
|                    | 10              | 74.10 ± 0.14    | 1.50 ± 0.14         | 7.50 ± 0.14    | 111.50 ± 2.12          |
|                    | 15              | 79.10 ± 1.20    | 1.85 ± 0.07         | 6.00 ± 0.14    | 196.50 ± 4.95          |
| Nar                | 0               | 66.50 ± 0.07    | 1.49 ± 0.04         | 2.67 ± 0.04    | 65.50 ± 0.71           |
|                    | 5               | 66.70 ± 0.14    | 1.10 ± 0.00         | 0.85 ± 0.07    | 276.00 ± 8.49          |
|                    | 10              | 69.60 ± 0.14    | 1.05 ± 0.07         | 0.75 ± 0.07    | 344.50 ± 6.36          |
|                    | 15              | 70.10 ± 0.14    | 1.25 ± 0.07         | 1.40 ± 0.14    | 365.50 ± 3.54          |
| Minimum - maksimum |                 | 66.40 – 87.40   | 0.90 – 11.55        | 0.75 – 16.25   | 54.50 – 465.00         |
| Ortalama±std       |                 | 71.57 ± 5.62    | 3.67 ± 3.34         | 6.08 ± 4.01    | 141.97 ± 108.49        |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.5. Un karışımlarının farinograf testine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Su Kaldırma (%) |           | Gelişme Süresi (dk) |           | Stabilite (dk) |           | Yumuşama Derecesi (BU) |            |
|------------------------|----|-----------------|-----------|---------------------|-----------|----------------|-----------|------------------------|------------|
|                        |    | KT              | F         | KT                  | F         | KT             | F         | KT                     | F          |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 11 | 1061.98         | 1042.32** | 511.38              | 1263.31** | 459.98         | 496.01**  | 571417.61              | 1750.201** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 3  | 1402.10         | 5045.82** | 223.85              | 2027.67** | 387.83         | 1533.41** | 282863.78              | 3176.75**  |
| <i>(AxB)</i>           | 33 | 525.17          | 171.82**  | 322.56              | 265.61**  | 673.10         | 241.94**  | 259586.34              | 265.0299** |
| <b>Hata</b>            |    | 0.32            |           | 0.01                |           | 0.01           |           | 52.34                  |            |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.6. Un karışımlarının farinograf testine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Su Kaldırma (%)     | Gelişme Süresi (dk) | Stabilite (dk)     | Yumuşama Derecesi (BU) |
|------------------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                     |                     |                    |                        |
| Elma                   | 8  | 72.66 <sup>c</sup>  | 3.10 <sup>c</sup>   | 8.65 <sup>b</sup>  | 106.25 <sup>f</sup>    |
| Karpuz                 | 8  | 67.98 <sup>g</sup>  | 7.83 <sup>a</sup>   | 7.18 <sup>c</sup>  | 65.63 <sup>h</sup>     |
| Portakal               | 8  | 72.46 <sup>c</sup>  | 2.93 <sup>cd</sup>  | 4.55 <sup>e</sup>  | 123.38 <sup>e</sup>    |
| Üzüm                   | 8  | 66.93 <sup>h</sup>  | 1.44 <sup>e</sup>   | 10.40 <sup>a</sup> | 61.88 <sup>h</sup>     |
| Muz                    | 8  | 69.00 <sup>e</sup>  | 2.73 <sup>d</sup>   | 6.15 <sup>d</sup>  | 93.88 <sup>g</sup>     |
| Limon                  | 8  | 74.84 <sup>b</sup>  | 5.31 <sup>b</sup>   | 4.36 <sup>e</sup>  | 250.63 <sup>c</sup>    |
| Soğan                  | 8  | 71.60 <sup>d</sup>  | 7.98 <sup>a</sup>   | 620 <sup>d</sup>   | 285.23 <sup>a</sup>    |
| Sarımsak               | 8  | 77.09 <sup>a</sup>  | 5.31 <sup>b</sup>   | 4.36 <sup>e</sup>  | 166.88 <sup>d</sup>    |
| Kavun                  | 8  | 68.52 <sup>ef</sup> | 1.36 <sup>e</sup>   | 6.75 <sup>c</sup>  | 115.50 <sup>ef</sup>   |
| Patlıcan               | 8  | 76.74 <sup>a</sup>  | 3.25 <sup>c</sup>   | 6.05 <sup>d</sup>  | 65.75 <sup>h</sup>     |
| Enginar                | 8  | 72.78 <sup>c</sup>  | 1.55 <sup>e</sup>   | 6.89 <sup>c</sup>  | 107.75 <sup>f</sup>    |
| Nar                    | 8  | 68.24 <sup>fg</sup> | 1.23 <sup>e</sup>   | 1.43 <sup>f</sup>  | 263.00 <sup>b</sup>    |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                     |                     |                    |                        |
| 0                      | 24 | 66.60 <sup>d</sup>  | 1.50 <sup>d</sup>   | 2.70 <sup>c</sup>  | 66.00 <sup>d</sup>     |
| 5                      | 24 | 69.67 <sup>c</sup>  | 3.34 <sup>c</sup>   | 6.89 <sup>b</sup>  | 128.92 <sup>c</sup>    |
| 10                     | 24 | 73.20 <sup>b</sup>  | 4.08 <sup>b</sup>   | 7.99 <sup>a</sup>  | 156.63 <sup>b</sup>    |
| 15                     | 24 | 76.81 <sup>a</sup>  | 5.75 <sup>a</sup>   | 6.74 <sup>b</sup>  | 217.00 <sup>a</sup>    |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Çalışmada kullanılan un karışımlarının su kaldırma kapasiteleri Çizelge 4.4’te verilmiştir. Yan ürün ilavesi ile unun su kaldırma kapasitesi değerlerinin % 66.40 – 87.40 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Un karışımlarının varyans analizi sonuçları incelendiğinde, su kaldırma kapasitesi üzerinde, ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün faktörü açısından incelendiğinde en yüksek su kaldırma kapasitesinin sarımsak ve patlıcan kabuğu tozu ilaveli un karışımlarında olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın en düşük su kaldırma değerleri ise karpuz ve nar yan ürünlerinde ( $p > 0.05$ ) ölçülmüştür. Sonuçlar ikame oranı faktörü açısından incelendiğinde ise; bütün örnekler için ilave edilen gıda endüstrisi yan ürünü oranı arttıkça su kaldırma kapasitesi ortalama % 66.60’dan % 76.81’e yükselmiştir.

Gıda endüstrisi yan ürünlerinin geneli yüksek diyet lifi içeren ürünlerdir. Dolayısıyla diyet lifi bakımından fakir olan buğday ununun bu yan ürünlerle zenginleştirilmesi örneklerin su kaldırma kapasitesini artırmıştır. Buğday ununa çeşitli liflerin ilavesiyle yapılan çalışmalarda da benzer şekilde su absorpsiyonunun arttığı rapor edilmiştir (Goldstein ve ark., 2010; Miš ve ark., 2012; Sudha ve ark., 2007). Diyet liflerinin su absorblama kapasitelerinin yüksek olmasının nedeni; bünyelerindeki selülozik maddelerde bol miktarda bulunan hidrofilik grupların hidrojen bağıyla daha fazla suyla bağlayabilme kabiliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Xiao ve ark., 2021; Li ve ark., 2023). Ancak inulin gibi çözünür liflerin aynı şartlar altında su kaldırma kapasitesini düşürdüğü görülmüştür (Peressini ve Sensidoni, 2009). Kepek içeriğinin % 10’dan % 40’a çıkarıldığı bir çalışmada en yüksek su kaldırma seviyeleri; arpa kepeği (63.88 - 76.28 g/100 g) ve buğday kepeği için (% 63.52 – 69.85) ölçülmüştür (Sudha ve ark., 2007). Yapılan çalışmalar incelendiğinde elma posasının % 35 – 51 (Sudha ve ark., 2007; Zlatanović ve ark., 2019); enginar yaprağının % 46 – 66 (Umana ve ark., 2021; Colantuono ve ark., 2018); karpuz kabuğunun % 17 – 41 (Tabiri ve ark., 2016; Al-Sayed ve Ahmed, 2013); kavun kabuğunun % 23 – 35 (Mallek-Ayadi ve ark., 2018; Mallek-Ayadi ve ark., 2017); limon yan ürünlerinin % 77 – 82 (Marin ve ark., 2007); muz kabuğunun % 11 – 54 (Eshak, 2016; Al-Sahlany, 2018); nar yan ürünlerinin % 4 – 14 (Colantuono ve ark., 2017; Andrade ve ark., 2019), portakal yan ürünlerinin % 57 – 71 (Ocen ve Xu, 2013; Chau ve Huang, 2003); sarımsak kabuğunun % 62.23 (Kallel ve ark., 2014); soğan kabuğunun % 17 – 75 (Benítez ve ark., 2011); üzüm posasının % 30

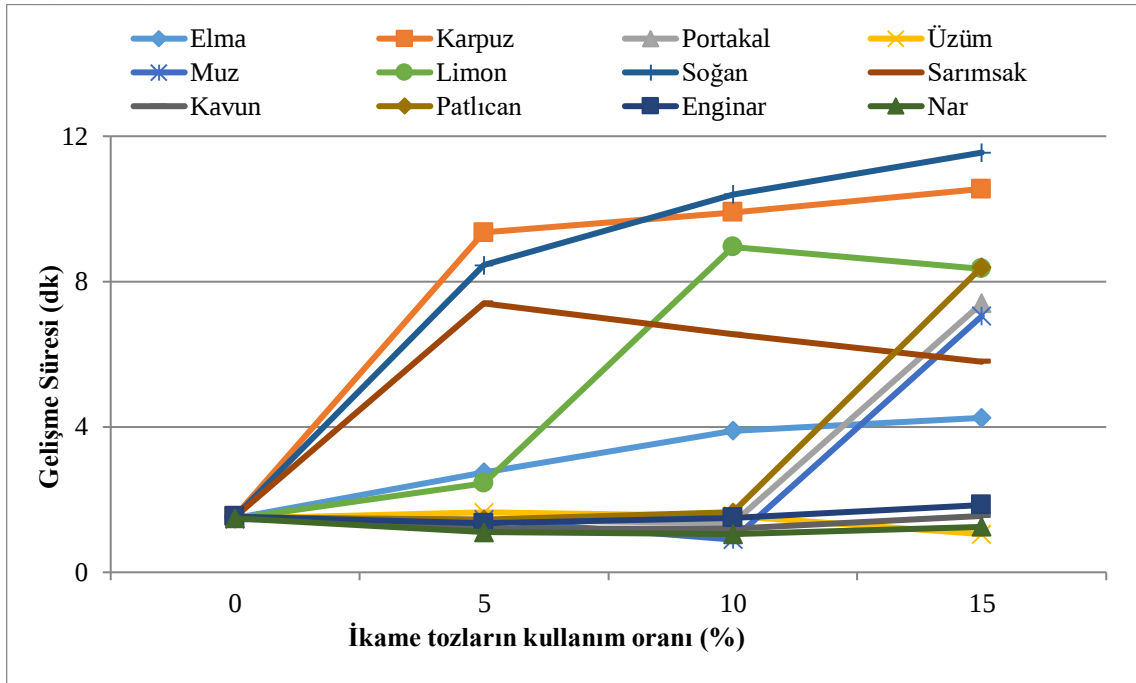
– 59 (Beres ve ark., 2019) diyet lifi içerdiği ve patlıcan kabuğunda % 2.20 – 27.60 pektin bulunduğu görülmüştür (Kazemi ve ark., 2019).

Hamur gelişme süresi, farinograf eğrisinin sıfır zamanı ile kurvenin maksimum noktası arasındaki süreyi verir. Ticari proseslerde hamur yoğurma isteklerinin değiştiği durumlardaki optimum yoğurma süresinin ayarlanması açısından önemlidir. Yüksek protein içerikli kuvvetli unlar, eş partikül boyutu ve dağılımına sahip daha zayıf unlara göre daha uzun gelişme süresi verirler (Posner ve Hibbs, 2011). Farklı oranlarda gıda endüstrisi yan ürünü tozu ilave edilmiş un karışımlarının hamur gelişme süresi değerleri 0.90 – 11.55 dk arasında bulunmuştur (Çizelge 4.4). Un karışımlarının varyans analizi sonuçları incelendiğinde, hamur gelişme süresi üzerinde, ikame gıda endüstrisi yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün faktörü açısından incelendiğinde; farklı oranlarda soğan ve karpuz kabuğu tozu ilaveli un karışımlarının ortalama hamur gelişme sürelerinin en yüksek olduğu ve aralarında istatistiksel bir fark olmadığı ( $p>0.05$ ) tespit edilmiş olup, bu yan ürünleri sırasıyla limon, sarımsak patlıcan ve elma izlemiştir. Sonuçlar ikame oranı açısından incelendiğinde ise; bütün örnekler için ilave edilen gıda endüstrisi yan ürünü oranı arttıkça gelişme süresinin de arttığı (1.50 dk dan 5.75 dk’ya) belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Una ilave edilen gıda endüstrisi yan ürün oranı arttıkça, karışımların diyet lifi içeriği de artmaktadır. İkame oranı arttıkça artan gelişme süresi örneklerin artan diyet lifi içeriği ile açıklanabilir. Çünkü güçlü su bağlama kabiliyetine sahip olan diyet lifi, gluten ile su için rekabete girmiş, diyet lifi ve gluten arasındaki bu etkileşim proteinin hidrasyonunu engellemiş, dolayısıyla iki grupta da hamurun hedef kıvama (gelişme süresi) ulaşma süresini geciktirmiştir (Xiao ve ark., 2021; Li ve ark., 2023). Buğday ununa ilave edilen çeşitli liflerin hamurun gelişme süresini linear bir şekilde artırdığı dolayısıyla ilave edilen lif miktarı arttıkça gelişme süresindeki artışın katlanarak büyüdüğü yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir (Sudha ve ark., 2007; Ahmed ve ark., 2013). Buğday ununa çeşitli tahılların (buğday, pirinç, çavdar) kepeklerinin ilave edildiği çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Sudha ve ark. 2007). Ancak gluten ağındaki bozulmaları nedeniyle gluten miktarı düştüğünde hamur gelişme süresinde kısalma görülür (Sroan ve ark., 2009). Buğday ununa; sorgum unu ilavesinin hamur gelişme süresini düşürdüğü belirtilmiştir (Elkhalifa ve El-Tinay, 2002).

Buğday ununa ilave edilen ferulik asit, kafeik asit, gallik asit ve srinjik asit gibi fenolik asit bileşenlerinin ilavesinin hamurun yoğurma süresini ve hamur kuvvetini düşürdüğü yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Han ve Koh, 2011; Labat ve ark., 2000; Koh ve Ng, 2009; Nicks ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2010; Wang ve ark., 2014). Ancak Girard ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada buğday ununa üzüm çekirdeği proantosyanidini ve sorgum proantosyanidini ilavesinin hamurların yoğurma süresini uzattığı ve hamurların kuvvetini düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

Hamur gelişme süresi örneğin protein içeriğine bağlı olarak da değişmektedir. İlave edilen ürünlerdeki proteinler gluten ya da diğer buğday proteinleri ile etkileşime girerek gelişme süresini uzatabilmektedir (Ahmed ve ark., 2013).



**Şekil 4.1.** Yan ürün ilave edilmiş hamur örneklerinin gelişme süresi üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu

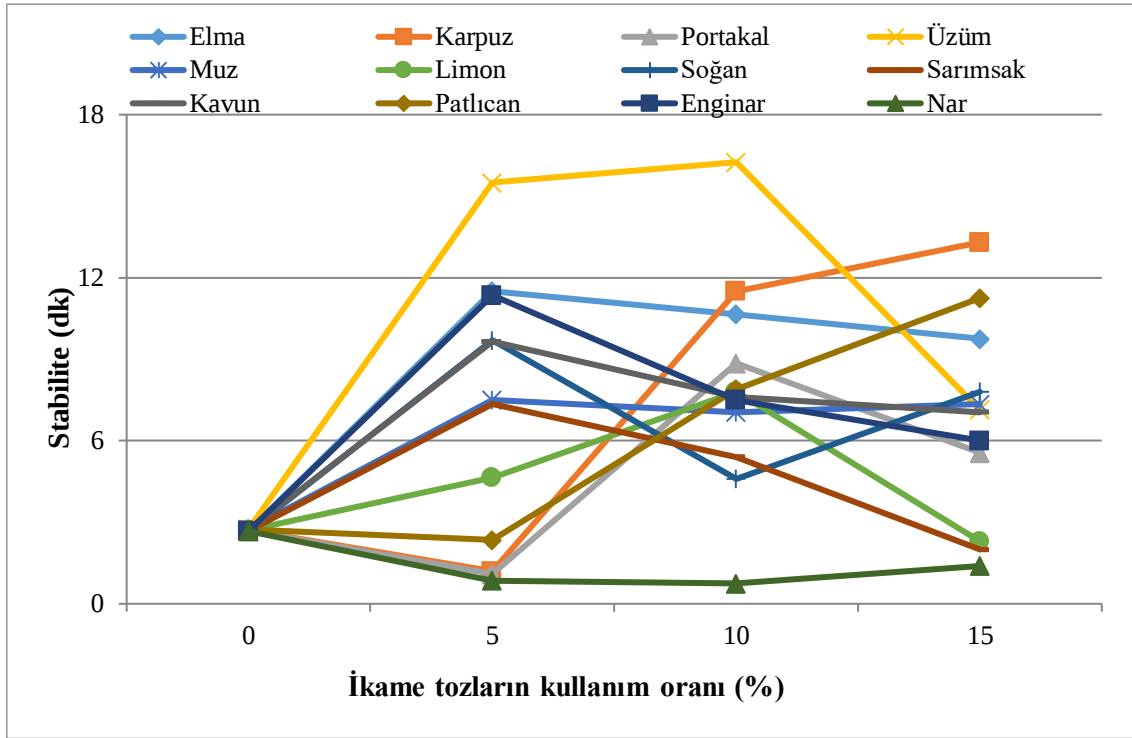
Şekil 4.1’de verilen yan ürün ilave edilmiş hamur örneklerinin gelişme süresi üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu verilmiştir. Soğan, karpuz, elma, muz, sarımsak yan ürünleri ilavesinin hamurların gelişim süresini ikame oranı arttıkça artırdığı; limon ve patlıcan yan ürünlerinin % 10’a kadar ilavesinin hamurların gelişme süresini artırdığı % 15 ilavesinin ise düşürdüğü belirlenmiştir.

Hamur stabilitesi varış zamanı (kurvenin tepesinin 500-BU çizgisine ulaştığı zaman) ve kalkış zamanı (eğrinin tepesinin 500-BU çizgisinin altına düştüğü zaman) arasındaki dakika cinsinden farktır. Bir unun aşırı karıştırmaya ne kadar iyi direnç

gösterdiğinin bir ölçüsüdür. Daha güçlü unlar genellikle daha zayıf olan unlardan daha kararlı ve uzun stabilite gösterirler (Posner ve Hibbs, 2011). Çalışmada kullanılan gıda endüstrisi yan ürünleri ilaveli örneklerin stabilite değerleri Çizelge 4.4'te verilmiş olup sonuçlar 0.75 – 16.25 dk arasında değişmektedir. Örneklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde hamur stabilitesi üzerinde, ikame gıda endüstrisi yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün faktörü açısından incelendiğinde; üzüm posası tozu ilaveli un karışımlarının ortalama hamur stabilitelerinin en yüksek (10.40 dk) olduğu ve en düşük değerin (1.43 dk) nar yan ürün tozu ilaveli un karışımlarında olduğu belirlenmiştir. İkame oranının stabilite değeri üzerine etkisi incelendiğinde ise hamur stabilitesinin % 10 ilave oranına kadar kademeli olarak arttığı ancak bu dğerden sonra düşüşe geçtiği gözlenmiştir. En düşük hamur stabilitesinin yan ürün içermeyen kontrol örneğinde olduğu ve % 5 ve % 15 ikame oranlarının istatistiksel anlamda bir biri ile benzer olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Stabilededeki artış hamurun daha güçlü bir yoğurma direnci olduğunu gösterir (Wang ve ark., 2021). Buğday ununa çeşitli diyet liflerinin ilavesinin hamur stabilitesini ve dolayısıyla sertliğini artırdığı Wang ve ark. (2002) tarafından da rapor edilmiştir. Araştırmacılar diyet lifi ilavesinin hamurun dayanıklılığını artırdığı ve özellikle daha zayıf yapılı hamurlarda bu durumun daha belirginleştğini belirtmişlerdir. Hamur kuvvetindeki benzer etki buğday ununa  $\beta$ -glukan veya arabinoksilan ilave eden Izydorczyk ve ark. (2001) tarafından da bulunmuştur. Stabilededeki bu artışın lifler arasındaki interaksyonun gluten ve su arasındaki interaksyondan daha güçlü olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Borchani ve ark., 2011).

Genellikle hamur stabilitesi ve gelişme süresi, örneğin su kaldırma kapasitesi ile ters orantılıdır. Yüksek su kaldırma kapasitesine sahip ürünlerin stabilite ve gelişme sürelerinin; daha düşük su kaldırma kapasitesine sahip ürünlerden düşük olduğu rapor edilmiştir. Bu durum un karışımındaki gluten harici içeriğin hızlı su tutma kabiliyeti ile hamurun gluten ağını zayıflatmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Hadi Nezhad ve Butler 2009). Ayrıca hamur gelişme süresi ve hamur stabilitesi değerlerinin azalan protein içeriğiyle azaldığı ancak yoğurma toleransının arttığı belirlenmiştir (Fu ve ark., 2008).



**Şekil 4.2.** Yan ürün ilave edilmiş hamur örneklerinin stabilite süresi üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” etkileşimi

Şekil 4.2’de yan ürün ilave edilmiş hamur örneklerinin stabilite süresi üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” etkileşimi verilmiş olup; nar, karpuz ve portakal yan ürünlerinin % 5 ilavesinin hamurların stabilitesini düşürdüğü ancak daha yüksek oranlarda ilavesinin stabiliteyi artırdığı ve üzüm ve limon yan ürünlerinin %10’a kadar ilavesinin stabiliteyi geliştirdiği görülmektedir.

Yoğurma toleransı indeksi ya da yumuşama derecesi; kurvenin pik noktası ile kurvenin pik noktasından 5 dakika sonraki noktadaki yerinin BU cinsinden değeridir. Yumuşama derecesi; gluten yapısının tam gelişime ulaştıktan sonra ne kadar hızlı bozulduğunu gösterir. Daha düşük yumuşama derecesi değerleri yüksek spesifik hacme sahip ekmek üretiminde kullanılan kuvvetli unlara karşılık gelir (Posner ve Hibbs, 2011). Çalışmada kullanılan gıda endüstrisi yan ürünü ilaveli un karışımlarının yumuşama derecesi değerleri Çizelge 4.4’te verilmiştir. Sonuçlar 54.40 – 465.00 BU arasında değişmektedir. Un karışımlarının varyans analizi sonuçları incelendiğinde, yumuşama derecesi üzerinde, yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” etkileşimlerinin istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün faktörü açısından incelendiğinde; farklı oranlarda soğan kabuğu tozu ilaveli un

karışımlarının ortalama yumuşama derecesinin en yüksek; karpuz kabuğu, patlıcan ve üzüm tozu ilaveli örneklerin ise en düşük değerler sağladığı tespit edilmiştir. Sonuçlar ikame oranı faktörü açısından incelendiğinde ise; bütün örnekler için ilave edilen gıda endüstrisi yan ürünü oranı arttıkça yumuşama derecesinin de arttığı belirlenmiştir. Düşük yumuşama derecesine sahip hamurların karıştırmaya karşı daha iyi tolerans gösterdiği bilinmektedir. İkame ürün oranı arttıkça un karışımlarında artan diyet lifi gluten ağının zayıflamasına neden olmaktadır. Bu nedenle ikame yan ürün oranı arttıkça hamurların yoğurmaya karşı gösterdikleri tolerans düşmekte ve yumuşama derecesi değerleri artmaktadır. Buğday ununa soya unu ilavesiyle elde edilen hamurlarda ilave edilen soya unu oranı arttıkça yumuşama derecesinin arttığı bildirilmiştir (Doxastakis ve ark., 2002). Fu ve ark. (2008), buğday ununa ilave edilen dirençli nişastanın hamurun protein içeriğinin düşmesine ve yumuşama derecesinin artmasına neden olduğunu rapor etmiştir. Sudha ve ark. (2007), buğday ununu buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepeği ile zenginleştirmişler ve örneklerdeki kepek içeriği % 10'dan % 40'a çıktığında hamurların yumuşama derecesinde önemli bir artış olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar hamurun yumuşama derecesinin ilave edilen ürün ve ikame oranına bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini belirtmişlerdir (Miš ve ark., 2012).

#### 4.2.2. Ekstensograf analizi

Ekstensograf unun kalite ve esneklik özelliklerinin ölçüldüğü cihazdır. Kabarma ve pişirme sırasında hamurun uzayabilirlik özellikleri; ekmek hacmi ve ekmek kabuğu tekstürünün kalitesi üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Ekmek hamurunun uzayabilirlik özellikleri üzerine bilgiler ekstensograf grafiği (ekstensogram) üzerinden okunur. Ekstensogram, uzama mesafesinin bir fonksiyonu olarak hamurun uzamaya karşı mukavemeti olarak da adlandırılan dirençteki değişiklikleri temsil eder (Miš ve Dziki, 2013). Uzamaya karşı direnç kurvenin en yüksek noktasıdır ve BU (Brebender unit) cinsinden ifade edilir. Direnç kurvesi ve uzayabilirlik eksenini arasında kalan alan ise enerji olarak nitelendirilir ve  $\text{cm}^2$  cinsinden ifade edilir. Ekstensograf ekmek üretiminin ileri aşamalarında, kabarma ve pişirme süreçlerinde salınan fermantasyon gazlarının ve bunların artan basıncının etkisi altında oluşan hamur yapısı ve maruz kaldığı genleşme deformasyonlarının dolaylı olarak incelenmesini sağlar (Ktenioudaki ve ark., 2010). Ekstensograf analizinde hamura 45'er dakikalık üç dinlenme süresi uygulanır. Bu uzun dinlendirme sürelerinin uygulanması hem unun doğal biyokimyasal aktivitesinin hem de

çeşitli pişirme geliştiricileri gibi dış faktörlerin neden olduğu yavaş biyokimyasal süreçlerin sonucunda hamurdaki reolojik değişikliklerin değerlendirilebilmesini sağlar. Günümüzde çalışmalarda ekstensograf sonuçları incelemenin kolaylaşması için tek bir zaman ya da üç zamanın ortalaması bakımından değerlendirilir (Sudha ve ark., 2007; Stampfli ve ark., 1996).

Yapılan çalışmada % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında gıda endüstrisi yan ürünü ilave edilmiş un karışımlarının 45, 90 ve 135. dk'daki ekstensograf analizi sonuçları Çizelge 4.7'de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8, 4.10 ve 4.12'de ve çoklu karşılaştırma testleri sonuçları ise Çizelge 4.9, 4.11 ve 4.13'de verilmiştir.

Ekstensograf analizi yapılan örneklerin 135 dk'daki direnç değerleri 0.00 – 1024.50 BU arasında değişmektedir (Çizelge 4.7). Örneklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde, direnç değerleri üzerinde, yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün açısından incelendiğinde; elma posası ve karpuz kabuğu tozu ilaveli un karışımlarının ortalama direnç değerlerinin en yüksek olduğu ve aralarında istatistiksel bir fark olmadığı ( $p > 0.05$ ), kavun kabuğu ve nar yan ürünü tozu ilaveli örneklerin ortalamasının ise en düşük olduğu ve aralarında istatistiksel bir fark olmadığı ( $p > 0.05$ ) tespit edilmiştir. Sonuçlar ikame oranı açısından incelendiğinde ise en yüksek değerlerin % 0 (577.00 BU) ve % 5 (579.67 BU) ikame oranlı ürünlerde ( $p > 0.05$ ) bulunduğu ve % 5'in üzerindeki ilave oranlarında direnç değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 4.13). Miš ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada zenginleştirilmiş hamurun uzamaya karşı direncinin ilave edilen ürün çeşidine göre değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Araştırmacılar keçiyoynuzu lifi ilavesinin hamurların direncini artırırken, tam yulaf unu ilavesinin direncin azalmasına neden olduğunu rapor etmişlerdir. Yine aynı şekilde Wang ve ark. (2002) alveograf analizinde buğday ununa % 3 oranında keçiyoynuzu ilavesinin hamurun direncini artırdığını belirtmişlerdir. Bir başka çalışma hamura hurma lifi ilavesinin ise hamurun zayıflamasına yani direncinin azalmasına neden olduğu rapor edilmiştir (Ahmed ve ark., 2013). Dirençteki bu düşüşün lif yapısı ve un proteinleri arasındaki interaksiyondan (Wang ve ark., 2002) ya da lif ilaveli hamurun kötü hidrasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir (Boubaker ve ark. 2016).

Çizelge 4.7. Un karışımlarına ait ekstensograf analiz sonuçları<sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame Oranı (%) | 45 dk           |                    |                           | 90 dk           |                    |                           | 135 dk          |                    |                           |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|
|                  |                 | Direnç (BU)     | Uzayabilirlik (mm) | Enerji (cm <sup>2</sup> ) | Direnç (BU)     | Uzayabilirlik (mm) | Enerji (cm <sup>2</sup> ) | Direnç (BU)     | Uzayabilirlik (mm) | Enerji (cm <sup>2</sup> ) |
| Elma             | 0               | 314.00 ± 1.41   | 176.00 ± 2.83      | 71.00 ± 1.41              | 621.00 ± 2.83   | 140.50 ± 2.12      | 105.50 ± 0.71             | 579.0 ± 2.83    | 128.50 ± 0.71      | 93.00 ± 1.41              |
|                  | 5               | 452.50 ± 91.22  | 116.5 ± 9.19       | 66.50 ± 19.09             | 852.00 ± 12.73  | 105.50 ± 14.85     | 107.00 ± 12.73            | 890.00 ± 26.87  | 93.50 ± 12.02      | 97.50 ± 10.61             |
|                  | 10              | 480.00 ± 33.94  | 120.50 ± 2.12      | 75.00 ± 4.24              | 836.50 ± 27.58  | 92.5 ± 0.71        | 92.00 ± 1.41              | 852.00 ± 79.20  | 88.50 ± 2.12       | 90.50 ± 2.12              |
|                  | 15              | 387.50 ± 50.20  | 93.00 ± 4.24       | 49.00 ± 4.24              | 867.50 ± 23.33  | 77.50 ± 10.61      | 83.50 ± 13.44             | 979.50 ± 24.75  | 71.50 ± 7.78       | 84.50 ± 10.61             |
| Karpuz           | 0               | 315.00 ± 4.24   | 175.00 ± 0.00      | 72.00 ± 2.83              | 617.50 ± 3.54   | 142.50 ± 0.71      | 105.00 ± 1.41             | 580.50 ± 0.71   | 129.00 ± 2.83      | 92.00 ± 2.83              |
|                  | 5               | 381.50 ± 0.71   | 138.00 ± 18.38     | 65.50 ± 9.19              | 824.00 ± 56.57  | 102.50 ± 6.36      | 96.50 ± 4.95              | 867.50 ± 143.54 | 93.50 ± 13.44      | 94.00 ± 25.46             |
|                  | 10              | 363.50 ± 54.45  | 112.00 ± 8.49      | 51.00 ± 2.83              | 828.50 ± 74.25  | 85.00 ± 4.24       | 81.00 ± 8.49              | 900.50 ± 105.36 | 80.00 ± 1.41       | 78.50 ± 3.54              |
|                  | 15              | 517.00 ± 57.98  | 83.00 ± 1.41       | 54.50 ± 4.95              | 1105.00 ± 28.28 | 74.00 ± 4.24       | 98.00 ± 2.83              | 1024.50 ± 34.65 | 72.00 ± 0.00       | 84.00 ± 0.00              |
| Portakal         | 0               | 317.50 ± 3.54   | 175.50 ± 2.12      | 73.50 ± 2.12              | 617.00 ± 1.41   | 141.00 ± 4.24      | 105.50 ± 0.71             | 573.00 ± 1.41   | 128.00 ± 1.41      | 90.50 ± 0.71              |
|                  | 5               | 410.50 ± 47.38  | 116.00 ± 9.90      | 59.50 ± 3.54              | 729.00 ± 93.34  | 99.00 ± 4.24       | 83.00 ± 7.07              | 722.00 ± 22.63  | 87.00 ± 2.83       | 70.50 ± 2.12              |
|                  | 10              | 393.50 ± 28.99  | 119.00 ± 7.07      | 56.00 ± 7.07              | 821.00 ± 18.38  | 97.50 ± 4.95       | 86.50 ± 7.78              | 637.50 ± 36.06  | 84.00 ± 8.49       | 58.00 ± 7.07              |
|                  | 15              | 381.50 ± 2.12   | 95.50 ± 2.12       | 45.50 ± 0.71              | 638.00 ± 36.77  | 68.50 ± 12.02      | 51.00 ± 8.49              | 338.50 ± 150.61 | 69.00 ± 8.49       | 26.50 ± 7.78              |
| Üzüm             | 0               | 313.50 ± 4.95   | 176.00 ± 2.83      | 72.00 ± 2.83              | 617.50 ± 4.95   | 141.00 ± 1.41      | 107.00 ± 0.00             | 573.00 ± 2.83   | 131.50 ± 2.12      | 93.00 ± 0.00              |
|                  | 5               | 374.50 ± 6.36   | 145.00 ± 5.66      | 68.50 ± 0.71              | 716.00 ± 62.23  | 113.00 ± 8.49      | 96.50 ± 14.85             | 733.50 ± 51.62  | 111.00 ± 2.83      | 95.00 ± 11.31             |
|                  | 10              | 230.00 ± 39.60  | 110.50 ± 6.36      | 34.50 ± 7.78              | 451.50 ± 122.33 | 108.50 ± 4.95      | 57.00 ± 15.56             | 486.00 ± 274.36 | 77.50 ± 10.61      | 47.00 ± 31.11             |
|                  | 15              | 143.50 ± 45.96  | 86.00 ± 1.41       | 16.50 ± 3.54              | 208.00 ± 8.49   | 70.50 ± 9.19       | 18.50 ± 2.12              | 202.50 ± 67.18  | 61.50 ± 12.02      | 15.50 ± 7.78              |
| Muz              | 0               | 315.00 ± 1.41   | 172.00 ± 0.00      | 72.00 ± 1.41              | 619.50 ± 3.54   | 141.00 ± 2.83      | 108.00 ± 0.00             | 580.00 ± 4.24   | 131.50 ± 0.71      | 91.50 ± 0.71              |
|                  | 5               | 413.00 ± 53.74  | 155.00 ± 12.73     | 86.00 ± 0.00              | 758.00 ± 107.48 | 140.50 ± 0.71      | 132.00 ± 16.97            | 801.50 ± 111.02 | 120.50 ± 4.95      | 118.50 ± 12.02            |
|                  | 10              | 467.50 ± 38.89  | 124.00 ± 5.66      | 78.00 ± 9.90              | 779.00 ± 38.18  | 121.00 ± 5.66      | 120.50 ± 2.12             | 632.50 ± 37.48  | 134.50 ± 9.19      | 105.50 ± 2.12             |
|                  | 15              | 463.00 ± 24.04  | 112.50 ± 0.71      | 69.50 ± 4.95              | 756.00 ± 84.85  | 95.50 ± 16.26      | 88.50 ± 4.95              | 718.50 ± 70.00  | 94.50 ± 2.12       | 84.50 ± 4.95              |
| Limon            | 0               | 313.50 ± 0.71   | 175.00 ± 7.07      | 72.50 ± 2.12              | 619.00 ± 0.00   | 143.00 ± 1.41      | 106.50 ± 3.54             | 575.50 ± 0.71   | 130.00 ± 2.83      | 91.50 ± 0.71              |
|                  | 5               | 254.50 ± 30.41  | 92.00 ± 5.66       | 31.50 ± 4.95              | 432.00 ± 8.49   | 99.50 ± 12.02      | 52.00 ± 4.24              | 434.50 ± 91.22  | 93.50 ± 4.95       | 46.00 ± 9.90              |
|                  | 10              | 246.00 ± 55.15  | 59.00 ± 4.24       | 18.00 ± 1.41              | 284.50 ± 12.02  | 63.00 ± 4.24       | 21.00 ± 1.41              | 263.50 ± 19.09  | 59.00 ± 7.07       | 19.50 ± 0.71              |
|                  | 15              | 498.00 ± 48.08  | 36.50 ± 2.12       | 21.00 ± 1.41              | 271.00 ± 84.85  | 41.00 ± 7.07       | 14.50 ± 6.36              | 441.50 ± 3.54   | 45.00 ± 1.41       | 25.00 ± 1.41              |
| Soğan            | 0               | 315.50 ± 0.71   | 174.50 ± 6.36      | 71.50 ± 2.12              | 619.50 ± 2.12   | 142.50 ± 3.54      | 105.50 ± 0.71             | 578.50 ± 0.71   | 129.50 ± 0.71      | 92.00 ± 1.41              |
|                  | 5               | 699.50 ± 28.99  | 79.00 ± 1.41       | 63.00 ± 2.83              | 788.50 ± 94.05  | 76.50 ± 10.61      | 67.00 ± 0.00              | 819.50 ± 12.02  | 75.50 ± 6.36       | 65.50 ± 2.12              |
|                  | 10              | 728.00 ± 8.49   | 58.50 ± 2.12       | 49.00 ± 1.41              | 604.00 ± 2.83   | 62.50 ± 0.71       | 45.00 ± 0.00              | 512.00 ± 19.80  | 56.50 ± 2.12       | 34.00 ± 1.41              |
|                  | 15              | 674.50 ± 16.26  | 54.00 ± 1.41       | 44.50 ± 2.12              | 492.50 ± 132.23 | 52.50 ± 3.54       | 32.50 ± 10.61             | 382.00 ± 11.31  | 55.50 ± 3.54       | 27.00 ± 2.83              |
| Sarımsak         | 0               | 315.00 ± 2.83   | 174.50 ± 0.71      | 73.00 ± 1.41              | 619.00 ± 1.41   | 142.50 ± 0.71      | 104.00 ± 1.41             | 576.00 ± 2.83   | 128.00 ± 1.41      | 93.50 ± 0.71              |
|                  | 5               | 458.00 ± 82.02  | 96.50 ± 2.12       | 54.50 ± 7.78              | 418.50 ± 27.58  | 95.50 ± 7.78       | 49.00 ± 0.00              | 291.00 ± 26.87  | 101.50 ± 21.92     | 34.50 ± 3.54              |
|                  | 10              | 381.00 ± 26.87  | 88.50 ± 4.95       | 43.00 ± 0.00              | 238.00 ± 5.66   | 95.00 ± 1.41       | 27.50 ± 0.71              | 138.00 ± 0.00   | 100.00 ± 0.00      | 16.00 ± 0.00              |
|                  | 15              | 609.00 ± 36.77  | 64.00 ± 4.24       | 51.00 ± 1.41              | 312.00 ± 16.97  | 73.00 ± 7.07       | 29.50 ± 0.71              | 191.00 ± 1.41   | 79.50 ± 0.71       | 18.00 ± 0.00              |
| Kavun            | 0               | 312.50 ± 3.54   | 176.00 ± 1.41      | 73.00 ± 0.00              | 617.50 ± 2.12   | 137.50 ± 3.54      | 106.50 ± 3.54             | 575.00 ± 5.66   | 129.50 ± 2.12      | 90.00 ± 0.00              |
|                  | 5               | 121.00 ± 9.90   | 146.50 ± 31.82     | 25.50 ± 7.78              | 81.50 ± 21.92   | 102.00 ± 7.07      | 10.50 ± 3.54              | 0.00 ± 0.00     | 0.00 ± 0.00        | 0.00 ± 0.00               |
|                  | 10              | 122.50 ± 19.09  | 88.00 ± 1.41       | 12.5 ± 2.12               | 0.00 ± 0.00     | 0.00 ± 0.00        | 0.00 ± 0.00               | 0.00 ± 0.00     | 0.00 ± 0.00        | 0.00 ± 0.00               |
|                  | 15              | 36.00 ± 4.24    | 67.00 ± 4.24       | 3.50 ± 0.71               | 0.00 ± 0.00     | 0.00 ± 0.00        | 0.00 ± 0.00               | 0.00 ± 0.00     | 0.00 ± 0.00        | 0.00 ± 0.00               |
| Patlıcan         | 0               | 319.50 ± 0.71   | 172.00 ± 1.41      | 72.50 ± 2.12              | 618.00 ± 1.41   | 142.00 ± 0.00      | 107.50 ± 0.71             | 578.00 ± 2.83   | 128.50 ± 2.12      | 93.00 ± 1.41              |
|                  | 5               | 728.50 ± 40.31  | 68.50 ± 2.12       | 56.00 ± 0.00              | 597.50 ± 40.31  | 67.00 ± 11.31      | 45.50 ± 9.19              | 621.00 ± 100.41 | 72.00 ± 2.83       | 50.50 ± 10.61             |
|                  | 10              | 588.00 ± 65.05  | 60.00 ± 2.83       | 42.00 ± 5.66              | 468.00 ± 16.97  | 66.00 ± 1.41       | 34.50 ± 0.71              | 396.50 ± 61.52  | 59.50 ± 2.12       | 27.50 ± 3.54              |
|                  | 15              | 564.50 ± 30.41  | 51.50 ± 2.12       | 34.50 ± 0.71              | 392.50 ± 24.75  | 49.50 ± 0.71       | 24.50 ± 0.71              | 400.00 ± 124.45 | 55.50 ± 7.78       | 25.00 ± 11.31             |
| Enginar          | 0               | 312.50 ± 2.12   | 173.50 ± 0.71      | 72.00 ± 1.41              | 619.50 ± 2.12   | 141.50 ± 2.12      | 105.00 ± 2.83             | 574.50 ± 2.12   | 131.00 ± 1.41      | 92.00 ± 1.41              |
|                  | 5               | 332.50 ± 0.71   | 143.00 ± 8.49      | 66.00 ± 5.66              | 495.00 ± 36.77  | 124.50 ± 0.71      | 82.00 ± 5.66              | 410.00 ± 5.66   | 132.50 ± 4.95      | 72.50 ± 0.71              |
|                  | 10              | 390.00 ± 56.57  | 119.00 ± 5.66      | 66.50 ± 10.61             | 425.50 ± 61.52  | 104.00 ± 7.07      | 61.00 ± 11.31             | 293.00 ± 2.83   | 111.00 ± 1.41      | 47.00 ± 0.00              |
|                  | 15              | 383.00 ± 7.07   | 96.00 ± 11.31      | 53.50 ± 9.19              | 323.50 ± 36.06  | 99.50 ± 0.71       | 46.00 ± 4.24              | 207.50 ± 10.61  | 112.50 ± 20.51     | 27.50 ± 3.54              |
| Nar              | 0               | 317.00 ± 0.00   | 175.00 ± 1.41      | 72.00 ± 2.83              | 621.00 ± 1.41   | 144.00 ± 0.00      | 105.00 ± 1.41             | 578.50 ± 2.12   | 129.00 ± 0.00      | 92.00 ± 1.41              |
|                  | 5               | 234.00 ± 50.91  | 93.00 ± 9.90       | 29.00 ± 2.83              | 378.50 ± 37.48  | 92.00 ± 7.07       | 43.00 ± 1.41              | 365.50 ± 0.71   | 74.00 ± 4.24       | 34.00 ± 0.00              |
|                  | 10              | 145.00 ± 21.21  | 49.00 ± 2.83       | 8.00 ± 1.41               | 95.50 ± 7.78    | 46.00 ± 0.00       | 5.50 ± 0.71               | 53.50 ± 0.71    | 38.00 ± 1.41       | 25.00 ± 0.71              |
|                  | 15              | 93.50 ± 6.36    | 36.00 ± 1.41       | 3.50 ± 0.71               | 50.00 ± 26.87   | 23.50 ± 4.95       | 1.50 ± 0.71               | 24.00 ± 8.49    | 20.50 ± 3.54       | 0.50 ± 0.71               |
| Minimum-maksimum |                 | 36.00 – 728.50  | 36.00 – 176.00     | 3.50 – 86.00              | 0.00 – 1105.00  | 0.00 – 144.00      | 0.00 – 132.00             | 0.00 – 1024.50  | 0.00 – 132.50      | 0.00 – 118.50             |
| Ortalama±std     |                 | 373.47 ± 161.30 | 113.90 ± 45.18     | 52.47 ± 22.32             | 536.34 ± 253.50 | 95.47 ± 38.54      | 67.80 ± 38.47             | 499.00 ± 269.88 | 88.21 ± 37.95      | 58.89 ± 35.72             |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekrerrürün ortalamasıdır.

**Çizelge 4.8.** Ekstensografta 45. dkda çizilen ekstensogram değerlerine ait varyans analiz sonuçları <sup>1</sup>

| VK                     | SD | Direnç (BU) |          | Uzayabilirlik (mm) |          | Enerji (cm <sup>2</sup> ) |          |
|------------------------|----|-------------|----------|--------------------|----------|---------------------------|----------|
|                        |    | KT          | F        | KT                 | F        | KT                        | F        |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 11 | 1501476.1   | 110.28** | 34180.75           | 61.62**  | 19998.28                  | 74.91**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 3  | 118476.2    | 31.91**  | 138242.33          | 913.85** | 16576.28                  | 227.67** |
| <i>(AxB)</i>           | 33 | 791552.6    | 19.38**  | 17156.92           | 10.31**  | 9217.09                   | 11.51**  |
| <b>Hata</b>            |    | 82.13       |          | 117.34             |          | 47.34                     |          |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

**Çizelge 4.9.** Ekstensografta 45. dkda çizilen ekstensogram değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Direnç (BU)          | Uzayabilirlik (mm)   | Enerji (cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------|----|----------------------|----------------------|---------------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                      |                      |                           |
| Elma                   | 8  | 408.75 <sup>bc</sup> | 126.00 <sup>bc</sup> | 65.63 <sup>b</sup>        |
| Karpuz                 | 8  | 394.25 <sup>bc</sup> | 126.75 <sup>bc</sup> | 60.75 <sup>bcd</sup>      |
| Portakal               | 8  | 375.13 <sup>cd</sup> | 126.13 <sup>bc</sup> | 58.25 <sup>bcd</sup>      |
| Üzüm                   | 8  | 265.75 <sup>e</sup>  | 128.88 <sup>bc</sup> | 47.88 <sup>f</sup>        |
| Muz                    | 8  | 514.63 <sup>bc</sup> | 141.38 <sup>a</sup>  | 76.38 <sup>a</sup>        |
| Limon                  | 8  | 328.38 <sup>d</sup>  | 90.38 <sup>e</sup>   | 35.63 <sup>g</sup>        |
| Soğan                  | 8  | 604.25 <sup>a</sup>  | 91.38 <sup>e</sup>   | 57.13 <sup>cde</sup>      |
| Sarımsak               | 8  | 440.75 <sup>b</sup>  | 105.75 <sup>d</sup>  | 55.13 <sup>def</sup>      |
| Kavun                  | 8  | 148.63 <sup>f</sup>  | 118.88 <sup>c</sup>  | 28.88 <sup>g</sup>        |
| Patlıcan               | 8  | 549.00 <sup>a</sup>  | 88.50 <sup>e</sup>   | 51.13 <sup>ef</sup>       |
| Enginar                | 8  | 355.13 <sup>cd</sup> | 133.00 <sup>ab</sup> | 64.50 <sup>bc</sup>       |
| Nar                    | 8  | 196.88 <sup>f</sup>  | 88.00 <sup>e</sup>   | 28.13 <sup>g</sup>        |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                      |                      |                           |
| 0                      | 24 | 315.00 <sup>c</sup>  | 174.00 <sup>a</sup>  | 72.00 <sup>a</sup>        |
| 5                      | 24 | 405.00 <sup>a</sup>  | 115.75 <sup>b</sup>  | 55.96 <sup>b</sup>        |
| 10                     | 24 | 377.92 <sup>b</sup>  | 92.34 <sup>c</sup>   | 44.46 <sup>c</sup>        |
| 15                     | 24 | 395.92 <sup>ab</sup> | 72.92 <sup>d</sup>   | 37.21 <sup>d</sup>        |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)

**Çizelge 4.10.** Ekstensografta 90. dkda çizilen ekstensogram değerlerine ait varyans analiz sonuçları <sup>1</sup>

| VK                     | SD | Direnç (BU) |          | Uzayabilirlik (mm) |          | Enerji (cm <sup>2</sup> ) |          |
|------------------------|----|-------------|----------|--------------------|----------|---------------------------|----------|
|                        |    | KT          | F        | KT                 | F        | KT                        | F        |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 11 | 3765536.90  | 150.43** | 29616.37           | 72.67**  | 55679.87                  | 128.41** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 3  | 465311.40   | 68.16**  | 89289.87           | 803.30** | 58641.03                  | 495.89** |
| <i>(AxB)</i>           | 33 | 1767768.90  | 23.54**  | 21147.76           | 17.30**  | 24510.59                  | 18.84**  |
| <b>Hata</b>            |    | 74.84       |          | 63.50              |          | 39.50                     | 74.84    |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

**Çizelge 4.11.** Ekstensografta 90. dkda çizilen ekstensogram değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Direnç (BU)          | Uzayabilirlik (mm)   | Enerji (cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------|----|----------------------|----------------------|---------------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                      |                      |                           |
| Elma                   | 8  | 793.75 <sup>ab</sup> | 104.38 <sup>c</sup>  | 97.13 <sup>b</sup>        |
| Karpuz                 | 8  | 844.13 <sup>a</sup>  | 100.88 <sup>c</sup>  | 93.38 <sup>b</sup>        |
| Portakal               | 8  | 701.75 <sup>cd</sup> | 101.75 <sup>c</sup>  | 81.63 <sup>c</sup>        |
| Üzüm                   | 8  | 498.63 <sup>e</sup>  | 108.50 <sup>bc</sup> | 69.50 <sup>de</sup>       |
| Muz                    | 8  | 728.00 <sup>bc</sup> | 124.75 <sup>a</sup>  | 111.75 <sup>a</sup>       |
| Limon                  | 8  | 401.63 <sup>f</sup>  | 86.38 <sup>d</sup>   | 48.38 <sup>gh</sup>       |
| Soğan                  | 8  | 626.00 <sup>d</sup>  | 83.38 <sup>de</sup>  | 62.63 <sup>ef</sup>       |
| Sarımsak               | 8  | 396.88 <sup>f</sup>  | 101.38 <sup>c</sup>  | 53.00 <sup>fg</sup>       |
| Kavun                  | 8  | 175.13 <sup>h</sup>  | 61.00 <sup>f</sup>   | 29.13 <sup>i</sup>        |
| Patlıcan               | 8  | 519.25 <sup>e</sup>  | 81.13 <sup>de</sup>  | 52.63 <sup>fg</sup>       |
| Enginar                | 8  | 465.75 <sup>ef</sup> | 117.50 <sup>ab</sup> | 73.75 <sup>cd</sup>       |
| Nar                    | 8  | 285.75 <sup>g</sup>  | 75.88 <sup>e</sup>   | 39.00 <sup>hi</sup>       |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                      |                      |                           |
| 0                      | 24 | 619.00 <sup>a</sup>  | 142.00 <sup>a</sup>  | 106.00 <sup>a</sup>       |
| 5                      | 24 | 589.21 <sup>a</sup>  | 101.46 <sup>b</sup>  | 72.00 <sup>b</sup>        |
| 10                     | 24 | 486.00 <sup>b</sup>  | 78.42 <sup>c</sup>   | 52.63 <sup>c</sup>        |
| 15                     | 24 | 451.34 <sup>b</sup>  | 60.42 <sup>d</sup>   | 40.67 <sup>d</sup>        |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.12.** Ekstensografta 135. dkda çizilen ekstensogram değerlerine ait varyans analiz sonuçları <sup>1</sup>

| VK                     | SD | Direnç (BU) |          | Uzayabilirlik (mm) |          | Enerji (cm <sup>2</sup> ) |          |
|------------------------|----|-------------|----------|--------------------|----------|---------------------------|----------|
|                        |    | KT          | F        | KT                 | F        | KT                        | F        |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 11 | 4113421.6   | 90.367** | 50317.08           | 103.12** | 49636.62                  | 83.70**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 3  | 608934.9    | 49.05**  | 61979.92           | 465.73** | 46500.45                  | 287.49** |
| <i>(AxB)</i>           | 33 | 1991982.7   | 14.59**  | 21396.33           | 14.62**  | 22313.18                  | 12.54**  |
| <b>Hata</b>            |    | 91.13       |          | 34.34              |          | 20.00                     |          |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

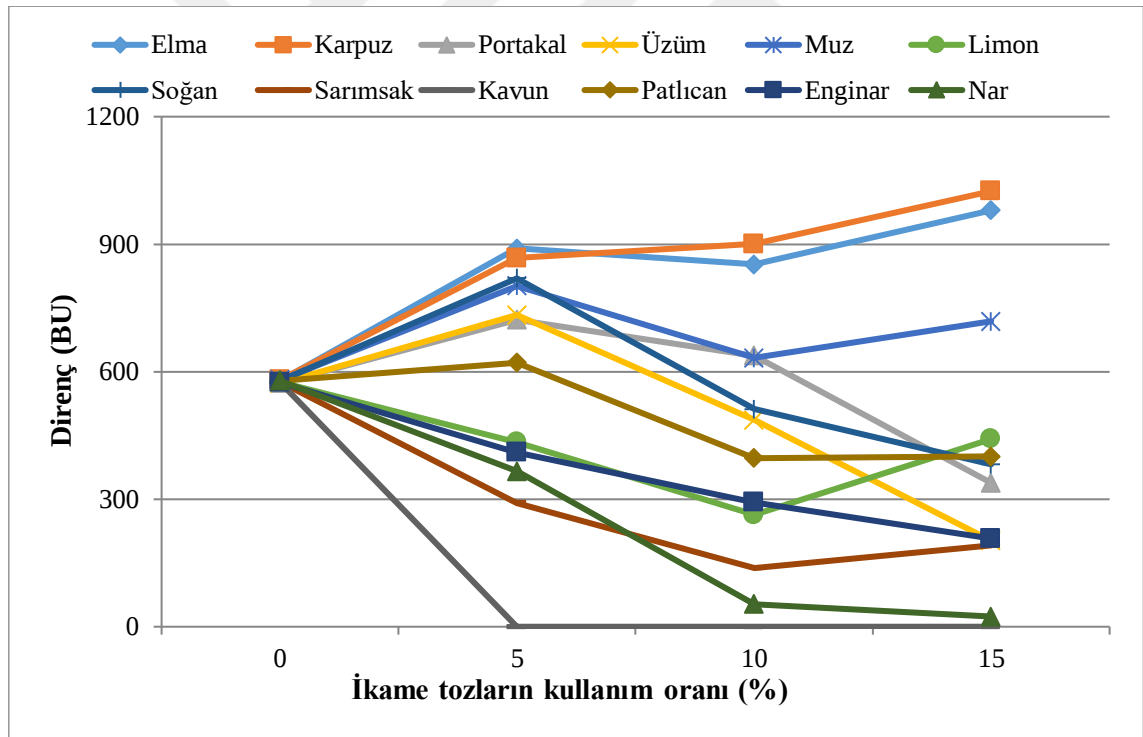
**Çizelge 4.13.** Ekstensografta 135. dkda çizilen ekstensogram değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Direnç (BU)          | Uzayabilirlik (mm)  | Enerji (cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------|----|----------------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                      |                     |                           |
| Elma                   | 8  | 824.63 <sup>a</sup>  | 95.63 <sup>b</sup>  | 91.13 <sup>ab</sup>       |
| Karpuz                 | 8  | 842.38 <sup>a</sup>  | 93.63 <sup>b</sup>  | 87.13 <sup>b</sup>        |
| Portakal               | 8  | 568.75 <sup>c</sup>  | 92.25 <sup>bc</sup> | 61.75 <sup>c</sup>        |
| Üzüm                   | 8  | 499.75 <sup>cd</sup> | 94.75 <sup>b</sup>  | 62.38 <sup>c</sup>        |
| Muz                    | 8  | 682.38 <sup>b</sup>  | 119.63 <sup>a</sup> | 100.13 <sup>a</sup>       |
| Limon                  | 8  | 429.13 <sup>de</sup> | 81.63 <sup>cd</sup> | 45.63 <sup>ef</sup>       |
| Soğan                  | 8  | 572.63 <sup>bc</sup> | 79.13 <sup>d</sup>  | 54.63 <sup>cde</sup>      |
| Sarımsak               | 8  | 299.25 <sup>fg</sup> | 102.50 <sup>b</sup> | 40.13 <sup>fg</sup>       |
| Kavun                  | 8  | 144.25 <sup>h</sup>  | 32.25 <sup>f</sup>  | 23.00 <sup>h</sup>        |
| Patlıcan               | 8  | 498.63 <sup>cd</sup> | 79.00 <sup>d</sup>  | 48.75 <sup>def</sup>      |
| Enginar                | 8  | 371.88 <sup>ef</sup> | 121.25 <sup>a</sup> | 59.75 <sup>cd</sup>       |
| Nar                    | 8  | 255.00 <sup>h</sup>  | 65.38 <sup>e</sup>  | 32.25 <sup>gh</sup>       |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                      |                     |                           |
| 0                      | 24 | 577.00 <sup>a</sup>  | 129.00 <sup>a</sup> | 92.00 <sup>a</sup>        |
| 5                      | 24 | 579.67 <sup>a</sup>  | 87.88 <sup>b</sup>  | 64.88 <sup>b</sup>        |
| 10                     | 24 | 430.42 <sup>b</sup>  | 74.04 <sup>c</sup>  | 43.84 <sup>c</sup>        |
| 15                     | 24 | 409.13 <sup>b</sup>  | 61.42 <sup>d</sup>  | 34.84 <sup>d</sup>        |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ )

Gıda endüstrisi yan ürünü ilaveli örneklerin 135. dk'daki uzayabilirlik değerleri 0.00 – 132.50 mm arasında değişirken ortalama değerin  $88.21 \pm 37.95$  mm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Örneklerle ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının uzayabilirlik değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkilerinin ( $p < 0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde; muz kabuğu ve enginar yaprağı tozu ilaveli örneklerin en yüksek uzayabilirliği gösterdiği ve örnekler arasında önemli bir fark olmadığı, bunları sırasıyla sarımsak, elma, üzüm, karpuz ve portakalın izlediği görülmüştür ( $p > 0.05$ ). Sonuçlar ikame oranı bakımından incelendiğinde ise; yan ürün oranı arttıkça uzayabilirliğin düştüğü görülmüş, en düşük uzayabilirlik değerleri % 15 oranında tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).



**Şekil 4.3.** Yan ürün ilave edilmiş hamur örneklerinin 135.dk'daki direnç değerleri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonu

Şekil 4.3'te yan ürün ilave edilmiş hamur örneklerinin 135.dk'daki direnç değerleri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonu verilmiştir. Limon, enginar, nar, sarımsak ve kavun yan ürünü tozu ilavesinin hamurların direncini önemli ölçüde düşürdüğü görülmektedir. Patlıcan, soğan, portakal ve üzüm yan ürünü tozunun

% 5'ten fazla ilavesinin hamurların 135. dk'daki direncini düşürdüğü belirlenmiştir. Karpuz ve elma yan ürünü tozu ilavesi arttıkça hamurların direncinin arttığı belirlenmiştir.

Miś ve ark. (2012) un karışımlarındaki ikame ürün çeşidinin hamurların uzayabilirliğini etkileyen en önemli faktör olduğunu belirtmişlerdir. Peymanpour ve ark. (2007); buğday ununa ilave edilen yulaf unu oranı arttıkça hamurun uzayabilirliğinin arttığını ancak enerjisinin azaldığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun yulaf unundaki mevcut kepekten kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Buğday ununa hurma lifi (Ahmed ve ark., 2013), karpuz çekirdeği konsantresi (Wani ve ark., 2013), tatlı kabak unu (Giami, 2001), soya unu ve tritikale unu (Mishra ve ark., 1991) gibi ürünlerin ilavesinin hamurun uzayabilirliğini düşürdüğü rapor edilmiştir. Bu durumun buğday ununa ilave edilen ürünlerin hamurun gluten içeriğini oransal olarak azaltıp gluten ağını zayıflatması ve dolayısıyla hamurun viskoelastik özelliklerini negatif olarak etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hamur uzayabilirliğinden gluteninin doğal elastik yapısı sorumludur (Khatkar, 2004). İlave edilen yan ürünün gluten içermemesi ve undaki gluten miktarının oransal olarak azalmasından dolayı hamur direncinin düştüğü değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırmalar ilave edilen ürün çeşidinin yanı sıra ikame un ilave oranının da hamur uzayabilirliği üzerinde etkili olduğu, çoğu ürünün % 5'ten az ilavesinde uzayabilirlik değerinde kontrolden farklı sonuçlar alınmadığı belirtilmiştir ( $p>0.05$ ) (Ahmed ve ark., 2013; Miś ve ark., 2012; Wang ve ark., 2002).

Çalışmada kullanılan un karışımlarının 135 dk'daki enerji değerleri Çizelge 4.7'de verilmiş olup sonuçların 0.00 – 118.50 cm<sup>2</sup> arasında değiştiği görülmüştür. Un karışımlarının varyans analizi sonuçları incelendiğinde, enerji değeri üzerine, yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13'te verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi açısından incelendiğinde en yüksek ve en düşük enerji değerlerinin sırasıyla muz (100.13 cm<sup>2</sup>) ve kavun (23.00 cm<sup>2</sup>) kabuğu tozu ilaveli un karışımlarında olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar ikame oranı açısından incelendiğinde ise; bütün örnekler için ilave edilen gıda endüstrisi yan ürünü oranı arttıkça enerji değerinin düştüğü belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda armut, elma, hurma ve enginar lifi konsantrelerinin buğday ununa ilavesinin hamurun deformasyon enerjisini artırdığı ve ilave edilen lif oranı arttıkça

deformasyonun arttığı yapılan alveograf analiziyle belirlenmiştir (Ayadi ve ark., 2009; Boubaker ve ark., 2016).

Zhu ve ark. (2023), arabinoksilan ilave edilen hamurlarda ekstensograf analizinde enerji değerinin düştüğü yani hamur yapısının bozulması için daha az enerji gerektiği görülmüştür. Çalışmada direnç azalırken uzayabilirliğin arttığı görülmüştür.

Hamura ilave edilen fenolik bileşiklerin gluten ile etkileşime girdiği, bunun da glutendeki disülfid bağlarını azalttığı ve tiyol grupları gibi diğer kovalent bağların oluşumunu artırdığı bilinmektedir. Disülfid bağlarının tiyol gruplarıyla yer değiştirmesi, yoğurma toleransı, uzama direnci, hamur geliştirme süresi, hamur mukavemeti, hamur viskozitesi vb. gibi hamurun reolojik özelliklerini etkilemektedir (Xu ve ark., 2019). İlave edilen yan ürünlerde bol miktarda bulunan fenolik maddelerin gluten ile etkileşime girdiği ve enerji değerlerinin düşmesine yol açtığı düşünülmektedir.

### **4.3. Ekmek Örneklerine Ait Analiz Sonuçları**

Çalışmanın ilk aşamasında 12 farklı yan ürün arasından seçilen elma posası, karpuz kabuğu, portakal posası üzüm posası ve muz kabuğu tozları 3 farklı oranda olacak şekilde % 0, 5 ve 10 oranlarında buğday ununa ayrı ayrı ilave edilerek ekmek formülasyonuna eklenmiştir. Örneklere ait analiz sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

#### **4.3.1. Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk değerlerine ait sonuçlar**

Renk, ekmeğin en önemli kalite kriterlerinden biridir. Ekmeğin pişirilmesi sırasında oluşan parlak altın kabuk rengi ve kremi beyaz ekmek içi rengi, alışılmış beyaz ekmek özelliklerindendir (Yi ve Kerr, 2009). Ekmek örneklerinin kabuk rengi değerleri Çizelge 4.14'te, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'te ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.16'da verilmiştir. Ekmek örneklerinin iç renk değerleri Çizelge 4.17'de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18'de ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Gıda endüstrisi yan ürünleri ilave edilmiş ekmek örneklerinin kabuk rengi değerleri<sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame oranı (%) | L*            | a*           | b*            | Ton Açısı     | Doygunluk İndeksi |
|------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|
| Elma             | 0               | 56.64 ± 0.86  | 13.12 ± 0.02 | 36.21 ± 0.81  | 70.08 ± 0.44  | 38.51 ± 0.76      |
|                  | 5               | 51.99 ± 0.00  | 11.34 ± 0.00 | 23.55 ± 0.00  | 64.29 ± 0.00  | 26.14 ± 0.00      |
|                  | 10              | 48.23 ± 0.16  | 11.25 ± 0.09 | 20.11 ± 0.01  | 60.78 ± 0.19  | 23.04 ± 0.05      |
| Karpuz           | 0               | 56.64 ± 0.86  | 13.12 ± 0.02 | 36.21 ± 0.81  | 70.08 ± 0.44  | 38.51 ± 0.76      |
|                  | 5               | 47.45 ± 0.25  | 14.51 ± 0.32 | 26.53 ± 0.30  | 61.33 ± 0.25  | 30.23 ± 0.42      |
|                  | 10              | 37.35 ± 0.32  | 14.29 ± 0.13 | 15.47 ± 0.68  | 47.26 ± 1.00  | 21.06 ± 0.58      |
| Portakal         | 0               | 56.64 ± 0.86  | 13.12 ± 0.02 | 36.21 ± 0.81  | 70.08 ± 0.44  | 38.51 ± 0.76      |
|                  | 5               | 44.80 ± 0.05  | 15.05 ± 0.01 | 26.31 ± 0.08  | 60.23 ± 0.08  | 30.30 ± 0.06      |
|                  | 10              | 46.50 ± 0.38  | 16.25 ± 0.52 | 27.41 ± 0.87  | 59.33 ± 1.60  | 31.86 ± 0.48      |
| Üzüm             | 0               | 56.64 ± 0.86  | 13.12 ± 0.02 | 36.21 ± 0.81  | 70.08 ± 0.44  | 38.51 ± 0.76      |
|                  | 5               | 44.49 ± 0.40  | 12.46 ± 0.45 | 22.63 ± 0.21  | 61.17 ± 1.09  | 25.83 ± 0.04      |
|                  | 10              | 36.44 ± 0.20  | 12.27 ± 0.15 | 14.98 ± 0.04  | 50.68 ± 0.41  | 19.36 ± 0.07      |
| Muz              | 0               | 56.64 ± 0.86  | 13.12 ± 0.02 | 36.21 ± 0.81  | 70.08 ± 0.44  | 38.51 ± 0.76      |
|                  | 5               | 39.44 ± 0.04  | 10.91 ± 0.13 | 17.34 ± 0.47  | 57.81 ± 1.00  | 20.49 ± 0.33      |
|                  | 10              | 35.76 ± 0.02  | 9.97 ± 0.04  | 12.72 ± 0.13  | 51.91 ± 0.20  | 16.15 ± 0.13      |
| Minimum-Maksimum |                 | 37.35 – 56.64 | 9.97 – 16.25 | 12.72 – 36.21 | 47.26 – 70.08 | 16.15 – 38.51     |
| Ortalama±std     |                 | 47.71 ± 7.94  | 12.92 ± 1.67 | 25.87 ± 8.70  | 61.68 ± 7.60  | 29.13 ± 8.06      |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**Çizelge 4.15.** Gıda endüstrisi yan ürünleri ilave edilmiş ekmek örneklerinin kabuk rengi değerlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | L*      |           | a*    |          | b*      |           | Ton Açısı |           | Doygunluk İndeksi |           |
|------------------------|----|---------|-----------|-------|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|
|                        |    | KT      | F         | KT    | F        | KT      | F         | KT        | F         | KT                | F         |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 248.66  | 326.10**  | 49.84 | 302.71** | 200.08  | 208.43**  | 134.03    | 81.04**   | 230.58            | 300.07**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 1310.86 | 3438.13** | 0.57  | 6.89**   | 1734.23 | 3613.13** | 1302.19   | 1574.76** | 1410.74           | 3671.76** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 207.64  | 136.15**  | 27.33 | 83.00**  | 183.40  | 95.53**   | 179.77    | 54.35**   | 179.51            | 116.81**  |
|                        |    | 2.67    |           | 0.58  |          | 3.36    |           | 5.79      |           | 2.69              |           |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

**Çizelge 4.16.** Gıda endüstrisi yan ürünleri ilave edilmiş ekmek örneklerinin kabuk rengi değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | L*                 | a*                 | b*                 | Ton Açısı           | Doygunluk İndeksi  |
|------------------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                    |                    |                    |                     |                    |
| <i>Elma</i>            | 6  | 52.29 <sup>a</sup> | 11.90 <sup>d</sup> | 26.62 <sup>b</sup> | 65.05 <sup>a</sup>  | 29.23 <sup>c</sup> |
| <i>Karpuz</i>          | 6  | 47.15 <sup>c</sup> | 13.97 <sup>b</sup> | 26.07 <sup>b</sup> | 59.56 <sup>d</sup>  | 29.94 <sup>b</sup> |
| <i>Portakal</i>        | 6  | 49.31 <sup>b</sup> | 14.80 <sup>a</sup> | 29.97 <sup>a</sup> | 63.22 <sup>b</sup>  | 33.56 <sup>a</sup> |
| <i>Üzüm</i>            | 6  | 45.86 <sup>d</sup> | 12.61 <sup>c</sup> | 24.60 <sup>c</sup> | 60.64 <sup>c</sup>  | 27.90 <sup>d</sup> |
| <i>Muz</i>             | 6  | 43.94 <sup>e</sup> | 11.33 <sup>e</sup> | 22.09 <sup>d</sup> | 59.94 <sup>cd</sup> | 25.05 <sup>e</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                    |                    |                    |                     |                    |
| <i>0</i>               | 10 | 56.64 <sup>a</sup> | 13.12 <sup>a</sup> | 36.21 <sup>a</sup> | 70.08 <sup>a</sup>  | 38.51 <sup>a</sup> |
| <i>5</i>               | 10 | 45.63 <sup>b</sup> | 12.85 <sup>b</sup> | 23.27 <sup>b</sup> | 60.97 <sup>b</sup>  | 26.60 <sup>b</sup> |
| <i>10</i>              | 10 | 40.85 <sup>c</sup> | 12.80 <sup>b</sup> | 18.13 <sup>c</sup> | 53.99 <sup>c</sup>  | 22.29 <sup>c</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

#### 4.3.1.1. Kabuk rengi L\* değeri

Ekmek örneklerine ait kabuk rengi L\* değeri 37.35 ile 56.64 arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre ekmek örneklerinin L\* değerlerinin yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarından istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) derecede etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek L\* değeri elma posası ilaveli ekmeklerde görülmüş olup, bunu portakal, karpuz ve üzüm takip etmiş, en düşük değer muz kabuğu ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca ekmeklere ilave edilen ürün oranı arttıkça L\* değerinin düştüğü belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.16). Fırın ürünlerinin kabuk rengi, hammaddelerin renk bileşikleri ile Maillard reaksiyonu ve pişirme sırasında ısı ile artan karamelizasyon reaksiyonları gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Helou ve ark. 2016). Hammaddenin protein içeriği ile son ürünün parlaklık değeri arasında negatif korelasyon olduğu da yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Chevallier ve ark., 2010). İlave edilen yan ürün oranı arttıkça düşen parlaklık değerinin; yan ürünlerin bünyesindeki liflerin serbest şeker içeriğinin yüksek oluşundan da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

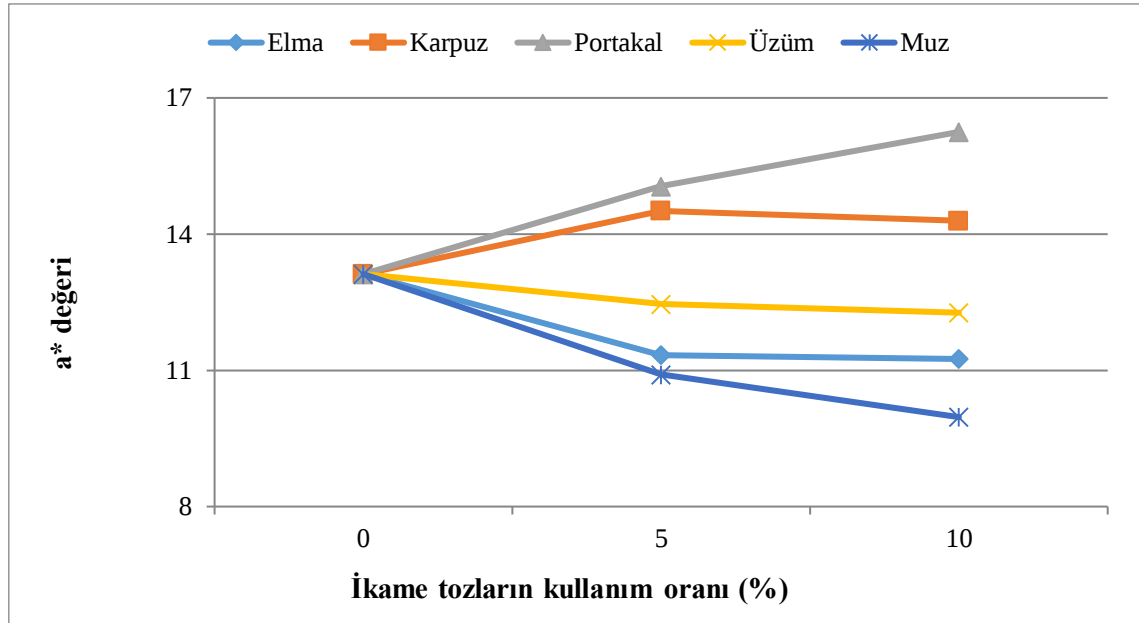
Tam buğday ununa çeşitli oranlarda elma posası – mısır irmiği karışımı ilave edilerek yapılan ekmekler; elma posasında bol miktarda bulunan indirgenmiş şeker içeriğinin ekmeğin kabuk renginin oluşumunda önemli etkisi olduğunu göstermiştir (Alongi ve ark., 2019; Torbica ve ark., 2019). İndirgenmiş şekerler; Maillard tipi reaksiyonlarla üretilen melanoidin veya kahverengi polimer formlarıyla ürünün renginin değişmesini sağlarlar (Martins ve ark., 2001). Bir çeşit muz cinsi olan plantain ununa % 0 – 50 oranında karpuz kabuğu tozu ilavesiyle üretilen keklerde ilave edilen karpuz kabuğu oranı arttıkça L\* değerinin düştüğü rapor edilmiştir. % 30’dan fazla karpuz kabuğu tozu ilavesinde L\* değerinde önemli bir değişim görülmemiştir (Adegunwa ve ark., 2019). Naknaen ve ark. (2016), buğday ununa ilave edilen karpuz kabuğu oranı arttıkça kurabiyelerin L\* değerinin düştüğünü belirtmişlerdir. Farklı oranlarda muz kabuğu tozu ilave edilen hamurların L\* değerinin ilave oranı arttıkça kontrole göre oldukça düştüğü belirlenmiştir (Kurahde ve ark., 2016). Ocen ve Xu, (2013) yaptıkları bir çalışmada çeşitli turuncgil yan ürünlerinin farklı oranlarda ilave edilmesiyle üretilen ekmeklerde % 5’e kadar yan ürün ilavesinin kabuğun L\* değeri üzerinde etkisinin olmadığı ancak bu ilave oranının üzerinde L\* değerinin düştüğü belirlemişlerdir.

Benzer şekilde üzüm posası tozu ilaveli kek, kurabiye, bisküvi ve ekmek kabuğunda L\* değerinin kontrol grubuna göre düştüğü rapor edilmiştir (Nakov ve ark. ,2020; Acun ve Gül, 2014; Bender ve ark., 2007; Hayta ve ark., 2014; Pasqualone ve ark., 2014). Soğan kabuğu tozu ilave edilerek üretilen ekmeklerde de benzer şekilde L\* değerinin kontrole göre düştüğü ( $p<0.05$ ) rapor edilmiştir (Bedrniček ve ark., 2020).

#### 4.3.1.2. Kabuk rengi a\* değeri

Ekmek örneklerine ait kabuk a\* değeri 9.97 ile 16.25 arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre ekmek kabuklarının a\* değeri üzerinde yan ürün ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek a\* değeri portakal yan ürünü ilaveli ekmeklerde görülmüş olup, bunu sırasıyla karpuz, üzüm, elma takip etmiş, en düşük değer muz kabuğu ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek a\* değeri kontrol grubu örneklerde görülmüş olup ( $p<0.05$ ); yan ürün ilavesi ile a\* değerlerinde düşme gözlenmiş, % 5 ve % 10 ikame oranlarında istatistiki bir fark olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.16).



**Şekil 4.4.** Yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin kabuk a\* rengi değeri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonu

Şekil 4.4’de yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin kabuk a\* rengi değeri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu verilmiştir. Ekmek örneklerinin kabuk a\* değerlerinin portakal ve karpuz yan ürünü ilavesiyle arttığı; diğer yan ürünlerin ilavesinde ise düştüğü belirlenmiştir.

Buğday ununa % 0 – 5 – 10 – 15 – 20 oranında muz kabuğu ilave edilerek üretilen hamurlarda en yüksek a\* değeri kontrol (% 0) grubunda görüldüğü ve ilave edilen ürün oranı arttıkça a\* değerinin düştüğü rapor edilmiştir (Kurahde ve ark., 2016). Ekmeğe % 3’ten fazla turunçgil yan ürünü ilavesinin ekmek kabuğunun a\* değerini artırdığı Ocen ve Xu (2016) tarafından belirtilmiştir.

Buğday ununun farklı oranlarda üzüm posası tozuyla zenginleştirildiği çalışmalarda, üzüm posası tozu ilavesinin kek, kurabiye ve ekmek kabuğunun a\* değerini düşürdüğü görülmüştür (Nakov ve ark., 2020; Acun ve Gül, 2014; Bender ve ark., 2007; Hayta ve ark., 2014). Soğan kabuğu ilavesinin glutensiz ekmeklerin kırmızılık değerini görünür şekilde artırdığı ancak kurutulmuş soğan ilaveli örneklerin kontrolle benzer ( $p>0.05$ ) değerler verdiği belirtilmiştir (Bedrníček ve ark., 2020).

#### 4.3.1.3. Kabuk rengi b\* değeri

Ekmek örneklerine ait kabuk b\* değeri 12.72 ile 36.21 arasında değişmiş olup ortalama 25.87 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre ekmek örneklerinin kabuklarına ait b\* değeri üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek b\* değeri portakal yan ürünü ilaveli ekmek kabuklarında görülmüş olup, bunu elma ve karpuz izlemiş, en düşük değer ise; muz kabuğu ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca ekmeklere ilave edilen ikame ürün oranı arttıkça b\* değerinin düştüğü belirlenmiş, en düşük sarılık değerleri % 10 yan ürün ilaveli ekmek örneklerinde tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.16).

Plantain ununa karpuz kabuğu ilavesiyle üretilen keklerde; ilave edilen karpuz kabuğu oranı arttıkça keklerin b\* değerinin düştüğü belirtilmiştir (Adegunwa ve ark., 2019). Karpuz kabuğu tozu ilave edilerek üretilen kurabiyelerin b\* değerinin düştüğü ( $p<0.05$ ) görülmüştür (Naknahan ve ark., 2016). Bedrníček ve ark. (2020), soğan kabuğu tozu ilave ettikleri ekmeklerin kontrol grubuna göre daha düşük b\* değeri

verdiklerini rapor etmişlerdir. Kurhade ve ark. (2016); muz kabuğu tozunun sarıdan kahverengiye dönmesinde içeriğindeki fenolik bileşikler ve ksantofillerin etkisi olduğunu düşünmektedir. Benzer şekilde Bender ve ark. (2017), üzüm posası tozunun buğday ununa ilavesinin kurabiye, kek ve ekmek kabuğunun b\* değerini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Buğday ununa sarı balkabağı unu ilavesinin ekmek kabuklarının b\* değerini önemli oranda ( $p<0.05$ ) düşürdüğü Aljahani, (2022) tarafından rapor edilmiştir.

#### **4.3.1.4. Kabuk rengi ton açısı (Hue angle) ve doygunluk indeksi (SI) değerleri**

Ekmek örneklerinin kabuklarına ait Hue ve SI değerleri ortalama 29.13 ve 61.68 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin Hue ve SI değeri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünler ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek ton açısı değeri elma posası ilaveli ekmeklerde; en düşük ton açısı değeri ise karpuz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. Karpuz kabuğu ilaveli örnekler ile muz kabuğu ve üzüm posası ilaveli örneklerin ton açısı değerleri birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 4.16). Yan ürün ikame oranı arttıkça ton açısı değerlerinin de istatistiki olarak düştüğü belirlenmiş, en yüksek değer kontrol grubu ekmeklerde tespit edilmiştir.

SI değerleri açısından çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek SI değeri portakal yan ürünü ilaveli örneklerde belirlenmiş, bunu sırasıyla karpuz, elma ve üzüm izlemiş, en düşük değer ise muz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. İlave edilen yan ürünü oranı arttıkça hem SI değerlerinin de düştüğü belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.16).

#### **4.3.1.5. Ekmek içi rengi L\* değeri**

Ekmek örneklerinin iç rengine ait L\* değerleri 40.98 ile 79.33 arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre ekmek için L\* değeri üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak etkili ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

İlave edilen yan ürünler açısından incelendiğinde ekmek içlerinde en yüksek parlaklık değeri portakal yan ürünü ilaveli ekmeklerde gözlenmiş, bunu sırasıyla karpuz, elma ve üzüm ilaveliler izlemiş, en düşük ise muz kabuğu ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca ekmeklere ilave edilen ikame yan ürün oranı arttıkça parlaklık değerlerinin düştüğü belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.19). Ekmek içi renk değerleri fermentasyon ve pişirme sırasında meydana gelen reaksiyonlardan daha çok kullanılan hammaddelerin renk değerlerinden etkilenmektedir. Buğday ununa arpa yan ürünü, şeker pancarı küspesi ve elma posası tozu ilave edilerek yapılan ekmek örneklerine ait iç renklerinin  $L^*$  değeri incelendiğinde; arpa yan ürünü ve elma posası ilaveli örneklerin kontrolden daha düşük  $L^*$  değeri verdiği görülmüştür ( $p<0.05$ ). Şeker pancarı küspesi ilaveli örnekler ve kontrol arasında ise anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir ( $p>0.05$ ) (Torbica ve ark., 2019).

#### 4.3.1.6. Ekmek içi rengi $a^*$ değeri

Ekmek örneklerinin ekmek içi  $a^*$  değeri -0.31 ile 6.48 arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Ekmek örneklerinin ekmek içi  $a^*$  değeri üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” önemli ( $p<0.01$ ) derecede etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; ekmek iç renklerinde en yüksek  $a^*$  değeri üzüm posası ilaveli ekmeklerde görülmüş olup, bunu muz, elma ve karpuz yan ürünü iave edilmiş ekmek örneklerinin takip ettiği belirlenmiş, en düşük değer ise; portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. İlave edilen ikame ürün oranı arttıkça ekmek içinde kırmızılığın arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.19).

Marti ve ark. (2018) artan Maillard reaksiyonu ürünlerinin ekmek içi  $a^*$  renk değerinin artışından da sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. Buğday ununa % 10 – 20 – 30 oranında karpuz kabuğu ilave edilerek üretilen kurabiyelerin  $a^*$  değerinin arttığı rapor edilmiştir (Naknaen ve ark., 2016). Torbica ve ark. (2019), tam buğday ununa arpa yan ürünleri şeker pancarı küspesi ve elma posası ilave ederek ekmek üretmişlerdir. Örneklerin ekmek iç renklerinde en yüksek kırmızılık elma posası ilaveli örneklerde görüldüğü, en düşük değerlerin ise kontrol ve şeker pancarı küspesi ilaveli örneklerde bulunduğu rapor edilmiştir ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.17. Ekmek içi renk analiz sonuçları<sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame oranı (%) | L*            | a*           | b*            | Ton Açısı     | Doygunluk İndeksi |
|------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|
| Elma             | 0               | 79.33 ± 0.60  | -0.31 ± 0.01 | 14.04 ± 0.42  | 14.04 ± 0.42  | 91.25 ± 0.01      |
|                  | 5               | 61.51 ± 0.27  | 2.58 ± 0.01  | 16.97 ± 0.01  | 17.17 ± 0.02  | 81.36 ± 0.04      |
|                  | 10              | 54.70 ± 0.06  | 4.94 ± 0.02  | 20.22 ± 0.04  | 20.81 ± 0.03  | 76.28 ± 0.08      |
| Karpuz           | 0               | 79.33 ± 0.60  | -0.31 ± 0.01 | 14.04 ± 0.42  | 14.04 ± 0.42  | 91.25 ± 0.01      |
|                  | 5               | 73.06 ± 0.37  | 0.50 ± 0.01  | 21.47 ± 0.42  | 21.48 ± 0.42  | 88.68 ± 0.01      |
|                  | 10              | 66.15 ± 1.44  | 1.32 ± 0.03  | 25.61 ± 0.17  | 25.64 ± 0.17  | 87.05 ± 0.04      |
| Portakal         | 0               | 79.33 ± 0.60  | -0.31 ± 0.01 | 14.04 ± 0.42  | 14.04 ± 0.42  | 91.25 ± 0.01      |
|                  | 5               | 72.30 ± 0.16  | 0.06 ± 0.01  | 23.33 ± 0.76  | 23.33 ± 0.76  | 89.86 ± 0.02      |
|                  | 10              | 69.61 ± 0.01  | 1.03 ± 0.02  | 28.84 ± 0.21  | 28.86 ± 0.21  | 87.96 ± 0.03      |
| Üzüm             | 0               | 79.33 ± 0.60  | -0.31 ± 0.01 | 14.04 ± 0.42  | 14.04 ± 0.42  | 91.25 ± 0.01      |
|                  | 5               | 48.86 ± 0.34  | 5.50 ± 0.06  | 14.66 ± 0.18  | 15.65 ± 0.19  | 69.43 ± 0.03      |
|                  | 10              | 47.42 ± 0.53  | 6.48 ± 0.23  | 15.38 ± 0.40  | 16.68 ± 0.46  | 67.16 ± 0.20      |
| Muz              | 0               | 79.33 ± 0.60  | -0.31 ± 0.01 | 14.04 ± 0.42  | 14.04 ± 0.42  | 91.25 ± 0.01      |
|                  | 5               | 45.58 ± 0.08  | 4.75 ± 0.04  | 14.37 ± 0.07  | 15.13 ± 0.06  | 71.73 ± 0.21      |
|                  | 10              | 40.98 ± 0.64  | 5.71 ± 0.06  | 13.65 ± 0.04  | 14.79 ± 0.01  | 67.29 ± 0.26      |
| Minimum-Maksimum |                 | 40.98 – 79.33 | -0.31 – 6.48 | 13.65 – 28.84 | 13.74 – 28.86 | 67.29 – 91.25     |
| Ortalama±std     |                 | 65.12 ± 14.17 | 2.09 ± 2.62  | 17.64 ± 4.99  | 17.98 ± 4.85  | 82.87 ± 9.70      |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.18. Ekmek örneklerinin iç renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | L*      |           | a*    |            | b*     |          | Ton Açısı |            | Doygunluk İndeksi |           |
|------------------------|----|---------|-----------|-------|------------|--------|----------|-----------|------------|-------------------|-----------|
|                        |    | KT      | F         | KT    | F          | KT     | F        | KT        | F          | KT                | F         |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 1644.13 | 1239.30** | 65.30 | 4104.72**  | 295.32 | 620.57** | 1016.08   | 27455.45** | 242.29            | 487.78**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 3128.52 | 4716.41** | 93.29 | 11728.32** | 228.56 | 960.57** | 1099.26   | 59405.6**  | 272.67            | 1097.89** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 845.83  | 318.78**  | 34.28 | 1077.47**  | 173.53 | 182.33** | 518.01    | 6998.59**  | 144.20            | 145.15**  |
| <b>Hata</b>            |    | 4.64    |           | 0.06  |            | 1.67   |          | 0.13      |            | 1.74              |           |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli, \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.19. Ekmek örneklerinin iç renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | L*                 | a*                 | b*                 | Ton Açısı          | Doygunluk İndeksi  |
|------------------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>Elma</b>            | 6  | 65.18 <sup>c</sup> | 2.40 <sup>c</sup>  | 17.07 <sup>c</sup> | 82.96 <sup>c</sup> | 17.34 <sup>c</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 72.85 <sup>b</sup> | 0.50 <sup>d</sup>  | 20.37 <sup>b</sup> | 88.99 <sup>b</sup> | 20.39 <sup>b</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 73.74 <sup>a</sup> | 0.26 <sup>e</sup>  | 22.07 <sup>a</sup> | 89.69 <sup>a</sup> | 22.07 <sup>a</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 58.53 <sup>d</sup> | 3.89 <sup>a</sup>  | 14.69 <sup>d</sup> | 76.75 <sup>e</sup> | 15.46 <sup>d</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 55.29 <sup>e</sup> | 3.83 <sup>b</sup>  | 14.02 <sup>e</sup> | 75.95 <sup>d</sup> | 14.65 <sup>e</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>0</b>               | 10 | 79.33 <sup>a</sup> | -0.31 <sup>c</sup> | 14.04 <sup>c</sup> | 91.25 <sup>a</sup> | 14.04 <sup>c</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 60.26 <sup>b</sup> | 2.68 <sup>b</sup>  | 18.16 <sup>b</sup> | 80.21 <sup>b</sup> | 18.56 <sup>b</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 55.77 <sup>c</sup> | 3.89 <sup>a</sup>  | 20.74 <sup>a</sup> | 77.15 <sup>c</sup> | 21.36 <sup>a</sup> |

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)

#### 4.3.1.7. Ekmek içi rengi b\* değeri

Ekmek örneklerinin iç renklerine ait b\* değerleri 13.65 ile 28.84 arasında değişmektedir (Çizelge 4.17). Ekmek örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre ekmek içlerinin b\* değeri üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının önemli ( $p<0.01$ ) etkileri olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; ekmek iç renklerinde okunan en yüksek b\* değeri portakal yan ürünü ilaveli ekmeklerde olduğu, karpuz, elma ve üzüm yan ürünlerinin bunu sırasıyla izlediği, en düşük sarılık değerinin ise muz kabuğu ilaveli ekmeklerde olduğu görülmüştür. Ayrıca ekmeklere ilave edilen ikame yan ürün oranı arttıkça sarılık değerinin de arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.19).

Ekmek formülasyonuna en az % 5 portakal yan ürünü ilavesinin ekmeğin b\* değerini artırdığı Ocen ve Xu (2016) tarafından rapor edilmiştir. Angioloni ve Collar (2009) ticari tam buğday ve rafine buğday unu ile hazırlanmış tava ekmeklerin özelliklerini inceledikleri bir çalışmada; değirmencilik yan ürünlerinin de ilave edildiği tam buğday unu ile hazırlanan ekmeklerin ekmek içi b\* değerinin rafine buğday unu ile hazırlananlardan yüksek olduğunu bildirmiştir. Sarı balkabağı unu ilaveli tava ve pita ekmeklerinin iç renklerine ait b\* değerlerinin incelendiği bir çalışmada tava ekmeklerinin iç renk sarılık değerinin ilave edilen balkabağı unuyla düştüğünü; pita ekmeklerinde ise artışa yol açtığı rapor edilmiştir ( $p<0.05$ ) (Aljahani, 2022). Tam buğday ununa arpa yan ürünleri ve şeker pancarı ilavesinin ekmek içlerinin b\* değeri üzerine etki etmediği ( $p>0.05$ ), elma posası ilavesinin ise b\* değerini düşürdüğü ( $p<0.05$ ) belirtilmiştir (Torbica ve ark., 2019). Çeşitli oranlarda (% 0.5 – 1.0 – 1.5) nar kabuğu ekstraktı ilave edilen keklerin renk değerlerinin incelendiği bir çalışmada; ikame edilen ürün miktarı arttıkça kek kabuklarının bütün renk değerlerinin azaldığı; kek içi rengine ise; L\* ve b\* değerlerinin düştüğü, a\* değerinin ise arttığı belirtilmiştir. Nar kabuğu ilavesinin keklerin rengini koyulaştırdığı görülmüştür. Nar kabuklarının temel renk maddesinin antosiyaninler olduğu bunun da kek rengi üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Mirab ve ark., 2020).

#### **4.3.1.8. Ekmek içi rengine ait ton açısı (Hue angle) ve doygunluk indeksi (SI) değerleri**

Ekmek örneklerinin ekmek içi ton açısı ve doygunluk indeksi değerleri ortalama 17.98 ve 82.87 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin ton açısı ve doygunluk indeksi değeri üzerinde gıda endüstrisi yan ürün çeşidi ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli derecede etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek ton açısı ve doygunluk indeksi değeri portakal yan ürünü ilaveli ekmeklerde görülmüş, bunu sırasıyla karpuz ve elma yan ürünleri ilave edilmiş ekmek örneklerinin takip ettiği belirlenmiştir. İlave edilen yan ürünü oranı arttıkça ton açısı değerinin arttığı; doygunluk indeksi değerinin ise azaldığı görülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.19).

#### **4.3.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim**

Gıda endüstrisi yan ürün tozları ilave edilerek üretilen ekmek örneklerinin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.20’de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Ekmek örneklerinin ağırlık değeri 140.73 – 159.17 g arasında değişmekte olup ortalama 151.47 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.20). Ekmek örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre ekmek ağırlık değeri üzerine gıda endüstrisi yan ürünler ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde en yüksek ve en düşük ekmek ağırlığının sırasıyla portakal ve karpuz kabuğu yan ürünü ilaveli ekmek örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar ikame oranı bakımından incelendiğinde ise ilave edilen yan ürün oranı arttıkça ekmek ağırlıklarının arttığı, en yüksek ekmek ağırlığının ise % 10 oranında yan ürün ilave edilmiş ekmeklerde olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.20. Ekmek örneklerinin fiziksel özelliklerine ait sonuçlar <sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame oranı (%) | Ağırlık (g)     | Hacim (ml)     | Spesifik Hacim (ml/g) | Rutubet Kaybı (%) | Kabuk Kalınlığı (mm) |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| Elma             | 0               | 145.78 ± 0.90   | 770 ± 14.14    | 5.29 ± 0.06           | 1.69 ± 0.00       | 0.30 ± 0.00          |
|                  | 5               | 152.72 ± 0.55   | 620 ± 14.14    | 4.06 ± 0.11           | 0.67 ± 0.00       | 0.65 ± 0.07          |
|                  | 10              | 159.17 ± 0.11   | 440 ± 14.14    | 2.77 ± 0.09           | 0.64 ± 0.00       | 1.00 ± 0.14          |
| Karpuz           | 0               | 145.78 ± 0.90   | 770 ± 14.14    | 5.29 ± 0.06           | 1.69 ± 0.00       | 0.30 ± 0.00          |
|                  | 5               | 140.73 ± 0.64   | 750 ± 0.00     | 5.33 ± 0.03           | 0.57 ± 0.00       | 1.45 ± 0.07          |
|                  | 10              | 157.23 ± 0.21   | 590 ± 14.14    | 3.76 ± 0.09           | 0.59 ± 0.00       | 1.90 ± 0.14          |
| Portakal         | 0               | 145.78 ± 0.90   | 770 ± 14.14    | 5.29 ± 0.06           | 1.69 ± 0.00       | 0.30 ± 0.00          |
|                  | 5               | 156.46 ± 0.26   | 622 ± 10.61    | 3.98 ± 0.06           | 1.01 ± 0.00       | 0.55 ± 0.21          |
|                  | 10              | 158.96 ± 0.69   | 435 ± 7.07     | 2.74 ± 0.04           | 0.89 ± 0.00       | 1.20 ± 0.28          |
| Üzüm             | 0               | 145.78 ± 0.90   | 770 ± 14.14    | 5.29 ± 0.06           | 1.69 ± 0.00       | 0.30 ± 0.00          |
|                  | 5               | 150.39 ± 1.91   | 620 ± 0.00     | 4.13 ± 0.05           | 0.49 ± 0.00       | 0.90 ± 0.14          |
|                  | 10              | 156.49 ± 0.33   | 480 ± 14.14    | 3.07 ± 0.10           | 0.61 ± 0.00       | 1.40 ± 0.14          |
| Muz              | 0               | 145.78 ± 0.90   | 770 ± 14.14    | 5.29 ± 0.06           | 1.69 ± 0.00       | 0.30 ± 0.00          |
|                  | 5               | 154.15 ± 0.57   | 630 ± 14.14    | 4.09 ± 0.08           | 1.34 ± 0.00       | 0.45 ± 0.07          |
|                  | 10              | 156.99 ± 0.30   | 340 ± 14.14    | 2.17 ± 0.09           | 1.47 ± 0.00       | 0.75 ± 0.07          |
| Minimum-Maksimum |                 | 140.73 – 159.17 | 340 – 770      | 2.17 – 5.33           | 0.49 – 1.69       | 0.30 – 1.90          |
| Ortalama±std     |                 | 151.47 ± 6.08   | 625.17 ±145.07 | 4.17 ± 1.10           | 1.11 ± 0.50       | 0.78 ± 0.51          |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.21. Ekmek örneklerinin fiziksel özelliklerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Ağırlık |          | Hacim     |           | Spesifik hacim |           | Rutubet kaybı |        | Kabuk kalınlığı |          |
|------------------------|----|---------|----------|-----------|-----------|----------------|-----------|---------------|--------|-----------------|----------|
|                        |    | KT      | F        | KT        | F         | KT             | F         | KT            | F      | KT              | F        |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 120.06  | 44.75**  | 51836.67  | 88.01**   | 3.22           | 152.43**  | 1.37          | 4.21** | 1.82            | 30.47**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 726.52  | 541.59** | 498011.67 | 1690.91** | 28.82          | 2728.64** | 4.93          | 3.02** | 4.5             | 151.52** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 188.83  | 35.19**  | 39413.33  | 33.46**   | 2.06           | 48.84**   | 0.73          | 1.12** | 0.98            | 8.25**   |
| <b>Hata</b>            |    | 9.36    |          | 2061.67   |           | 0.07           |           | 0.00          |        | 0.21            |          |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli, \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.22. Ekmek örneklerinin fiziksel özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Ağırlık (g)         | Hacim (ml)          | Spesifik hacim (ml/g) | Rutubet kaybı (%) | Kabuk kalınlığı (mm) |
|------------------------|----|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                     |                     |                       |                   |                      |
| <b>Elma</b>            | 6  | 152.55 <sup>b</sup> | 703.34 <sup>a</sup> | 4.04 <sup>c</sup>     | 1.00 <sup>c</sup> | 0.65 <sup>cd</sup>   |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 147.90 <sup>d</sup> | 610.00 <sup>b</sup> | 4.79 <sup>a</sup>     | 0.95 <sup>d</sup> | 1.22 <sup>a</sup>    |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 153.72 <sup>a</sup> | 609.17 <sup>b</sup> | 4.00 <sup>c</sup>     | 1.20 <sup>b</sup> | 0.68 <sup>c</sup>    |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 150.88 <sup>c</sup> | 623.34 <sup>b</sup> | 4.16 <sup>b</sup>     | 0.93 <sup>e</sup> | 0.87 <sup>b</sup>    |
| <b>Muz</b>             | 6  | 152.30 <sup>b</sup> | 580.00 <sup>c</sup> | 3.85 <sup>d</sup>     | 1.50 <sup>a</sup> | 0.50 <sup>d</sup>    |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                     |                     |                       |                   |                      |
| <b>0</b>               | 10 | 145.76 <sup>c</sup> | 770.00 <sup>a</sup> | 5.29 <sup>a</sup>     | 1.69 <sup>a</sup> | 0.30 <sup>c</sup>    |
| <b>5</b>               | 10 | 150.89 <sup>b</sup> | 648.50 <sup>b</sup> | 4.32 <sup>b</sup>     | 0.82 <sup>c</sup> | 0.80 <sup>b</sup>    |
| <b>10</b>              | 10 | 157.77 <sup>a</sup> | 457.00 <sup>c</sup> | 2.90 <sup>c</sup>     | 0.84 <sup>b</sup> | 1.25 <sup>a</sup>    |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Gıda endüstrisi yan ürünleri buğday unundan daha yüksek oranda diyet lifi içermektedir. Gıda endüstrisi yan ürünü ilaveli ekmeklerin ağırlıklarının kontrolden yüksek olmasının nedeni hammaddelerin lif içeriğinin hamur yapısındaki suyu daha fazla oranda tutması ve pişirme sırasında bu suyun fazla kısmının uzaklaştırılamaması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (Bhatt ve Gupta, 2015). Baumgartner (2018) bulgur kepeği ve nohut kabuklarını farklı oranlarda ilave ederek ürettiği ekmeklerde; formülasyonda artan kepek ve kabuk oranına bağlı olarak ekmek örneklerinin su absorpsiyonunun arttığını bildirmiştir.

Hallén ve ark. (2004) unun su absorblama kapasitesinin, nem içeriğine, kepek veya diyet lifi, protein ve pentozan seviyelerine, zedelenmiş nişasta miktarına ve enzimatik aktivite oranına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Yüksek diyet lifi, protein, pentozan, zedelenmiş nişasta ve enzimatik aktiviteye ve düşük nem içeriğine sahip unlar daha fazla su absorblama kabiliyetine sahiptir. Gıda endüstrisi yan ürünlerinin gluten içermemesi ilave edildikleri un karışımlarının gluten oranın düşmesine; lifli yapıları ise var olan gluten ağının bozulmasına neden olmaktadır. Azalan gluten içeriği ve bozulan gluten ağı ekmeklerin daha az kabarmasına ve yüzey alanının daha küçük olmasına ve sonuç olarak pişme sırasında ekmekteki suyun buharlaşma oranının düşerek ekmekte daha fazla su kalmasına ve dolayısıyla ekmek ağırlığının artmasına neden olabileceği bildirilmiştir (Dreese ve Hosene, 1982; Haridas Rao ve Rao, 1991). Buna benzer olarak buğday ununa farklı oranlarda karpuz ve kavun kabuğu ilave edilerek üretilen keklerin ağırlıklarının kontrol grubundan yüksek bulunduğu Al-Sayed ve Ahmed, (2013) tarafından rapor edilmiştir.

Ekmek hacmi, pişirme performansının nicel ölçümünü sağladığından ekmeğin özelliklerini belirlemek için önemli bir göstergedir (Ngozi, 2014). Çizelge 4.20’de verilen ekmek örneklerine ait hacim değerleri 340 – 770 ml arasında değişmekte olup ortalama 625.17 ml’dir. Ekmek örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre ekmek hacmi üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının önemli ( $p < 0.01$ ) derecede etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün faktörü bakımından incelendiğinde elma posası ilaveli ekmeklerin hacim değerlerinin en yüksek olduğu; bunu sırasıyla üzüm, karpuz ve portakal yan ürünleri ilave edilmiş ekmek örneklerinin takip ettiği, en düşük hacim değerleri ise muz kabuğu ilave edilen ekmek örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Karpuz kabuğu, portakal yan ürünleri ve muz kabuğu ilaveli

örneklerin hacim değerleri arasında ise istatistiki bir fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ) Sonuçlar ikame oranı faktörü bakımından incelendiğinde ise ilave edilen yan ürün oranı arttıkça ekmek hacminin düştüğü, en yüksek hacme sahip ekmek örneğinin kontrol ekmek örneği (770 ml) olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.22).

Ekmeklerin hacim değerlerinin hammaddelerin titrasyon asitliği değerleriyle bağlantılı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3). Ekmek mayası asidik pH'da optimum çalışma gerçekleştirir. Ayrıca asidik ortamda glutenin daha kısa, daha güçlü ve daha elastik olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Corsetti ve Settanni, 2007; De Vuyst ve ark., 2009; Liptáková ve ark., 2010). Bu nedenle formülasyona ilave edilen yan ürün tozunun ortamın titrasyon asitliğini yükseltmesinin ekmeklerin hacmini de artırdığı düşünülmektedir. Boita ve ark. (2016) % 0 – 100 oranlarında buğday kepeği ilave ederek ekmek üretimi yapmışlardır. Ekmekler kontrol örneği ile karşılaştırıldığında kepek oranı arttıkça ekmek örneklerinin hacminin azaldığı görülmüştür. Elde edilen sonuçların formülasyona eklenen kepeğin gluten oranını seyreltmesi ve kepek partikül boyutu nedeniyle gluten ağının zarar görmesiyle bağlantılı olarak ekmek hacminin önemli ölçüde azalmasına neden olduğu belirtilmiştir. Marti ve ark. (2018) ekmek hacmindeki kaybın, sadece glutende meydana gelen bu olumsuzluklara bağlı olmadığını aynı zamanda karışımların protein miktarındaki ve nişasta özelliklerini etkileyen enzimatik aktivitedeki değişikliklerden de kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ekmekçilikte artan amilaz aktivitesi fermente olabilen şeker miktarının artmasına dolayısıyla mayalar tarafından oluşturulan CO<sub>2</sub> miktarının artmasına neden olur. Ancak artan enzim aktivitesiyle azalan nişasta miktarı hamur viskozitesinin azalmasına da neden olduğundan unların gaz tutma ve genleşme kapasitesinin düştüğü belirtilmiştir (Guardado-Félix ve ark., 2020). Ekmekte görülen bu etkiler, ekmeğin tekstür ölçümlerini de doğrudan etkilemektedir (Chen ve ark., 1988).

Buğday ununa farklı oranlarda üzüm posası ilave edilerek üretilen keklerde en yüksek hacim değeri sayısal olarak kontrol gurubu keklerde görülmüş olup % 8'e kadar üzüm posası ilavesi kek hacimlerine önemli bir etki yapmamıştır ( $p>0.05$ ). Ancak % 8 ve % 10 ilaveli örneklerin hacimleri kontrole göre düşük olup, ilave oranı arttıkça hacmin düştüğü görülmüştür ( $p<0.05$ ) (Nakov ve ark., 2020). Literatürde yapılan benzer çalışmalarda da buğday ununa üzüm posası, elma posası, ananas posası lifi, üzüm çekirdeği, portakal kabuğu unu gibi çeşitli gıda endüstrisi yan ürünleri ilave edilerek üretilen ekmeklerin hacim değerlerinin düştüğü araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Hayta ve ark., 2014; He ve Lu, 2015; Šporin ve ark., 2018; Gumul ve ark.,

2019; Chareonthaikij ve ark., 2016; Jr ve Ross, 2011; Okpala ve Akpu, 2013; Shiau ve ark., 2015).

Ekmek örneklerinin spesifik hacim değerleri 2.17 – 5.33 ml/g arasında değişmekte olup ortalama 4.17 ml/g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.20). Ekmek örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre ekmeklerin spesifik hacim değeri üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek spesifik hacim karpuz kabuğu ilaveli ekmek örneklerinde ve en düşük spesifik hacim ise muz kabuğu ilaveli ekmek örneklerinde görülmüştür. Elma posası ve portakal posası yan ürünleri spesifik hacim değerleri üzerinde istatistiki olarak benzer sonuçlar vermişlerdir ( $p>0.05$ ). Ayrıca ekmek formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça spesifik hacim değerlerinin düştüğü ve en yüksek spesifik hacim değeri ortalaması kontrol ekmeğinde belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.22). Ekmeklerin spesifik hacimleri ekmek hacmi ve ağırlığı değerlerine bağlı olduğundan ekmek hacmi ve ağırlığına etki eden her etken spesifik hacmi de etkilemektedir. Çalışmada ekmeklerin hacim ve ağırlıklarındaki görülen değişimlerin temel nedeni gıda endüstrisi yan ürünleriyle buğday ununun kimyasal kompozisyonu arasındaki farklılıklardır. Yan ürünlerin özellikle yüksek oranda diyet lifi içermesi, hamurun gluten miktarı ve matrisi üzerinde olumsuz sonuçlara neden olmakta bu da ekmeklerin spesifik hacmini etkilemektedir (Marti ve ark., 2017).

Van Hung ve ark. (2007) ekmek formülasyonuna farklı oranlarda tam buğday unu ilavesiyle ekmek örneklerinin spesifik hacim değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada kontrol grubu örneklerin (% 0) spesifik hacim değeri 3.3 ml/g olarak belirlenirken, %100 tam buğday unu kullanım oranında spesifik hacim değerinin düştüğü ve 2.2 ml/g olarak ölçüldüğü bildirilmiştir. Fu ve ark. (2015) buğday ununa çeşitli oranlarda (% 0 –9) limon lifi ilavesiyle ürettikleri ekmeklerde en yüksek spesifik hacim değerini kontrol örneğinde tespit etmiş ve ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça spesifik hacmin düştüğünü rapor etmişlerdir. Šporin ve ark. (2018), buğday ununa % 6 – 10 – 15 oranında üzüm posası unu ilavesinin ekmeklerin spesifik hacim ve sıklık değerlerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ekmek hacmindeki düşüşün enzim ve maya aktivitesinden kaynakladığını, buğday unundaki amilazın üzüm posası tozundaki antioksidanlar tarafından inhibe edilebildiğini ve bunun da hamurdaki maltoz

miktarının azalmasına dolayısıyla da üretilen gaz miktarının azalmasına ve daha küçük hacimli ve daha sıkı bir tekstüre sahip ekmek üretimine yol açtığını tespit etmişlerdir.

#### 4.3.3. Rutubet kaybı

Çizelge 4.20’de verilen ekmek örneklerine ait rutubet kaybı değerleri % 0.49 – 1.69 arasında değişmekte olup ortalama % 1.11’dir. Ekmek örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre rutubet kaybı değerleri üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ve en düşük rutubet kaybı sırasıyla muz kabuğu ve üzüm posası ilaveli ekmek örneklerinde tespit edilmiştir. Ayrıca en yüksek rutubet kaybının kontrol grubunda ve en düşük kaybın ise % 5 oranında gıda endüstrisi yan ürünleri ilave edilmiş ekmeklerde olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.22).

Obatolu ve ark. (2007), yüksek su absorblama kapasitesine sahip unların nem kaybını azaltarak bayatlamayı önleyebileceğini, unlu mamullerde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Al-Sayed ve Ahmed (2013), karpuz ve kavun kabuğunu % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında buğday ununa ilave ederek ürettikleri kekleri 21 günlük depolama sonucundaki nem içeriklerini takip etmişlerdir. Araştırmacılar depolama süresince kontrol grubundaki keklerin nem içeriğinin düştüğünü ( $p<0.05$ ) ancak hem karpuz hem kavun kabuğunun bütün kullanım oranlarında keklerin ilk günlük nem içeriğiyle istatistiki açıdan benzer sonuçlar verdiğini ( $p>0.05$ ) bulmuşlardır.

Ekmeğe su miktarı nişastanın jelatinizasyon derecesini, kristalizasyonu ve jel katılığını etkilemektedir. Ekmek rutubet miktarı arttıkça kristalizasyon hızı azalmakta ve % 60’tan fazla rutubette çok sınırlı miktarda kristalizasyon meydana gelmektedir. Nişastanın kristalizasyonu ekmeğin bayatlaması için önemlidir. Ekmeğin beklemesi sonucu rutubetini kaybetmesi bayatlamaya etki eden diğer faktörleri harekete geçirmekte ve bayatlama hızlanmaktadır. Ekmek rutubet kaybına ortam sıcaklığı, ortam bağıl nemi, ekmeğin protein miktarı ve kalitesi ve ekmeğin depolama koşulları etki etmektedir. Yüksek protein içeriğine sahip ekmeklerin depolama rutubet kayıplarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ekmeğin rutubet geçirmeyen ambalaj malzemelerine sarılması, buharlaşmayı azaltıp rutubetin ekmek içinde kalmasını sağlar. Ayrıca araştırmacılar

ekmek kabuğunun rutubet kaybını etkilediğini belirlemişlerdir. Fırından çıktıklarında eşit rutubet içeriğine sahip kabuklu ve kabuksuz ekmeklerin 96 saatlik depolama sonucunda rutubet miktarları ölçüldüğünde kabuklu ekmeğin rutubet miktarının çok daha düşük olduğu ancak ekmek içi kompresibilite değerlerinin benzer olduğu belirtilmiştir (Ercan ve Özkaya, 1985).

#### 4.3.4. Kabuk kalınlığı

Ekmek örneklerine ait kabuk kalınlığı değerleri 0.30 – 1.90 mm arasında değişmekte olup ortalama 0.78 mm'dir (Çizelge 4.20). Ekmek örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre ekmek kabuğu kalınlığı üzerine gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının önemli ( $p<0.01$ ) derecede etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde en yüksek kabuk kalınlığı karpuz kabuğu ilaveli ekmeklerde ve en düşük kabuk kalınlığı değerleri ise muz kabuğu ilaveli ekmeklerde görülmüştür. Ekmeklerin kabuk kalınlığı üzerine ilave edilen yan ürün oranının etkili olduğu ve kullanım oranı arttıkça kabuk kalınlığının ortalama olarak 0.30 mm'den 1.25mm'ye yükseldiği belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.22).

Kabuk kalınlığı; pişme esnasında ekmek yüzeyiyle ekmek içi arasındaki sıcaklık farkından etkilenir. Çünkü yüksek sıcaklık kabuğu kurutup ekmek içi nemini buharlaşmaya zorlar. Bu aşırı buharlaşma ekmek yüzeyinin çökmesine ve yoğunlaşmasına neden olur. Sonuç olarak daha koyu ve kalın bir kabuk elde edilir (Mohd Jusoh ve ark., 2009). Bu nedenle fırıncılık ürünlerinde hamurun su kaldırma kapasitesini etkileyen diyet lifi, hammadde partikül boyutu gibi parametrelerin son ürünün kabuk kalınlığı üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Hamurda artan su içeriği pişme sırasında buharlaşma miktarının artmasına neden olurken; lifli hamurlarda hamur içi sertliğinin yüksek olması ekmek içi nem transferinin engeller ve sonuç olarak daha kalın bir kabuk yüzeyi elde edilir. Çalışmada kullanılan yan ürünlerin besinsel lif içeriklerinin buğday unundan fazla olması (Çizelge 4.32) ve yan ürün tozu ilaveli hamurların su kaldırma kapasitelerinin kontrol grubundan yüksek olması (Çizelge 4.4) yan ürün tozu ilaveli ekmeklerin kabuklarının kontrol grubundan daha kalın olmasına neden olduğu ve aynı şekilde ikame oranı arttıkça kabukların daha da kalınlaştığı düşünülmektedir (Çizelge 4.22). Jiang ve ark. (2022), ekmek formülasyonuna keten tohumu tozu ilavesinin ekmek kabuklarının kalınlığını düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

Gaglio ve ark. (2023) ise buğday ununa badem zarı tozu ilavesinin ekmeklerin kabuk kalınlığını düşürdüğünü ve panelistlerden kontrol grubuna göre daha düşük not aldığını belirtmişlerdir. Tam buğday unu üç farklı partikül boyutuna (1315, 450 ve 199  $\mu\text{m}$ ) inceltilerek ekmek çalışması yapılmış ve bu ekmekler rafine undan yapılan ekmekle kıyaslanmıştır. Tam buğday unundan yapılan ekmeklerde partikül boyutu azaldıkça ekmeklerin kabuk kalınlıklarının da azaldığı (sırasıyla; 0.23 – 0.17 – 0.11 mm) ve en ince partikül boyutundaki tam buğday unlu ekmek ile rafine undan üretilen ekmeğin (0.09 mm) kabuk kalınlıkları arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Lin ve ark., 2020).

#### 4.3.5. Ekmek örneklerinin tekstürel özellikleri

Ekmeğin tüketici tarafından kabul edilebilirliği açısından en önemli kriterlerden biri de tekstürel yapısıdır. Tekstür analizi; ekmeğin tekstürel özelliklerinin objektif olarak değerlendirilebilmesi için gerçekleştirilen mekanik ölçümlerdir. Bu mekanik ölçümler sayesinde duyusal analizdeki panelistlerin subjektif yorumları en aza indirgenmiş olur. Ekmeğin tekstürel özellikleri tekstür analiz cihazı kullanılarak tekstür profil analizi (TPA) ile ölçülmüştür. TPA sonucu elde edilen parametrelerinin duyusal değerlendirme sonuçlarıyla yüksek korelasyon gösterdiği bilinmektedir (Brady ve Mayer, 1985; Gâmbaro ve ark., 2002). Ayrıca ekmeğin sertliğinin yanında elastikiyet, koheziflik, çiğnenebilirlik ve esneklik gibi diğer parametrelerde tüketici beğenisini büyük ölçüde etkilemektedir (Kramer, 1972).

Ekmek örneklerinin 1. ve 4. gün ölçülen TPA değerleri (sertlik, elastikiyet, koheziflik, çiğnenebilirlik ve esneklik) Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.26’da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24 ve 4.27’de; ekmek örneklerinin TPA değerlerine ait ortalamaların çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.25 ve 4.28’de verilmiştir.

Sertlik (hardness), duyusal açıdan ön dişler arasında gıda maddesinin sıkıştırılması için gerekli olan güç olarak tanımlanırken, tekstür cihazında ilk sıkıştırma sırasında grafikte görülen maksimum pik kuvvetidir (Szczeniak, 1963; Gerçekaslan ve ark., 2007). Ekmek içi sertliği, ekmeğin bayatlaması sonucunda ekmek içindeki suyun yüzeye transferi, nişasta retrogradasyonu, ekmek içi gözenek yapısı gibi birçok faktöre bağlı olup tüketici beğenisini doğrudan etkileyen fiziksel bir özelliktir (He ve Hosney, 1990; Baik ve Chinachoti, 2002).

Çizelge 4.23. Ekmek örneklerine ait 1. gün tekstür profili analiz sonuçları<sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame oranı (%) | Sertlik (g)      | Elastikiyet | Koheziflik  | Çiğnenebilirlik(g) | Esneklik    |
|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| Elma             | 0               | 359.53 ± 8.99    | 0.97 ± 0.01 | 0.72 ± 0.01 | 251.02 ± 4.25      | 0.28 ± 0.03 |
|                  | 5               | 900.94 ± 8.64    | 0.95 ± 0.01 | 0.73 ± 0.04 | 545.00 ± 2.90      | 0.35 ± 0.04 |
|                  | 10              | 1070.84 ± 21.45  | 0.90 ± 0.00 | 0.67 ± 0.02 | 637.75 ± 5.93      | 0.27 ± 0.03 |
| Karpuz           | 0               | 359.53 ± 8.99    | 0.97 ± 0.01 | 0.72 ± 0.01 | 251.02 ± 4.25      | 0.28 ± 0.03 |
|                  | 5               | 533.47 ± 14.11   | 0.92 ± 0.00 | 0.70 ± 0.00 | 386.76 ± 12.73     | 0.26 ± 0.01 |
|                  | 10              | 790.54 ± 1.41    | 0.87 ± 0.00 | 0.67 ± 0.01 | 649.21 ± 7.70      | 0.21 ± 0.01 |
| Portakal         | 0               | 359.53 ± 8.99    | 0.97 ± 0.01 | 0.72 ± 0.01 | 251.02 ± 4.25      | 0.28 ± 0.03 |
|                  | 5               | 620.74 ± 24.06   | 0.97 ± 0.00 | 0.64 ± 0.20 | 455.49 ± 2.86      | 0.37 ± 0.02 |
|                  | 10              | 1152.07 ± 0.87   | 0.88 ± 0.01 | 0.69 ± 0.01 | 684.04 ± 1.46      | 0.28 ± 0.01 |
| Üzüm             | 0               | 359.53 ± 8.99    | 0.97 ± 0.01 | 0.72 ± 0.01 | 251.02 ± 4.25      | 0.28 ± 0.03 |
|                  | 5               | 804.12 ± 18.33   | 0.97 ± 0.00 | 0.69 ± 0.01 | 535.94 ± 0.56      | 0.32 ± 0.01 |
|                  | 10              | 1277.50 ± 10.14  | 0.92 ± 0.01 | 0.72 ± 0.01 | 786.49 ± 3.54      | 0.32 ± 0.03 |
| Muz              | 0               | 359.53 ± 8.99    | 0.97 ± 0.01 | 0.72 ± 0.01 | 251.02 ± 4.25      | 0.28 ± 0.03 |
|                  | 5               | 615.50 ± 17.50   | 0.92 ± 0.01 | 0.69 ± 0.00 | 385.81 ± 22.44     | 0.28 ± 0.01 |
|                  | 10              | 1116.37 ± 10.30  | 0.87 ± 0.01 | 0.65 ± 0.01 | 929.10 ± 23.41     | 0.21 ± 0.01 |
| Minimum-Maksimum |                 | 359.53 – 1277.50 | 0.87 – 0.98 | 0.64 – 0.73 | 251.02 – 929.10    | 0.21 - 0.37 |
| Ortalama±std     |                 | 711.98 ± 330.23  | 0.93 ± 0.04 | 0.69 ± 0.03 | 483.38 ± 220.11    | 0.28 ± 0.04 |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.24. Ekmek örneklerinin 1. gün tekstür profili analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Sertlik   |           | Elastikiyet |          | Koheziflik |        | Çiğnenebilirlik |           | Esneklik |         |
|------------------------|----|-----------|-----------|-------------|----------|------------|--------|-----------------|-----------|----------|---------|
|                        |    | KT        | F         | KT          | F        | KT         | F      | KT              | F         | KT       | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 225323.7  | 318.09**  | 0.01        | 13.37**  | 0.00       | 0.31ns | 39366.0         | 96.43**   | 0.02     | 12.13** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 2610286.1 | 7369.91** | 0.04        | 185.72** | 0.01       | 1.53ns | 1189422.2       | 5827.32** | 0.02     | 21.28** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 217933.6  | 153.82**  | 0.00        | 5.05**   | 0.01       | 0.50ns | 127788.2        | 156.52**  | 0.02     | 4.61**  |
| <b>Hata</b>            |    | 2479.3    |           | 0.01        |          | 0.04       |        | 1428.8          |           | 0.01     |         |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.25. Ekmek örneklerinin 1. gün tekstür profili analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Sertlik (g)          | Elastikiyet       | Koheziflik        | Çiğnenebilirlik (g) | Esneklik          |
|------------------------|----|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                      |                   |                   |                     |                   |
| <b>Elma</b>            | 6  | 777.10 <sup>b</sup>  | 0.94 <sup>b</sup> | 0.70 <sup>a</sup> | 477.92 <sup>b</sup> | 0.30 <sup>a</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 561.18 <sup>d</sup>  | 0.92 <sup>c</sup> | 0.69 <sup>a</sup> | 429.00 <sup>d</sup> | 0.25 <sup>b</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 710.78 <sup>c</sup>  | 0.94 <sup>b</sup> | 0.68 <sup>a</sup> | 463.52 <sup>c</sup> | 0.31 <sup>a</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 813.72 <sup>a</sup>  | 0.95 <sup>a</sup> | 0.71 <sup>a</sup> | 524.48 <sup>a</sup> | 0.31 <sup>a</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 697.13 <sup>c</sup>  | 0.92 <sup>c</sup> | 0.68 <sup>a</sup> | 521.97 <sup>a</sup> | 0.26 <sup>b</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                      |                   |                   |                     |                   |
| <b>0</b>               | 10 | 359.53 <sup>c</sup>  | 0.97 <sup>a</sup> | 0.72 <sup>a</sup> | 251.02 <sup>c</sup> | 0.31 <sup>a</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 694.95 <sup>b</sup>  | 0.95 <sup>b</sup> | 0.69 <sup>a</sup> | 461.80 <sup>b</sup> | 0.28 <sup>b</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 1081.46 <sup>a</sup> | 0.89 <sup>c</sup> | 0.68 <sup>a</sup> | 737.32 <sup>a</sup> | 0.26 <sup>c</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Ekmek örneklerine ait 1. gün sertlik değeri 359.53 g – 1277.50 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.23). Örneklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmek örneklerinin 1.gün sertlik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Ekmek örneklerinin 1.gün sertlik değerlerinin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi faktörü açısından incelendiğinde en yüksek sertlik değerlerinin (813.72 g) üzüm posası tozu ilaveli ekmek örneklerinde tespit edilmiştir. Karpuz kabuğu tozu ilaveli ekmek örneklerin ise sertlik değeri diğer yan ürünlere göre daha düşük (561.18 g) olarak belirlenmiştir. Değerler ikame oranı bakımından incelendiğinde ise gıda endüstrisi yan ürünlerinin kullanım oranı arttıkça ekmeklerin 1.gün sertlik değerinin de önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Bu durumun temel nedeni ise yan ürün ilavesi ile artan diyet lif içeriğinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Diyet lifinin bilinen birçok yararlı metabolik ve fizyolojik etkisine rağmen, tekstürel anlamda lif içeriği nişasta-gluten matrisine zarar vererek gaz hücrelerinin genişlemesini kısıtlamakta ve bunun sonucunda ekmek hacmini düşürerek ekmek içi sertliğini olumsuz etkilemektedir (Scheuer ve ark., 2016).

Le Bleis ve ark. (2015) buğday kepeği ilavesinin hamurun genleşme oranını düşürerek ekmek yoğunluğunun artmasına, böylece daha sert kabuk ve daha sıkı ekmek içi oluşumuna neden olduğunu bildirmişlerdir. Unlu mamullere lif ilavesi gluten yoğunluğu ve matrisinde meydana gelen değişimler nedeniyle kritik bir uygulamadır. Çünkü su ve polisakkaritlerin hidroksil grupları arasındaki hidrojen bağı interaksiyonuyla yüksek su tutma kapasitesine sahip olan lifler ekmeğin raf ömrünün uzamasına yardımcı olurken diğer bir taraftan da ekmeğin hacmini ve tekstürel özelliklerini negatif olarak etkileyebilmektedir. (Mildner-Szkudlarz ve ark., 2011; Sangnark ve Noomhorm 2004). Blandino ve ark. (2013) %25 oranında buğday kepeği ilave edilen ekmek örneklerinin sertlik değerinin 1.82 N'den 7 N'a bildirmişlerdir.

Elastikiyet (springiness) değeri; duyuşal olarak azı dişlerle kısmi olarak sıkıştırılan gıdanın ilk yüksekliğine dönme hızını ifade etmektedir. Elastikiyet tekstür cihazında ilk sıkıştırma sonu ile ikinci sıkıştırma başı arasında geçen süre boyunca gıdanın toparlandığı yükseklikle ilişkilidir. (Szczeniak, 1963; Gerçekaslan ve ark., 2007). Sıkıştırmadan sonra numunenin geri kazanımını tanımlayan değer olan elastikiyet; yumuşak-ıslak ekmek içini yumuşak-esnek ekmek içinden ayırmada

önemlidir (Guevara-Arauz ve ark., 2014). Ekmek örneklerine ait 1. gün elastikiyet 0.87 ile 0.98 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.23). Örneklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmek örneklerinin 1.gün elastikiyet değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünler ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) derecede etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Ekmek örneklerinin 1.gün elastikiyet değerlerinin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde; en yüksek elastikiyet değeri (0.95 g) üzüm posası tozu ilaveli ekmeklerde görülürken, bunu elma ve portakal posası takip etmiş ve en düşük değerler ise (0.92) karpuz ve muz kabuğu ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Değerler ikame oranı bakımından incelendiğinde ise; en yüksek elastikiyet kontrol grubu örneklerde görülürken, gıda endüstrisi yan ürünlerinin kullanım oranı arttıkça ekmeklerin 1.gün elastikiyet değerinin de düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Fu ve ark. (2015) buğday ununa limon lifi ilavesinin ekmeklerin sertlik değerini artırırken; koheziflik ve elastikiyet değerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Buğday ununa (% 0, 0.5, 1 ve 1.5) oranlarında nar kabuğu ekstraktları ilave edilerek üretilen keklerin sertlik değerinin kullanım oranıyla arttığı, elastikiyet değerinin ise azaldığı Mirab ve ark. (2020) tarafından bildirilmiştir. Benzer sonuçlar buğday ununa % 20 – 30 kepek ilave edilerek üretilen ekmeklerde de Wu ve ark. (2012) tarafından rapor edilmiştir. Tüm bunlara ilaveten Boubaker ve ark., (2016) ve Frutos ve ark (2008) buğday ununa yapılan lif ilavesinin elastikiyet değerini etkilemediğini rapor etmişlerdir.

Koheziflik değeri iç yapışkanlık olarak bilinmekte olup ısırma sırasında kopmadan önceki deformasyon miktarını ifade etmektedir. Birinci sıkıştırmadaki pozitif alanın, ikinci sıkıştırmadaki pozitif alana oranlanmasıyla hesaplanmaktadır (Szczeniak, 1963; Gerçekaslan ve ark., 2007). Yüksek enzimatik aktivite koheziflik değerini etkiler. Pişirmenin ilk aşamalarında,  $\alpha$ -amilazlar termal olarak inaktive edilmeden önce jelatinize olmuş nişastayı parçalamaktadır. Bu durum, ekmekteki nişasta ağının zayıflamasına neden olmakta, nişastanın su bağlama ve jel oluşturma kapasitesini büyük ölçüde azaltmaktadır (Goesaert ve ark., 2009).

Gıda endüstrisi yan ürün tozu ilaveli ekmek örneklerinin 1. gün koheziflik değerleri Çizelge 4.23'te verilmiş olup değerler 0.64 – 0.73 arasında değişmektedir. Ayrıca ortalama koheziflik değeri ise 0.69 olarak hesaplanmıştır. Örneklerle ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde ise ekmek örneklerinin 1. gün koheziflik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame

oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli bir fark ( $p>0.05$ ) belirlenmemiştir (Çizelge 4.24).

Ekmek örneklerinin 1.gün koheziflik değerlerinin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi faktörü ve ilave oranı faktörü açısından incelendiğinde; bütün örnekler için aralarında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.25).

Çiğnenebilirlik (chewiness) değeri, sertlik, koheziflik ve elastikiyet değerlerinin çarpımına eşittir. Katı yiyecekleri yutmaya hazır hale getirmek için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır (Szczeniak, 1963; Gerçekaslan ve ark., 2007). Çizelge 4.23’te verilen sonuçlara göre ekmek örneklerinin 1.gün çiğnenebilirlik değerleri 248.01 – 929.10 g arasında değişmekte olup ortalama 483.38 g’dır. Sonuçların varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmek örneklerinin 1.gün çiğnenebilirlik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu ( $p<0.01$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Ekmeklerin 1. gün çiğnenebilirlik değerinin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde, en yüksek değerün üzüm posası ve muz kabuğu tozu ilaveli örneklerde ve en düşük değer ise karpuz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. Çoklu karşılaştırma testi yan ürün ilave oranı bakımından incelendiğinde ise; kullanım oranı arttıkça çiğnenebilirliğin arttığı görülmüştür ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.25). Sonuçlar çiğnenebilirliğin büyük oranda sertlikle ilişkili olduğunu; sertlik arttığında çiğnenebilirliğin de arttığını göstermiştir (Boubaker ve ark., 2016). İlave edilen yan ürün içeriği arttıkça artan sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri benzer şekilde Frutos ve ark. (2008) tarafından da rapor edilmiştir.

Scheuer ve ark. (2016) ekmek formülasyonunda tam buğday unu kullanımının ekmek örneklerinin çiğnenebilirlik değerini arttırdığını belirtmiştir. Buğday ununa sorgum, karabuğday, nohut, çimlenmiş buğday ve çimlenmiş arpa unu (Bhatt ve Gupta, 2015) ve mercimek unu (Hernandez-Aguilar ve ark., 2020) gibi gluten içermeyen çeşitli tahıl ve baklagil unlarının ilavesinin ekmeklerin çiğnenebilirlik değerini arttırdığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Benzer sonuçlar inülin (Salinas ve Puppo 2015) ve ruşeym ilaveli ekmeklerde (Sun ve ark. 2014) de rapor edilmiştir. Sertlik ve dolayısıyla çiğnenebilirlikteki bu artışın artan lif içeriğine bağlı olarak gluten matrisinin seyrelmesi ve buna bağlı olarak hamurun gaz tutma kapasitesinin azalarak ekmek gözenek yapısını kötüleştirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Esneklik (resilience-geri kazanım), ürünün ikinci sıkıştırmadan sonra orijinal yüksekliğine geri dönme kabiliyetini temsil eder ve ürünün tazeliği hakkında bilgi verir (Szczesniak, 1963; Özkaya ve ark., 2018). Ekmek örneklerinin 1.gün esneklik değerleri Çizelge 4.23'te verilmiştir. Sonuçlar 0.21 - 0.37 arasında değişmekte olup ortalama 0.28 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmek örneklerinin 1.gün esneklik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.24).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları kullanılan yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek esneklik değeri üzüm posası (0.31), portakal yan ürünleri (0.31) ve elma posası (0.30) ilaveli örneklerde ve en düşük esneklik değerinin ise karpuz kabuğu (0.25) ve muz kabuğu (0.26) ilaveli örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.25).

Hamurda oluşan gluten ağı ve yarı kristalli amiloz ağları, başlangıçtaki ekmek içi esnekliğini (Nivelle ve ark., 2017), ilk ekmek içi sertliğini ve dolayısıyla taze ekmeğin dilimlenme yeteneğini belirler (Cauvain, 2015; Nivelle ve ark., 2020). Ayrıca pişirme koşulları (sıcaklık ve süre); lif, nişasta, protein (gluten) gibi ekmek bileşenlerinin zarar görmüş veya zarar görmemiş olması ve hamurun absorbladığı su miktarı, ekmeklerin nihai tekstürünü oluşturan etmenlerdir (Gómez ve ark., 2003; Bakke ve Vickers, 2007; Akhtar ve ark., 2008; Serrem ve ark., 2011; Ndife ve ark., 2011).

Kamel ve Rasper (1988) yoğunluk ve sıkılık arasında doğru; hacim ve sıkılık arasında ise ters bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Diyet lifi ve fenolik bileşikler ekmekte daha sıkı bir yapıya neden olmaktadır. Gıda yan ürünleri bileşenleri ve hamurdaki gluten, nişasta, şeker ve yağ gibi bileşenler arasındaki interaksiyon fırıncılık ürünlerinin sıkılığını etkilemektedir. Wilderjans ve ark. (2010), kabuk sıkılığının nişasta jelinden, elastikiyetinin ise protein agregasyonundan etkilendiğini rapor etmişlerdir.

Farklı oranlarda üzüm yan ürünü ilaveli ekmeklerde sıkılık, sakızımsılık ve çiğnenebilirliğin arttığı elastikiyet, koheziflik ve esneklik değerinin ise düştüğü yapılan bir çalışmada rapor edilmiştir (Mildner-Skuzlar ve ark., 2011). Tam buğday ununa arpa yan ürünleri, şeker pancarı küspesi ve elma posası ilave edilerek üretilen ekmeklerde, düşen hacimle beraber ekmek içi sertliğinde artış görüldüğü belirtilmiştir. Ayrıca yan ürün ilavesinin ekmek kabuk elastikiyet, koheziflik ve esneklik değerini düşürdüğü ve çiğnenebilirliği artırdığı görülmüştür (Torbica ve ark., 2019). Yüksek enzim

aktivitesiyle bozulan nişasta jeli ve artan indirgeyici şeker ve dekstrin miktarı ve/veya ilave edilen ürünle beraber artan şeker içeriğinin hamur ve son üründe yapışkan bir kütle oluşturduğu düşünülmektedir (Olaerts ve ark., 2018). Rosales-Juárez ve ak. (2008), soya fasulyesi unu ilavesinin ekmeklerin esneklik kapasitesini iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Ekmek örneklerinin 4.gün sertlik değerleri Çizelge 4.26’da verilmiş olup sonuçlar 499.83 g ile 4050.72 g arasında değişmektedir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmek örneklerinin 4.gün sertlik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.01$ ) (Çizelge 4.27).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde ise 4.günde en yüksek sertlik değeri muz kabuğu ilaveli örneklerde (1821.73 g); en düşük değer ise karpuz kabuğu ilaveli (842.50 g) örneklerde görülmüştür. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları yan ürünlerin ilave oranı bakımından incelendiğinde ise; ekmeklerin 4.gün sertlik değerinin kullanım oranı arttıkça arttığı görülmüştür ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.28). Ekmek örneklerinin 4.gün sertlik değerleri (Çizelge 4.28) 1.gün sertlik değerleri ile kıyaslandığında (Çizelge 4.25) en fazla değişimin muz kabuğu ilaveli örneklerde görüldüğü, karpuz kabuğu tozu ilaveli ekmek örneklerinin 4 günlük depolama süresi boyunca diğer örneklerle kıyasla hep yumuşak kaldığı belirlenmiştir.

Sudha ve ark. (2007) farklı oranlarda (% 0-30) elma posası ilave ettikleri kek örneklerinde formülasyona ilave edilen elma posası miktarı arttıkça keklerin hacminin düştüğünü bildirilmiştir. Buğday ununa arpa yan ürünleri, şeker pancarı küspesi ve elma posası ilave edilerek üretilen ekmeklerin hacimleri incelendiğinde en yüksek hacim kontrol grubu en düşük hacim ise arpa yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüştür (Torbica ve ark., 2019). Bu durum; gıda endüstrisi yan ürünü ilaveli un karışımının daha fazla su bağlaması ve çözünür diyet liflerinin çözünür forma geçerek pişirme sırasında daha az suyun buharlaşmasına neden olduğu ile açıklanabilir. Genel olarak, fırıncılık ürününün hacmindeki bir azalma ve buna bağlı olarak ekmek yoğunluğunun artması, ekmek içi sertliğinin artmasına da neden olmaktadır (Ktenioudaki ve Gallagher, 2012). Artan ekmek hacmi ve azalan sertlik değeri arasındaki ilişki, ekmek hacmi arttıkça kısalan prob-ekmek mesafesi ile açıklanmaktadır (Wanga ve ark. 2002; Yamsaengsung ve ark., 2010).

Çizelge 4.26. Ekmek örneklerine ait 4. gün tekstür profili analiz sonuçları<sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame oranı (%) | Sertlik (g)      | Elastikiyet | Koheziflik  | Çiğnenabilirlik (g) | Esneklik    |
|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|
| Elma             | 0               | 499.83 ± 14.96   | 0.98 ± 0.03 | 0.72 ± 0.04 | 324.54 ± 19.75      | 0.29 ± 0.01 |
|                  | 5               | 1186.66 ± 15.85  | 0.96 ± 0.01 | 0.72 ± 0.03 | 840.82 ± 8.72       | 0.34 ± 0.04 |
|                  | 10              | 1506.92 ± 4.01   | 0.94 ± 0.01 | 0.65 ± 0.03 | 942.21 ± 6.10       | 0.25 ± 0.01 |
| Karpuz           | 0               | 499.83 ± 14.96   | 0.98 ± 0.03 | 0.72 ± 0.04 | 324.54 ± 19.75      | 0.29 ± 0.01 |
|                  | 5               | 779.05 ± 22.75   | 0.96 ± 0.02 | 0.67 ± 0.00 | 505.12 ± 11.28      | 0.28 ± 0.00 |
|                  | 10              | 1248.61 ± 8.46   | 0.90 ± 0.02 | 0.64 ± 0.00 | 825.18 ± 14.81      | 0.23 ± 0.00 |
| Portakal         | 0               | 499.83 ± 14.96   | 0.98 ± 0.03 | 0.72 ± 0.04 | 324.54 ± 19.75      | 0.29 ± 0.01 |
|                  | 5               | 958.43 ± 22.75   | 0.96 ± 0.01 | 0.71 ± 0.00 | 667.14 ± 15.28      | 0.31 ± 0.01 |
|                  | 10              | 1732.95 ± 1.70   | 0.89 ± 0.01 | 0.63 ± 0.01 | 1011.15 ± 3.70      | 0.22 ± 0.00 |
| Üzüm             | 0               | 499.83 ± 14.96   | 0.98 ± 0.03 | 0.72 ± 0.04 | 324.54 ± 19.75      | 0.29 ± 0.01 |
|                  | 5               | 1130.73 ± 4.18   | 0.96 ± 0.01 | 0.77 ± 0.09 | 914.02 ± 17.94      | 0.29 ± 0.00 |
|                  | 10              | 2006.63 ± 23.45  | 0.92 ± 0.01 | 0.68 ± 0.04 | 1184.72 ± 14.76     | 0.34 ± 0.03 |
| Muz              | 0               | 499.83 ± 14.96   | 0.98 ± 0.03 | 0.72 ± 0.04 | 324.54 ± 19.75      | 0.29 ± 0.01 |
|                  | 5               | 914.65 ± 15.01   | 0.94 ± 0.04 | 0.69 ± 0.02 | 548.83 ± 5.06       | 0.28 ± 0.00 |
|                  | 10              | 4050.72 ± 63.40  | 0.86 ± 0.01 | 0.61 ± 0.00 | 2129.45 ± 1.86      | 0.22 ± 0.01 |
| Minimum-Maksimum |                 | 499.83 – 4050.72 | 0.86 – 1.00 | 0.61 – 0.77 | 324.54 – 2129.45    | 0.22 – 0.34 |
| Ortalama±std     |                 | 1200.96 ± 923.15 | 0.94 ± 0.04 | 0.69 ± 0.04 | 746.09 ± 481.81     | 0.28 ± 0.04 |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.27. Ekmek örneklerinin 4. gün tekstür profili analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Sertlik  |            | Elastikiyet |         | Koheziflik |         | Çiğnenebilirlik |            | Esneklik |         |
|------------------------|----|----------|------------|-------------|---------|------------|---------|-----------------|------------|----------|---------|
|                        |    | KT       | F          | KT          | F       | KT         | F       | KT              | F          | KT       | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 3308669  | 1590.83**  | 0.00        | 1.86ns  | 0.01       | 1.83ns  | 687786.6        | 1184.04**  | 0.01     | 9.04**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 13592960 | 13071.17** | 0.03        | 37.69** | 0.04       | 14.28** | 4035073.6       | 13892.89** | 0.01     | 26.65** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 6960390  | 1673.30**  | 0.00        | 1.12ns  | 0.01       | 0.66ns  | 1777072.0       | 1529.63**  | 0.02     | 8.93**  |
| <b>Hata</b>            |    | 7279     |            | 0.01        |         | 0.02       |         | 2033.1          |            | 0.00     |         |

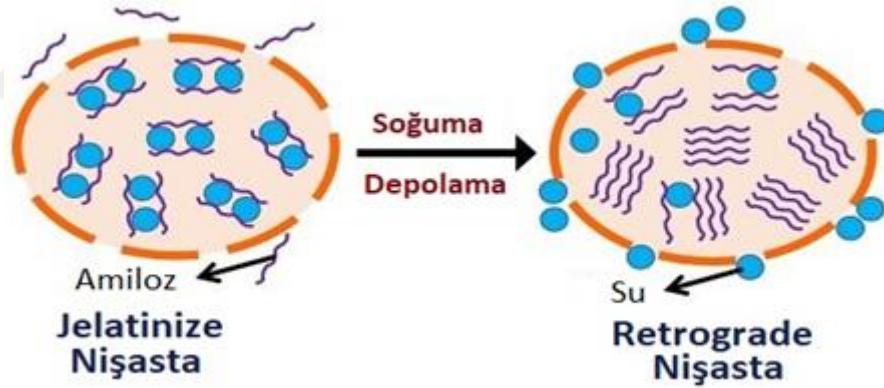
<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.28. Ekmek örneklerinin 4. gün tekstür profili analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Sertlik (g)          | Elastikiyet        | Koheziflik         | Çiğnenebilirlik (g)  | Esneklik          |
|------------------------|----|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                      |                    |                    |                      |                   |
| <b>Elma</b>            | 6  | 1064.47 <sup>c</sup> | 0.96 <sup>a</sup>  | 0.70 <sup>ab</sup> | 702.52 <sup>c</sup>  | 0.29 <sup>a</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 842.50 <sup>d</sup>  | 0.94 <sup>ab</sup> | 0.68 <sup>b</sup>  | 551.61 <sup>e</sup>  | 0.27 <sup>b</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 1063.73 <sup>c</sup> | 0.94 <sup>ab</sup> | 0.69 <sup>ab</sup> | 667.61 <sup>d</sup>  | 0.27 <sup>b</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 1212.39 <sup>b</sup> | 0.95 <sup>a</sup>  | 0.72 <sup>a</sup>  | 807.76 <sup>b</sup>  | 0.31 <sup>a</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 1821.73 <sup>a</sup> | 0.93 <sup>b</sup>  | 0.67 <sup>b</sup>  | 1000.94 <sup>a</sup> | 0.26 <sup>b</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                      |                    |                    |                      |                   |
| <b>0</b>               | 10 | 499.83 <sup>c</sup>  | 0.98 <sup>a</sup>  | 0.72 <sup>a</sup>  | 324.54 <sup>c</sup>  | 0.29 <sup>a</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 993.90 <sup>b</sup>  | 0.95 <sup>b</sup>  | 0.71 <sup>a</sup>  | 695.18 <sup>b</sup>  | 0.29 <sup>a</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 2109.16 <sup>a</sup> | 0.90 <sup>c</sup>  | 0.64 <sup>b</sup>  | 1218.54 <sup>a</sup> | 0.25 <sup>b</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Ekmeğin depolama boyunca ki nem içeriği nişasta retrogradasyonu dolayısıyla bayatlama üzerine etkilidir. (Messia ve ark., 2016). Yapılan bazı araştırmalarda ekmeğin su içeriğinin yüksek olmasının raf ömrünü uzattığı (He ve Hosney, 1990) ve nişasta retrogradasyonunu geciktirdiğini (Andreu ve ark., 1999) göstermiştir. Burada önemli olan noktalardan biri bağlı su miktarıdır. Ortamda yüksek konsantrasyonda şeker bulunması jelatinizasyonu geciktirmektedir. Enzim aktivitesinin yüksek olduğu ya da yüksek zedelemiş nişasta içeriğine sahip unlardaki serbest şekerler, salınmış suyu absorbe ederek nişastanın jelatinizasyonunu sınırlandırmaktadır. Jelatinizasyon azaldıkça retrogradasyon gecikmekte yani bayatlama gecikmekte, ekmek içi sertliği düşmektedir (Ertugay ve Kotancılar, 1988). Pişmiş nişastalı gıdaların depolanması retrogradasyon denilen nişasta bileşenlerinin yeniden organize olarak farklı bir organize yapı oluşturmalarını içerir. Bu yeni yapı amilaz enziminin etkisine dirençli ve sonuç olarak sindirilemeyen farklı bir organize yapı olan dirençli nişastayı üretir. Retrograde dirençli nişasta nişastalı gıdalarda yaygın olarak bulunmakta ve diyet lifi fraksiyonun bir parçası olarak kabul edilmektedir (Agama-Acevedo ve ark., 2019).



Şekil 4.5. Nişasta retrogradasyonu

Çizelge 4.26’da verilen ekmek örneklerinin 4.gün elastikiyet değerleri 0.86 – 1.00 arasında değişmekte olup ortalama 0.94’tür. Sonuçlar varyans analizinde incelendiğinde ekmek örneklerinin 4.gün elastikiyet değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olmadığı ( $p>0.05$ ); ancak ikame oranı faktörünün  $p<0.01$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise; ekmeklerin 4.gün elastikiyet değerlerinde en yüksek sonuç elma ve üzüm posası ilaveli örneklerde görülmüş olup örnekler arası istatistiki fark ( $p>0.05$ ) görülmemiştir. En düşük 4.gün

elastikiyet değeri muz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüş olup; portakal yan ürünleri ve karpuz kabuğu ilaveli ekmeklerin diğer ekmeklerden farklı olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir. Karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün oranı bakımından incelendiğinde ise; kullanım oranı arttıkça elastikiyet değerinin düştüğü ( $p<0.05$ ) görülmüştür (Çizelge 4.28).

Ekmek örneklerinin 4.gün koheziflik değerleri Çizelge 4.26'da verilmiş olup ortalama 0.69 olarak bulunmuştur. Sonuçlar varyans analizinde incelendiğinde ekmek örneklerinin 4.gün koheziflik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olmadığı ( $p>0.05$ ); ancak ikame oranı faktörünün  $p<0.01$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek koheziflik sonucunun üzüm posası ilaveli ekmeklerin ortalama değerinde, en düşük sonuçların ise karpuz kabuğu ve muz kabuğu ilaveli örneklerde olduğu belirlenmiştir. Portakal yan ürünleri ve elma posası ilaveli ekmeklerin ortalama 4.gün koheziflik değerlerinin diğer örnekler benzer olduğu ( $p>0.05$ ) görülmüştür. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları yan ürünlerin ilave edilme oranı faktörü bakımından incelendiğinde ise; % 0 ve % 5 ilave oranının en yüksek koheziflik değerini verdiği ve aralarında bir fark olmadığı ( $p>0.05$ ) görülmüş, % 5 oranının üzerinde bir ikame oranında koheziflik değerinin düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.28).

Jiang ve ark. (2022), buğday ununa % 0 – 5 – 15 – 25 oranlarında kavrulmuş ve kavrulmamış keten tohumu unu ilave ederek ekmeklerin spesifik hacim değerlerinde büyük farklılıklar olmadığı belirtilmiştir. 4°C’te 24 saat depolama sonunda bayatlamayı gösteren koheziflik değerinde bütün ekmek örnekleri için artış görülmüştür.

Gıda endüstrisi yan ürünleri ilave edilerek üretilen ekmeklerin 4.gün çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.26'da verilmiş olup; sonuçlar 324.54 ila 2129.45 g arasında değişmektedir. Örnek sonuçlarına ait varyans analizi incelendiğinde; 4.gün çiğnenebilirlik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür ( $p<0.01$ ) (Çizelge 4.27).

Ekmek örneklerinin 4.gün çiğnenebilirlik sonuçları çoklu karşılaştırma testinde ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde; en yüksek çiğnenebilirlik değeri (1000.94) muz kabuğu ilaveli örneklerde; en düşük ise (551.61g) karpuz kabuğu ilaveli

örneklerde görülmüştür. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça ekmeklerin 4.gün çığnenebilirlik değeri de önemli ölçüde ( $p>0.05$ ) artmıştır (Çizelge 4.28). Ekmek örneklerine ait 4.gün çığnenebilirlik değeri (Çizelge 4.28) 1.gün çığnenebilirlik değerleri (Çizelge 4.25) ile kıyaslandığında en büyük artışın muz kabuğu ilaveli örneklerde olduğu görülmektedir.

Majzoobi ve ark. (2016), buğday ununa % 0 ve 30 tam yulaf unu ilave edilerek hazırlanan ekmeklerde depolama boyunca tekstürel özellikleri araştırılmış olup, ekmeklerin pişme sonrası 1. ve 72. saatte çığnenebilirlik ölçümleri alınmıştır. Araştırmacılar her iki örnek için de depolama sonunda çığnenebilirlik değerinin arttığını rapor etmişlerdir.

Kaack ve ark. (2006), buğday ununa ilave edilen patates posası lifi oranı arttıkça ekmek içi sertliği ve çığnenebilirliğinin de arttığını bildirmişlerdir.

Ekmek örneklerinin 4.gün esneklik değeri sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Sonuçlar 0.22 ile 0.34 arasında değişmekte olup ortalama 0.28 olarak bulunmuştur. Örneklere ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; 4.gün esneklik değeri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür ( $p<0.01$ ) (Çizelge 4.27).

Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre; ekmeklerin 4.gün esneklik değeri en yüksek elma posası ve üzüm posası ilaveli ekmeklerde görülmüş olup örnekler arasında fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Karpuz kabuğu, portakal yan ürünleri ve muz kabuğu ilaveli örnekler arasında da yine istatistiki bir fark olmayıp diğer örneklerle göre daha düşük sonuçlar vermişlerdir ( $p>0.05$ ). Sonuçlar yan ürün ikame oranı bakımından incelendiğinde % 0 ve % 5 ilave oranları en yüksek değerleri vermiş olup aralarında önemli bir fark ( $p>0.05$ ) görülmemiş, ikame oranı %5'den daha fazla olduğunda ise esneklik değerinin düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Millar ve ark. (2019) buğday ununa % 30 bezelye unu ilave ederek ürettikleri ekmeklerin esneklik değerinin 6 günlük depolama sonunda azaldığını rapor etmişlerdir. Curti ve ark. (2015), patates kabuğu ilaveli ekmekleri depolamanın 0., 1., 3., 5. ve 7. gününde incelemişlerdir. Depolama boyunca patates lifi ilaveli ekmeklerin sertliklerinin arttığı ancak kontrol grubundan daha düşük olduğu görülmüştür. Ekmeklerin depolama boyunca koheziflik değerinin düştüğü görülmüştür. Agama-Acevedo ve ark. (2019), piyasadan topladıkları 4 farklı beyaz ekmeğin depolama sonucu tekstürel özelliklerini incelemişlerdir. Ekmeklerin ilk gün ve 4.gün tekstür sonuçları incelendiğinde; sertlik değerleri sırasıyla 8.9 – 16.2 N ve 9.9 – 27.1 N; çığnenebilirlik değerleri sırasıyla 3.2 –

9.9 N ve 3.4 – 11.9 N arasında; koheziflik değerleri sırasıyla 0.6 – 0.7 ve 0.5; elastikiyet değerleri ise sırasıyla 4.4 – 7.2 mm ve 7.3 – 8.9 mm arasında bulunmuştur. Depolama süresince ekmeklerin sertlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri artarken; koheziflik değerinin düştüğü rapor edilmiştir.

#### **4.3.6. Ekmek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları**

Elma posası, karpuz kabuğu, portakal yan ürünleri, üzüm posası ve muz kabuğu ilave edilerek üretilen ekmek örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları (nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat ve enerji) Çizelge 4.29’da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30’da, çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.31’de özetlenmiştir.

##### **4.3.6.1. Nem**

Ekmek örneklerinin nem içerikleri Çizelge 4.29’da verilmiş olup sonuçlar % 34.96 ila 42.92 arasında değişmektedir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmek örneklerinin nem içerikleri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünler ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.01$ ) (Çizelge 4.30).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek nem içeriği portakal yan ürünleri ilaveli ekmeklerde görülmüş bunu üzüm ve muz ilaveliler takip etmiş; en düşük karpuz kabuğu ilaveli ekmeklerde görülmüştür. Sonuçlar yan ürünlerin ilave oranı faktörü bakımından incelendiğinde ise; ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça örneklerin ortalama nem içeriğinin arttığı ( $p<0.05$ ) görülmüştür (Çizelge 4.31). Bu durumun temel nedeninin yan ürünlerin yüksek lif içeriğine ve buna bağlı yüksek su absorblama kapasitesine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Torbica ve ark.(2019), farklı diyet lifi kaynaklarını (arpa yan ürünleri, şeker pancarı küspesi, elma posası) ilave ederek ürettikleri ekmeklerin nem içeriklerinin kontrol grubundan yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Alongi ve ark. (2019) elma posası ilaveli krakerlerin kontrol grubunda daha koyu renkli ve daha düşük su içeriğine sahip olduklarını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar koyu rengin sadece elma posasının renginden kaynaklamadığını aynı zamanda düşük su içeriğine bağlı olarak da geliştiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.29. Ekmek örneklerinin kimyasal özelliklerine ait sonuçlar<sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame Oranı (%) | Nem (%)       | Kül (%)     | Protein (%)   | Yağ (%)     | Karbonhidrat (%) | Enerji (kkal)   |
|------------------|-----------------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------------|-----------------|
| Elma             | 0               | 37.07 ± 1.51  | 1.35 ± 0.01 | 11.42 ± 0.18  | 1.38 ± 0.04 | 48.79 ± 1.67     | 253.21 ± 6.24   |
|                  | 5               | 36.07 ± 0.52  | 1.41 ± 0.00 | 11.07 ± 0.06  | 1.44 ± 0.04 | 50.02 ± 0.50     | 257.27 ± 1.89   |
|                  | 10              | 40.57 ± 0.18  | 1.44 ± 0.03 | 10.68 ± 0.25  | 1.50 ± 0.04 | 45.82 ± 0.14     | 239.44 ± 0.76   |
| Karpuz           | 0               | 37.07 ± 1.51  | 1.35 ± 0.01 | 11.42 ± 0.18  | 1.38 ± 0.04 | 48.79 ± 1.67     | 253.21 ± 6.24   |
|                  | 5               | 34.96 ± 0.11  | 1.78 ± 0.11 | 11.95 ± 0.19  | 1.46 ± 0.03 | 49.85 ± 0.01     | 260.34 ± 0.97   |
|                  | 10              | 36.28 ± 1.20  | 2.31 ± 0.33 | 12.60 ± 0.13  | 1.54 ± 0.03 | 47.28 ± 1.43     | 253.36 ± 5.98   |
| Portakal         | 0               | 37.07 ± 1.51  | 1.35 ± 0.01 | 11.42 ± 0.18  | 1.38 ± 0.04 | 48.79 ± 1.67     | 253.21 ± 6.24   |
|                  | 5               | 41.40 ± 0.57  | 1.54 ± 0.03 | 11.29 ± 0.13  | 1.44 ± 0.04 | 44.34 ± 0.50     | 235.42 ± 2.20   |
|                  | 10              | 41.58 ± 0.47  | 2.00 ± 0.04 | 11.03 ± 0.12  | 1.50 ± 0.04 | 43.90 ± 0.67     | 233.18 ± 1.82   |
| Üzüm             | 0               | 37.07 ± 1.51  | 1.35 ± 0.01 | 11.42 ± 0.18  | 1.38 ± 0.04 | 48.79 ± 1.67     | 253.21 ± 6.24   |
|                  | 5               | 38.54 ± 1.43  | 1.61 ± 0.01 | 11.68 ± 0.18  | 1.43 ± 0.03 | 46.74 ± 1.23     | 246.54 ± 5.89   |
|                  | 10              | 42.92 ± 0.33  | 1.67 ± 0.03 | 11.95 ± 0.06  | 1.49 ± 0.03 | 41.98 ± 0.26     | 229.10 ± 1.55   |
| Muz              | 0               | 37.07 ± 1.51  | 1.35 ± 0.01 | 11.42 ± 0.18  | 1.38 ± 0.04 | 48.79 ± 1.67     | 253.21 ± 6.24   |
|                  | 5               | 39.46 ± 1.53  | 2.58 ± 0.03 | 11.29 ± 0.00  | 1.45 ± 0.04 | 45.23 ± 1.53     | 239.09 ± 6.43   |
|                  | 10              | 39.10 ± 0.07  | 2.76 ± 0.06 | 11.07 ± 0.06  | 1.52 ± 0.03 | 45.55 ± 0.01     | 240.16 ± 0.08   |
| Minimum-Maksimum |                 | 34.96 – 42.92 | 1.35 – 2.76 | 10.68 – 12.60 | 1.38 – 1.54 | 43.90 – 50.02    | 229.10 – 260.34 |
| Ortalama±std     |                 | 38.41 ± 2.34  | 1.72 ± 0.47 | 11.45 ± 0.46  | 1.44 ± 0.06 | 46.98 ± 2.42     | 246.66 ± 9.74   |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.30. Ekmek örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Nem   |         | Kül  |          | Protein |         | Yağ    |         | Karbonhidrat |         | Enerji  |         |
|------------------------|----|-------|---------|------|----------|---------|---------|--------|---------|--------------|---------|---------|---------|
|                        |    | KT    | F       | KT   | F        | KT      | F       | KT     | F       | KT           | F       | KT      | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 56.38 | 14.58** | 2.46 | 37.34**  | 3.47    | 35.42** | 0.0028 | 40.20** | 44.98        | 9.60**  | 890.08  | 12.95** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 47.31 | 24.46** | 2.39 | 131.21** | 0.01    | 0.21ns  | 0.0898 | 2548**  | 76.44        | 32.62** | 1019.36 | 29.65** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 49.43 | 6.39**  | 1.44 | 19.74**  | 2.51    | 12.81** | 0.0017 | 12.39** | 42.55        | 4.54**  | 745.19  | 5.42**  |
| <i>Hata</i>            |    | 0.13  |         | 0.34 |          | 0.34    |         | 0.00   |         | 16.40        |         | 240.64  |         |

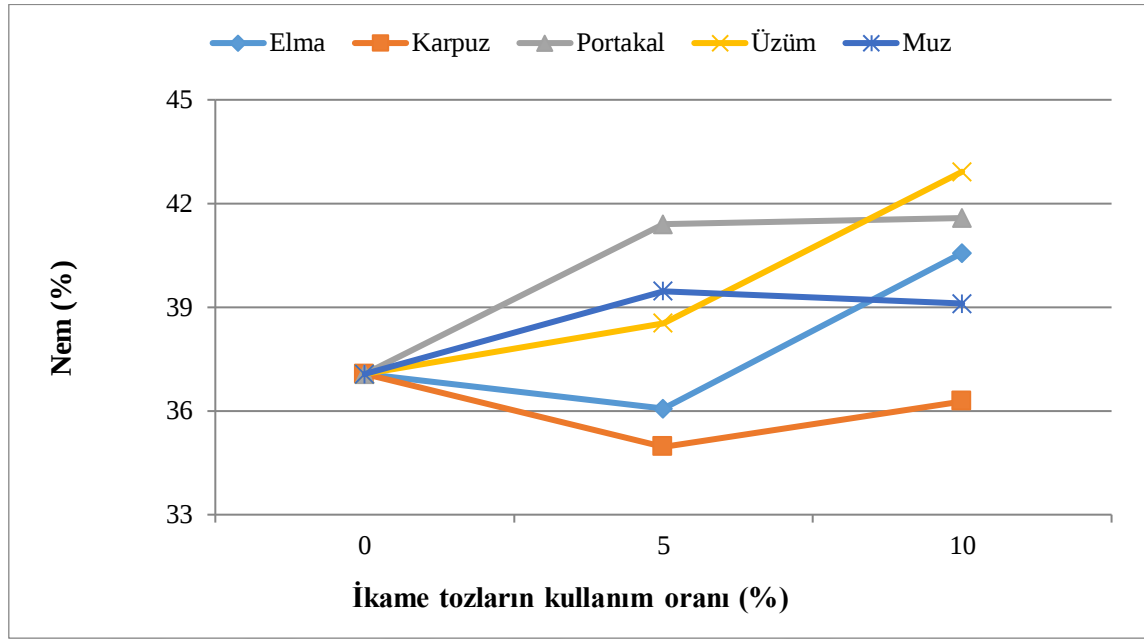
<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli, \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.31. Ekmek örneklerinin kimyasal özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Nem (%)             | Kül (%)           | Protein (%)         | Yağ (%)           | Karbonhidrat (%)   | Enerji (kkal)       |
|------------------------|----|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                     |                   |                     |                   |                    |                     |
| <i>Elma</i>            | 6  | 37.90 <sup>c</sup>  | 1.40 <sup>d</sup> | 11.06 <sup>d</sup>  | 1.44 <sup>c</sup> | 48.21 <sup>a</sup> | 249.97 <sup>b</sup> |
| <i>Karpuz</i>          | 6  | 36.10 <sup>d</sup>  | 1.81 <sup>b</sup> | 11.99 <sup>a</sup>  | 1.46 <sup>a</sup> | 48.64 <sup>a</sup> | 255.64 <sup>a</sup> |
| <i>Portakal</i>        | 6  | 40.02 <sup>a</sup>  | 1.63 <sup>c</sup> | 11.25 <sup>cd</sup> | 1.44 <sup>c</sup> | 45.67 <sup>b</sup> | 240.61 <sup>c</sup> |
| <i>Üzüm</i>            | 6  | 39.51 <sup>ab</sup> | 1.54 <sup>c</sup> | 11.68 <sup>b</sup>  | 1.43 <sup>c</sup> | 45.83 <sup>b</sup> | 242.95 <sup>c</sup> |
| <i>Muz</i>             | 6  | 38.54 <sup>bc</sup> | 2.23 <sup>a</sup> | 11.26 <sup>c</sup>  | 1.45 <sup>b</sup> | 46.52 <sup>b</sup> | 244.15 <sup>c</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                     |                   |                     |                   |                    |                     |
| <i>0</i>               | 10 | 37.06 <sup>c</sup>  | 1.35 <sup>c</sup> | 11.42 <sup>a</sup>  | 1.38 <sup>c</sup> | 48.79 <sup>a</sup> | 253.21 <sup>a</sup> |
| <i>5</i>               | 10 | 38.08 <sup>b</sup>  | 1.79 <sup>b</sup> | 11.46 <sup>a</sup>  | 1.44 <sup>b</sup> | 47.24 <sup>b</sup> | 247.73 <sup>b</sup> |
| <i>10</i>              | 10 | 40.09 <sup>a</sup>  | 2.04 <sup>a</sup> | 11.46 <sup>a</sup>  | 1.51 <sup>a</sup> | 44.90 <sup>c</sup> | 239.05 <sup>c</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Protonotariou ve ark. (2020) tam buğday unu kullanarak ürettikleri ekmeklerin nem içeriği ile ekmek tekstürü ve rengi arasında ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Ekmek nem içeriğinin, gözenek yapısı ve kabuk L\* değeri ile negatif korelasyon gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmada en düşük nem içeriğine sahip karpuz kabuğu ilaveli ekmeklerin daha yumuşak ekmek içi ve daha parlak kabuk rengi verdiği görülmüştür.



**Şekil 4.6.** Yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin nem içeriği üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu

Şekil 4.6’da yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin nem içeriği üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu verilmiştir. Portakal, muz ve üzüm ilaveli ekmeklerin nem içerikleri ikame oranı arttıkça artarken; % 5 elma ve karpuz ilavesinin ekmeklerin nem içeriğini kontrol grubuna göre düşürdüğü belirlenmiştir.

Buğday ununa elma posası ilavesinin keklerin nem içeriğini artırdığı Sudha ve ark. (2007) tarafından rapor edilmiştir. Bir çeşit muz olan plantain ununa % 0-50 oranlarında karpuz kabuğu unu ilave edilerek üretilen keklerin nem içeriğinin ilave edilen karpuz kabuğu unu oranı arttıkça arttığı Adegunwa ve ark (2019) tarafından rapor edilmiştir. Nakov ve ark. (2020), buğday ununa üzüm posası toz ilavesinin keklerin nem içeriğini önemli derecede ( $p < 0.05$ ) düşürdüğünü, % 0 ilaveli keklerin nem içeriğinin % 23.43 g ve % 10 üzüm posası ilaveli keklerin nem içeriklerinin ise % 19.52 g olduğunu rapor edilmiştir.

#### 4.3.6.2. Kül

Kül, organik maddenin yakılmasından kaynaklanan inorganik kalıntıdır. Kül içeriği, numunenin yüksek bir sıcaklıkta tamamen oksidasyonu sırasında organik maddelerin buharlaşması yoluyla meydana gelen ağırlık kaybından belirlenir. Elde edilen kül, orijinal gıdada bulunan mineral bileşenlerle tam olarak aynı bileşimde olmak zorunda değildir, çünkü bileşenler arasında buharlaşma veya bazı etkileşimler yoluyla kayıplar olabilir (Park, 1996; Harris ve Marshall, 2017).

Ekmek örneklerinin kül içerikleri % 1.35 – 2.76 arasında değişmekte olup ortalama % 1.72 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.29). Örneklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin kül içerikleri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.01$ ) (Çizelge 4.30).

Örneklerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde; en yüksek kül içeriği muz kabuğu ilaveli örneklerde belirlenmiş, bunu sırasıyla karpuz, portakal ve üzüm takip etmiş, en düşük kül içeriği ise elma posası ilaveli örneklerde görülmüştür. Ekmeklere ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça ekmeklerin kül içeriklerinin arttığı ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Torbica ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada kontrol grubu ekmeklerin kül içeriğini % 0.67 g olarak bulurken, % 20 arpa yan ürünleri ilaveli ekmeklerin kül içeriğini ise % 0.76 g olarak bulmuşlardır. Buğday ununa karpuz kabuğu unu ilavesinin ekmeklerin kül içeriğini önemli oranda artırdığı, kül içeriğinin kontrol grubunda % 0.5 ve % 40 karpuz kabuğu ilaveli ekmeklerde ise % 1.0 olarak bulunduğu Imoisi ve ark. (2020) tarafından rapor edilmiştir. Al-Sayed ve Ahmed (2019), kek formülasyonuna shortening yerine farklı oranlarda karpuz kabuğu veya kavun kabuğu ilavesinin keklerin kül içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir. Kandylis ve ark.(2021), yaptıkları çalışmalarda üzüm posasının kül içeriğini 2 – 7 g/100g arasında bulmuşlardır. Üzüm posası tozu ilavesinin keklerin kül içeriğini önemli oranda ( $p<0.05$ ) artırdığı Nakov ve ark.(2020) tarafından rapor edilmiştir.

Buğdaydan rafine un ve irmik üretiminde; kepek kısmı soyularak uzaklaştırılmakta ve geriye unsu endosperm ve/veya protein kısmı kalmaktadır. Buğday unu ve kepeği mineral içeriği bakımından incelendiğinde bütün mineraller için kepeğin undan daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir (Peterson ve ark., 1986). Çalışmada kullanılan yan ürünlerin mineral içeriklerinin buğday unu ve irmiğinden

oldukça yüksek olduğu literatür araştırmalarında görülmektedir (Mir ve ark., 2015; Gbaa ve ark., 2019; O'Shea ve ark., 2015; Beres ve ark., 2015; Eshak ve ark., 2016). Bu bilgiler ışığında mineralce fakir kabul edilen buğday unu ve irmiğinin mineralce zengin yan ürün tozlarıyla zenginleştirilmesinin ekmek örneklerinin kül içeriğinin artmasına neden olduğu söylenebilir.

#### 4.3.6.3. Protein

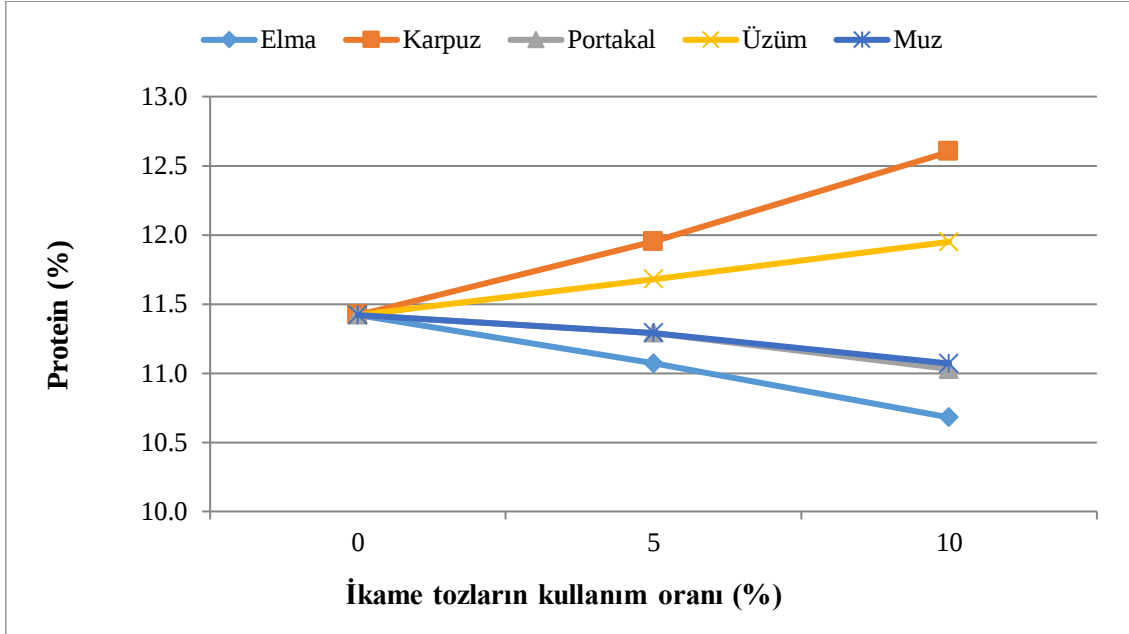
Çizelge 4.29'da verilen sonuçlara göre ekmeklerin protein içerikleri % 10.68 ile % 12.60 arasında değişmekte olup ortalama % 11.45 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin protein içerikleri üzerinde, gıda endüstrisi yan ürünleri faktörü ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu; ikame oranı faktörünün ise istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı ( $p > 0.05$ ) görülmüştür (Çizelge 4.30).

Ekmeklerin protein sonuçları çoklu karşılaştırma testinde incelendiğinde; protein değerleri birbirine yakın değerler arasında verse de en yüksek protein içeriği karpuz kabuğu ilaveli ekmeklerde görülmüştür. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; ekmeklerin protein içerikleri üzerinde ilave edilen yan ürünün kullanım oranı etkili değildir ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 4.31).

Hammaddelerin protein içerikleri incelendiğinde karpuz haricinde ekmek yapımında kullanılan yan ürünlerin protein içeriklerinin buğday unundan düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Dolayısıyla formülasyona ilave edilen karpuz kabuğu tozu ekmeklerin protein içeriğini artırırken; diğer yan ürünlerin ilavesi düşürmüştür.

Sudha ve ark. (2007), buğday ununa % 25 oranında elma posası ilavesinin keklerin protein içeriği üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Buna karşın Torbica ve ark. (2019), elma posası ilavesinin ekmeklerin protein içeriğini düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Mir ve ark. (2015), pirinç ununa farklı oranlarda (% 3-9) elma posası ilave ederek ürettikleri krakerlerin protein içeriklerinin kontrol grubundan daha düşük ( $p < 0.05$ ) olduğunu ve ilave edilen elma posası miktarı arttıkça krakerlerin protein içeriğinin düştüğünü rapor etmişlerdir. Adewunga ve ark. (2019) % 100 plantain unundan üretilen keklerin toplam protein içeriğini % 1.81 olarak bulurken; 50:50 plantain unu-karpuz kabuğu unu karışımından yapılan keklerin protein içeriğini % 10.58 olarak bulmuşlardır. Imoisi ve ark. (2020) buğday ununa %40 oranında karpuz kabuğu tozu ilavesinin ekmeklerin protein içeriğini % 10.7'den %18.8'e artırdığını

rapor edilmiştir. Üzüm posasının protein içeriğinin 5 – 14 g/100 g arasında bulunduğu Bender ve ark.(2020) ve Kandylis ve ark.(2021) tarafından rapor edilmiştir. Nakov ve ark. (2020), % 10 üzüm posası tozu ilavesinin keklerin protein içeriğini % 18.23 g'dan % 19.89 g'a çıkardığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.7. Yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin protein içeriği üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu

Şekil 4.7’de yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin protein içeriği üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu verilmiştir. Üzüm ve karpuz yan ürünleri ilavesinin ekmeklerin protein içeriğini artırdığı; elma, portakal ve muz yan ürünleri ilavesinin ise düşürdüğü görülmüştür.

Literatürde yapılan çalışmalar meyve ve sebzelerin, kabuk, posa, çekirdek gibi kısımlarının protein içeriklerinin birbirinden oldukça farklı olabileceğini göstermektedir (Berto ve ark., 2015). Genellikle çekirdekler protein içeriği en yüksek bölüm olmakla beraber kabuk ve posaların protein içerikleri meyve ve sebzelerin cinsine ve hatta çeşidine göre değişmektedir. Bu nedenle çalışmada kullanılan yan ürünlerden bazıları ekmeklerin protein içeriğinin artmasını sağlarken bazıları ise düşmesine neden olmuştur.

#### 4.3.6.4. Yağ

Ekmek örneklerinin yağ içeriğinin % 1.38 – 1.54 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Örneklerin varyans analizi sonucuna göre ekmeklerin yağ

içeriği üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.30).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek yağ içeriği karpuz kabuğu ilaveli ekmeklerde görülmüş olup; bunu muz kabuğu ilaveli örnekler izlemiştir. Elma posası, portakal yan ürünleri ve üzüm posası ilaveli ekmeklerin yağ içerikleri arasında istatistiki bir fark ( $p<0.05$ ) bulunmamış ve en düşük yağ içeriğine sahip örnekler olmuşlardır. Örneklerin yağ içeriği ilave edilen yan ürün oranı bakımından incelendiğinde ise; kullanılan yan ürün oranı arttıkça ekmeklerin yağ içeriklerinin de istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) arttığı görülmüştür (Çizelge 4.31).

Sudha ve ark. (2007), buğday ununa % 0 ve % 25 elma posası tozu ilave edilerek üretilen keklerin yağ içeriklerini sırasıyla % 19.3 ve % 20.5 olarak bulmuşlardır. % 10 elma posası ilavesinin kontrol grubuna kıyasla ekmeklerin yağ içeriğini artırdığı Torbica ve ark. (2019) tarafından da rapor edilmiştir. Pirinç ununa elma posası ilavesi ile üretilen krakerlerin yağ içeriğinin değişmediği ( $p>0.05$ ) Mir ve ark. (2015) tarafından rapor edilmiştir. Wani ve ark. (2015), buğday ununa farklı oranlarda (% 0 – 2.5 – 5 – 7.5 – 10) karpuz çekirdeği protein izolatu ilave ederek ürettikleri kurabiyelerin yağ içeriğinin kontrol grubuna oranla arttığını rapor etmişlerdir. Buğday ununa karpuz kabuğu tozu ilavesinin ekmeklerin yağ içeriğini düşürdüğü Imoisi ve ark. (2020) tarafından belirtilmiştir. Kandylis ve ark. (2021), üzüm posasının yağ içeriğinin üzüm cinslerine göre farklılık gösterdiğini ve 1 – 13 g/100g arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Nakov ve ark. (2020) üzüm posası tozunun yağ içeriğini buğday ununun yağ içeriğinin 10.75 katı olarak bulmuşlar ve ilave edilen üzüm posası tozu oranı arttıkça keklerin yağ içeriğinin arttığını belirtmişlerdir.

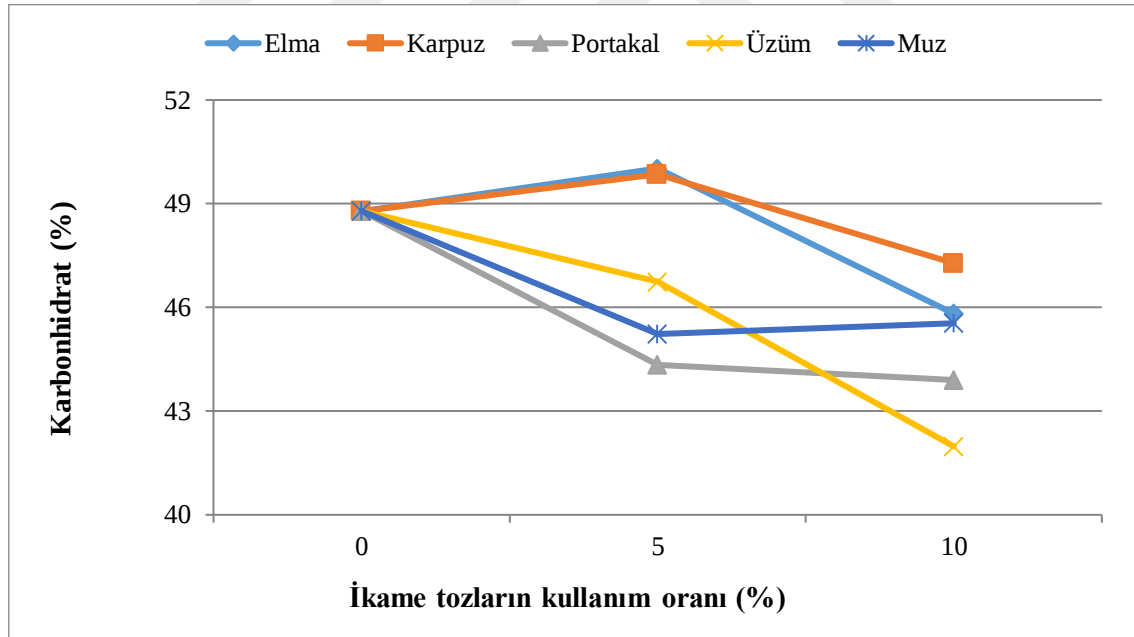
#### 4.3.6.5. Karbonhidrat

Ekmek örneklerinin karbonhidrat içerikleri % 43.90 – 50.02 arasında değişmekte olup ortalama % 46.98 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.29). Ekmek örneklerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde karbonhidrat içeriği üzerinde içeriği üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.30).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ekmeklerin karbonhidrat içerikleri ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde; elma posası ve karpuz kabuğu ilaveli örneklerin en yüksek karbonhidratı içerdiği belirlenmiş ve aralarında istatistiki olarak önemli bir fark ( $p>0.05$ ) bulunmamıştır. Portakal yan ürünleri, üzüm posası ve muz kabuğu ilaveli ekmeklerin karbonhidrat içerikleri arasında da istatistiki bir fark görülmemiş ( $p>0.05$ ) ve diğer yan ürünlere göre daha düşük karbonhidrat içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.31).

Ekmeklerin karbonhidrat içerikleri ilave edilen yan ürün oranı bakımından incelendiğinde ise; ilave oranı arttıkça karbonhidrat içeriğinin istatistiki olarak önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.33).

Torbica ve ark., (2019), yaptıkları çalışmada % 100 buğday ununa % 20 arpa yan ürünleri unu ilavesiyle karbonhidrat miktarının düştüğünü, % 10 elma posası ilave edildiğinde ise ekmeklerin karbonhidrat içeriğinin arttığını rapor edilmiştir. Buğday ununa 40 karpuz kabuğu tozu ilave edilen ekmeklerin karbonhidrat içeriğinin % 44.3'den % 52.0'ye yükseldiği Imoisi ve ark. (2020) tarafından rapor edilmiştir.



**Şekil 4.8.** Yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin karbonhidrat içeriği üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu

Şekil 4.8’de yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin karbonhidrat içeriği üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonunda görüldüğü üzere; % 5 elma ve karpuz yan ürünleri ilavesi ekmek örneklerinin karbonhidrat içeriğini artırmış; % 10

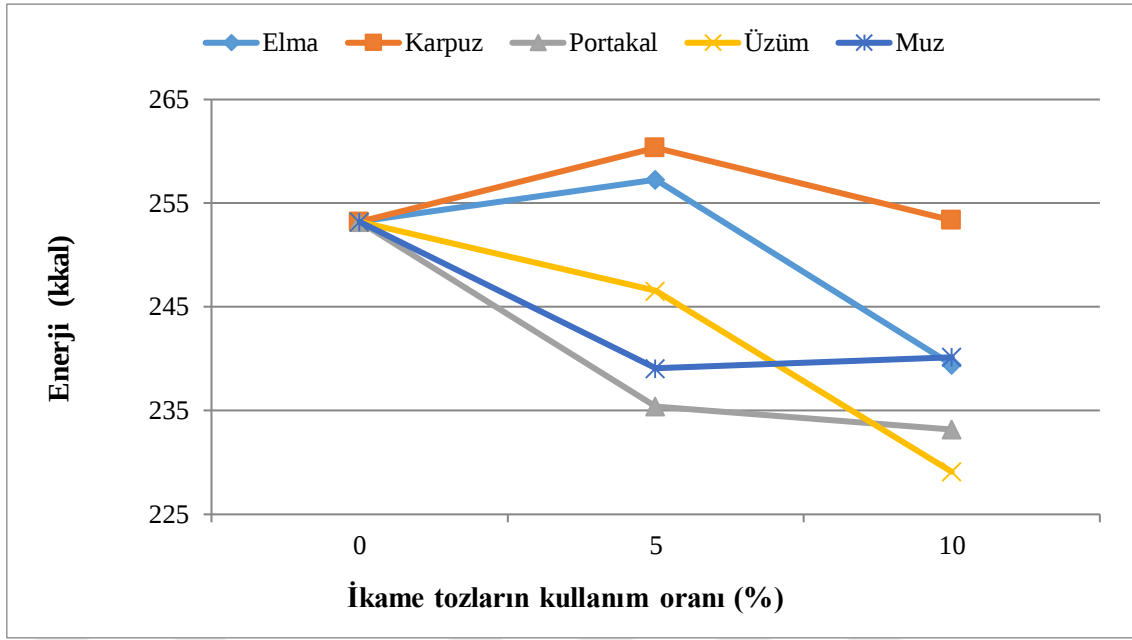
ilavesi ise düşürmüştür. Üzüm, muz ve portakal yan ürünleri ilavesi ise ekmek örneklerinin karbonhidrat içeriğini düşürmüştür.

#### 4.3.6.6. Enerji

Çizelge 4.29’da verilen sonuçlara göre ekmek örneklerinin enerji değerleri 229.10 – 260.34 kkal arasında değişmekte olup ortalama 246.66 kkal’dır. Varyans analizi sonuçlarına göre ise ekmeklerin enerji değeri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.30).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ekmeklerin enerji değerleri ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde karpuz kabuğu ilaveli örnekler en yüksek kalori değerini (255.64 kkal) verirken, bunu sırasıyla elma posası ilaveli (249.97 kkal), portakal yan ürünleri ilaveli (240.61 kkal), üzüm posası ilaveli (242.95 kkal) ve muz kabuğu ilaveli (244.15 kkal) ekmekler takip etmiş olup; portakal yan ürünleri, üzüm posası ve muz kabuğu ilaveli örnekler arasında istatistiki bir fark ( $p > 0.05$ ) belirlenmemiştir. Karpuz kabuğu ilave edilen örneklerde yağ içeriğinin diğer yan ürünler kullanılarak üretilen ekmeklere kıyasla daha yüksek çıkması enerji değerlerinin de daha yüksek çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. Enerji değerleri yan ürünlerin ilave miktarı açısından incelendiğinde ise; kullanılan yan ürün miktarı arttıkça örneklerin enerji değerlerinin düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.31).

Torbica ve ark. (2019), % 10 elma posası ilave edilerek üretilen ekmek örneklerinin kontrol ekmek örneğine kıyasla enerji değerini 236.7 kkal’dan 231.8 kkal’ye düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Imoisi ve ark. (2020), buğday ununa % 40 karpuz kabuğu ilavesinin ekmeklerin yağ içeriğini yarıya düşürdüğünü bu nedenle de ekmeklerin kalori değerlerinin de düştüğünü belirtmişlerdir.



Şekil 4.9. Yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin enerji değeri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu

Şekil 4.9’da yan ürün ilave edilmiş ekmek örneklerinin enerji değeri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu verilmiştir. % 5 elma ve karpuz yan ürünü ilavesinin ekmeklerin enerji değerini kontrol grubuna göre artırdığı belirlenmiştir. Portakal, üzüm ve muz yan ürünleri ilavesi her iki ikame oranında da kontrol grubundan daha düşük enerji değeri vermiştir.

#### 4.3.7. Fonksiyonel özellikler

Çalışmada ekmek ve makarna üretiminde kullanılan hammaddeler ve üretilen ekmeklerin çeşitli fonksiyonel özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla örneklerin; toplam besinsel lif, fitik asit, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteleri incelenmiş ve çeşitli mineral madde miktarları araştırılmıştır. Örneklerin antioksidan kapasiteleri DPPH radikali yakalama kapasitesi ve Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) metodu ile araştırılmıştır.

Çalışmada ürün üretiminde kullanılan hammaddelerin fonksiyonel özelliklerine ve mineral madde miktarlarına ait sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.32 ve 4.33’te verilmiştir.

Polisakkaritler, glikoz, galaktoz, fruktoz, ksiloz, mannoz vb. gibi monosakkarit zincirlerinden oluşan ve glikozidik bağlarla birbirine bağlanan biyomoleküllerdir (Gopinath ve ark., 2018). Bu polisakkaritler insan gastrointestinal sisteminde sindirilmelerine göre sindirilebilirler ve sindirilemeyenler olarak ikiye ayrılırlar.

(Dhingra ve ark., 2012). Diyet lifleri genel olarak selüloz ve pektin musilaj, gamlar, hemiselülozlar, lignin ve inulin gibi selülozik olmayan polisakkaritlerden oluşurlar (Theuwissen ve Mensink, 2008). Diyet lifleri besinlerin sindirimlerinin yavaşlamasını ve dolayısıyla kan şekerinin düzenlenmesini sağlayan maddelerdir. Ayrıca pek çok diyet lifi prebiyotik özellik taşımakta ve kolon sağlığı açısından önem arz etmektedir (Dhingra ve ark., 2012).

Hammaddelerin toplam besinsel lif içerikleri Çizelge 4.32’de özetlenmiş olup sonuçların % 2.60 ila 58.44 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük besinsel lif buğday unu ve irmiğinde görülürken; en yüksek üzüm posasında kaydedilmiş olup bunu portakal ve elma yan ürünleri takip etmiştir. Buğdayın diyet lif içeriği genel olarak arabinoksilan, selüloz,  $\beta$ -glukan, arabinogalaktan peptit, dirençli oligosakkaritler, lignin ve ilgili bitki maddelerinden oluşmaktadır (Gebruers ve ark., 2008). Ancak rafine buğday unu üretiminde bu maddelerin büyük kısmı uzaklaştırıldığı için buğday ununun besinsel lif içeriği oldukça azalmaktadır. Meyve ve sebzelerin posa ve kabukları ise diyet lifi özellikle de pektin açısından oldukça zengindir. Araştırmacılar günlük alınan diyet lifi miktarındaki artışın LDL-kolesterol, diyabet ve gastrointestinal rahatsızlıklara yakalanma riskini önemli oranda düşürdüğünü yapılan çalışmalarla kanıtlamışlardır. (Kazemi ve ark., 2019; Bhushan ve ark., 2008; Kammerer ve ark., 2005; Wolfe ve Liu, 2003).

Portakal kabuklarının % 47.6’sı çözünmez olmak üzere % 57 diyet lifi içerdiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Portakal kabuğunun temel lif içeriğinin ise pektik polisakkaritler ve selülozdan oluştuğu bildirilmiştir (Chau ve Huang, 2003). Çalışmada kullanılan elma posasının toplam besinsel lif içeriği % 43.25 olarak bulunmuştur. Benzer sonuçlar Ktenioudaki ve ark. (2013) (% 42.5) ve Pieszka ve ark. (2015) (% 36-45) tarafından da rapor edilmiştir. Alongi ve ark. (2019), elma posasının ağırlıkça % 40’nı diyet lifinin oluşturduğunu ve bunun da büyük bir çoğunluğunun (>%25) çözünmez diyet lifinden oluştuğunu belirlenmişlerdir. Limon kabuğunun (% 14) limonun yenilebilir kısmından (% 7) daha yüksek oranda diyet lifi içerdiği belirlenmiştir (Gorinstein ve ark., 2001).

Çizelge 4.32. Hammadde örneklerine ait bazı fonksiyonel özelliklerine ait sonuçlar<sup>1</sup>

| Hammadde         | Toplam Besinsel Lif (%)   | Fitik Asit (mg/100 g)      | TFMM (mg GAE/kg)             | DPPH (mg TE/kg)              | TEAC (mg TE/g)           |
|------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Un               | 2.60 ± 0.03 <sup>f</sup>  | 195.43 ± 3.35 <sup>b</sup> | 358.58 ± 8.73 <sup>f</sup>   | 239.80 ± 14.09 <sup>e</sup>  | 1.81 ± 0.02 <sup>e</sup> |
| İrmik            | 2.95 ± 0.04 <sup>f</sup>  | 326.31 ± 2.52 <sup>a</sup> | 649.45 ± 48.71 <sup>e</sup>  | 236.72 ± 6.74 <sup>e</sup>   | 1.86 ± 0.02 <sup>e</sup> |
| Elma             | 43.25 ± 0.13 <sup>c</sup> | 0.30 ± 0.09 <sup>f</sup>   | 1427.40 ± 21.20 <sup>d</sup> | 1949.25 ± 28.26 <sup>d</sup> | 3.41 ± 0.06 <sup>c</sup> |
| Karpuz           | 12.09 ± 0.07 <sup>e</sup> | 0.59 ± 0.17 <sup>f</sup>   | 1350.47 ± 5.41 <sup>d</sup>  | 1920.95 ± 7.93 <sup>d</sup>  | 3.43 ± 0.04 <sup>c</sup> |
| Portakal         | 51.58 ± 0.57 <sup>b</sup> | 46.79 ± 2.51 <sup>d</sup>  | 5652.83 ± 21.76 <sup>b</sup> | 2518.44 ± 11.77 <sup>b</sup> | 4.14 ± 0.03 <sup>b</sup> |
| Üzüm             | 58.44 ± 0.61 <sup>a</sup> | 18.96 ± 1.68 <sup>e</sup>  | 8927.35 ± 56.82 <sup>a</sup> | 3483.50 ± 9.41 <sup>a</sup>  | 5.73 ± 0.02 <sup>a</sup> |
| Muz              | 32.20 ± 0.08 <sup>d</sup> | 132.66 ± 3.34 <sup>c</sup> | 3853.26 ± 16.35 <sup>c</sup> | 2279.87 ± 9.40 <sup>c</sup>  | 3.25 ± 0.05 <sup>d</sup> |
| Minimum-Maksimum | 2.60 – 58.44              | 0.30 – 326.31              | 358.58 – 8927.35             | 236.72 – 3483.50             | 1.81 – 5.73              |
| Ortalama±std     | 29.02 ± 22.37             | 103.00 ± 122.85            | 3174.19 ± 3172.35            | 1804.08 ± 1189.92            | 3.37 ± 1.35              |

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p < 0.05$ ).

TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı, DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyon kuvveti, TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite

Fitik asit myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hekzakis (dihidrojen fosfat) pek çok tahıl ve yağlı tohumun ağırlıkça % 1 – 3'ünü oluşturan majör bir bileşendir (Graf, 1983). Pek çok tohum ve tahıldaki toplam fosfor içeriğinin büyük kısmı ve bazı tahıllardaki fosforun % 50 – 80 miktarı fitik asit formunda bulunmaktadır (Hidvegi ve Lasztity, 2002). Fitik asit insan beslenmesinde gerekli olan demir, kalsiyum, çinko, magnezyum gibi minerallerle birleşerek fitatları oluşturan ve bu minerallerin biyoyararlılığını ve emilimini düşüren besinsel bir ögedir. Ayrıca fitatlar, fitat-protein kompleksleri oluşturarak protein emilimini de düşürmektedirler. Günlük 2 – 8 g fitik asit alımı mineral absorpsiyonu önemli ölçüde azaltmaktadır. Fitat; fermentasyon, sıcaklık, çimlenme, ışınlama, depolama, suda ısıtma veya fitaz enzimi ilavesi gibi yöntemlerle parçalanabilmekte ve böylece ürünlerin biyoyararlılığı artırılabilir (Bilgiçli, 2002).

Fitik asit aynı zamanda demirle şelat oluşturmaktan dolayı demir katalizli oksidatif reaksiyonları bastırır ve antioksidan görevi görür. Aynı mekanizma ile diyetle alınan fitik asit kolon kanseri ve diğer inflamatuvar rahatsızlıklara karşı koruyucu özellikte işlev görür. Fitik asidin gıdalara ilavesinde ise lipid peroksidasyonunu ve renk değişikliği, çürüme ve sinerez gibi oksidatif bozulmaları önlediği belirlenmiştir (Graf ve Eaton, 1990).

Çalışmada kullanılan hammaddelerin fitik asit içerikleri Çizelge 4.32'de verilmiştir. Hammaddeler içerisinde en düşük fitik asit içeriği elma posasında (0.30 mg/100g) ve en yüksek fitik asit içeriği ise buğday irmiğinde (326.31 mg/100g) bulunmuştur.

Buğday ununun fitik asit içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada fabrika ve ev tipi üretimde üretilmiş tam ve rafine buğday unu örnekleri incelenmiştir. Buğday unu örneklerinin fitik asit içeriği 50- 90 mg/g arasında bulunmuştur. En düşük fitik asit içeriği rafine buğday ununda ve en yüksek fitik asit içeriği ise tam buğday ununda tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumun temel nedeninin fitik asidin genellikle buğdayın perikarp ve alöron tabakasında bulunmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Febles ve ark., 2002). Un randımanının fitik asit üzerine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise randıman arttıkça buğday ununun fitik asit içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada % 72 randımanlı üründe fitik asit içeriği 130 mg/100 iken % 100 randımanlı üründe fitik asit içeriği 350 mg/100 g'a yükselmiştir (O'Dell ve ark., 1992). Ekmeklik ve makarnalık buğdayların fitik asit içeriğinin incelendiği bir çalışmada ekmeklik buğdayda fitik asit içeriği 1080.5 mg/100g olarak bulunurken;

makarnalık buğdayda bu değer 922.3 mg/100g olarak bulunmuştur (Özkaya ve ark., 2018).

Jyothi lakshmi ve Kaul (2011), yaptıkları çalışmada karpuz çekirdeklerinin fitik asit içeriğini 0.99 g / 100 g olarak bulmuştur. Bir başka çalışmada ise karpuz ve kabak çekirdeği kabuğu unlarının fitik asit içeriği sırasıyla 2.63 g/100g KM ve 2.37 g/ 100 g KM olarak bulunmuştur (El-Adawy ve Taha, 2011). Yaş karpuz çekirdeğinin okzalit ve fitat içerikleri ise sırasıyla 0.43–0.48 g/100 ve 0.23–0.30 g/100g aralığında bulunmuştur (Addo ve ark. 2018). Antibesinsel öğelerin azaltılıp sindirilebilir mineral içeriğinin artırılması için fermentasyona tabii tutulan karpuz çekirdeklerinin fitat içeriğinin 120 saat sonunda % 0.43'ten % 0.12'ye düştüğü belirtilmiştir (Ejinkeonye ve ark. 2018). Kavun çekirdeğinde ise fitat içeriği 18.6 mg/g olarak bulunmuştur (Ibukun ve Anyasi, 2013). Muz kabuğunun fitat içeriği 0.28mg /g olarak bulunmuş olup bu sonuçların sorgum ve arpanın fitat içeriğinden (146-353 mg/g; 206-208mg/g) daha düşük olduğu belirtilmiştir (Anhwange ve ark., 2014). Bazı meyvelerin antibesinsel bileşenleri incelendiğinde okzalit ve fitat içerikleri sırasıyla; karpuz kabuğunda 128.49/100g mg ve 0.70 mg/100g; nar kabuğunda 2283.77 mg /100g ve 1.33 mg/100g; muz kabuğunda 280.88 mg/100g ve 6.20 mg/100g; mango kabuğunda 404.88 mg/100g ve 1.63 mg/100g; ananas kabuğunda ise 129.06 mg/100g ve 1.99 mg /100g olarak bulunmuştur (Romelle ve ark., 2016).

Hammaddelerin toplam fenolik madde miktarları incelendiğinde en düşük değerler buğday irmiği (649.45 mg GAE/kg) ve buğday ununda (358.58 mg GAE/kg) görülmüştür (Çizelge 4.32). En yüksek fenolik madde miktarı ise üzüm posasında bulunurken bunu sırasıyla portakal, muz, elma ve karpuz izlemiştir. Elma ve karpuz arasında ise istatistiksel fark ( $p>0.05$ ) görülmemiştir. Yapılan araştırmalarda elma posası tozunun toplam fenolik madde miktarının 230 ila 1410 mg GAE/kg KM arasında değiştiğini göstermiştir (Diñeiro ve ark., 2009; Alongi ve ark., 2019; Leyva ve ark., 2016; Wang ve ark., 2019).

Morais ve ark. 2015, kurutulmuş muz, karpuz ve kavun kabuklarının fenolik madde miktarlarını sırasıyla 385.83; 146.60; 149.83 mg GAE/100g KM olarak bulmuşlardır. Farhadi ve ark. 2016, üzüm kabuğu ekstraktının fenolik madde miktarının 600 mg GAE/g KM'den büyük olduğunu belirtirken; Andrés ve ark., (2017) nar ve üzüm yan ürünlerini araştırdıkları çalışmada nar yan ürünlerinin fenolik madde miktarını (134.79 mg GAE/g ekstrakt) üzüm yan ürünlerinin fenolik madde miktarından (31.16 mg GAE/g ekstrakt) daha yüksek bulmuşlardır. Yapılan diğer çalışmalarda üzüm

posasının fenolik madde miktarı 985 ila 1013 mg GAE/100g arasında bulunmuş olup, araştırmacılar sonuçların üzüm cinslerine bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir (Lingua ve ark., 2016). Farklı turunçgil örneklerinin toplam polifenol içerikleri incelendiğinde; limon türlerinin 598 ila 2828 µg/g arasında değişirken; portakal türlerinde 736 ila 6470 µg/g arasında değiştiği belirtilmiştir (Li ve ark., 2006; Ramful ve ark., 2010).

Hammaddelerin antioksidan kapasiteleri hem TEAC hem DPPH metotları ile araştırılmıştır. Her iki metodun sonucuna göre en yüksek antioksidan kapasite üzüm posasında görülürken bunu portakal yan ürünleri takip etmiş, en düşük ise buğday unu ve irmiğinde görülmüştür (Çizelge 4.32).

Rana ve ark. (2015), farklı çözenlerle muamele ettikleri elma posasından elde ettikleri ekstraktlarda antioksidan aktivite 2.09 ila 3.74 mg TEAC/g KM arasında ölçülmüştür. Muz, karpuz ve kavun kabuklarının incelendiği çalışmada kurutulmuş kabukların DPPH analizi sonuçları sırasıyla 163.66 µg/mL; 718.27 µg/mL ve 370.93 µg/mL'dir (Morais ve ark., 2015). Bir başka çalışmada ise karpuz ve kavun kabuğu tozlarının antioksidan aktiviteleri sırasıyla % 39.7 ve % 12.53 olarak bulunmuştur (Al-Sayed ve Ahmed, 2013). Nar kabuğu ve üzüm kabuğunun radikal temizleme kapasiteleri araştırıldığında sırasıyla % 75.54; % 94.06 – 95.62 inhibasyon etkisi gösterdiği belirlenmiştir (Harini ve ark, 2018; Farhadi ve ark., 2016). Pertuzatti ve ark (2020), üzüm posasının antioksidan kapasitesini ABTS, DPPH ve ORAC yöntemleriyle araştırmış ve sırasıyla 17103 µmol TE/ 100g; 10621 µmol TE/ 100g; 16400 µmol TE/ 100g olarak bulmuşlardır. Üzüm posası tozunun öğütme partikül büyüklüğünün tozun antioksidan içeriğine etkisinin araştırıldığı çalışmada; en yüksek DPPH radikal temizleme aktivitesi en küçük partikül büyüklüğünde (< 18.83µm)'de görülmüştür. Partikül boyutu büyüdükçe radikal temizleme kapasitesinin düştüğü belirlenmiştir (Zhao ve ark., 2015). Yapılan diğer çalışmalarda elma posasının toplam antioksidan aktivitesi 5.39 TE/g (Leyva ve ark., 2016); üzüm posasının ise 92 – 776 µmol /L 100g TE (Sant'Anna ve ark., 2014) olarak rapor edilmiştir.

Ürün üretiminde kullanılan hammaddelerin bazı mineral madde içerikleri (Ca, Fe, K, Mg, Zn ve P) araştırılmış ve sonuçlar Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Buğday unu ve irmiğinin hammaddeler arasında en düşük Ca, Fe, K ve Mg içeriğine sahip ürünler olduğu ancak Zn ve P içeriklerinin diğer hammaddelerden yüksek olduğu görülmüştür. Hammaddeler içerisinde en yüksek Ca içeriği (444.02 mg/100g) muz kabuğunda görülmüş olup bunu sırasıyla portakal (318.65 mg/100g),

üzüm (257.59 mg/100g), karpuz (125.71 mg/100g) ve elma (61.71 mg/100g) izlemiştir (Çizelge 4.33).

En yüksek Fe içeriği elma posasında görülmüş olup buğday unu ve irmiğinin sırasıyla 12.05 ve 9.25 katı Fe içerdiği belirlenmiştir. Yan ürünler içinde en düşük Fe içeriği karpuz ve üzümde görülmüş olup; buğday unu ve irmiğinin yaklaşık 6.3 ve 4.8 katı Fe içerdikleri görülmüştür (Çizelge 4.33).

En yüksek Mg içeriği karpuz kabuğunda (265.64 mg/100g) görülmüş olup bunu sırasıyla muz kabuğu (166.02 mg/100g) ve üzüm posası (135.61 mg/100g) takip etmiştir. Buğday unu ve irmiğinin Mg içerikleri ise sırasıyla 32.03 mg/100g ve 44.77 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Yan ürünler içerisinde en yüksek K içeriğine sahip muz kabuğunun K içeriğinin buğday ununun yaklaşık 31, buğday irmiğinin ise yaklaşık 20 katı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Hammaddelerin P içerikleri incelendiğinde en yüksek değer (368.70 mg/100g) buğday irmiğinde görülürken bunu sırasıyla buğday unu (260.72 mg/100g), karpuz (135.29 mg/100g) ve muz (94.62 mg/100g) takip etmiştir (Çizelge 4.33).

En yüksek Zn içeriği buğday irmiğinde (1.35 mg/100g) görülürken bunu sırasıyla buğday unu (0.65 mg/100g), muz (0.55 mg/100g) ve karpuz (0.52 mg/100g) takip etmiştir. Elma, portakal ve üzümün Zn içeriklerinde anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.33).

Pomeranz (1988), durum buğdayı irmiğinin potasyum, magnezyum, kalsiyum ve fosfor değerlerini sırasıyla 1976  $\mu\text{g}/100\text{g}$  KM, 690  $\mu\text{g}/100\text{g}$  KM, 190  $\mu\text{g}/100\text{g}$  KM ve 1850  $\mu\text{g}/100\text{g}$  KM olarak rapor etmiştir.

Mir ve ark. (2015) elma posasının mineral bileşimini 4.72 – 5.25 mg/100g Ca, 3.06 – 3.56 mg/100g Fe, 69.82 – 74.05 mg/100g K, 9.31 – 9.75 mg/100g Mg, 53.77 – 54.16 mg/100g P ve 1.78 – 1.88 mg/100g Zn olarak rapor etmişlerdir.

Karpuz kabuğunun 53.59 mg/100g sodyum, 2074 mg/100g potasyum, 468 mg/100g kalsiyum, 0.59 mg/100g bakır, 12.08 mg/100g demir, 164.48 mg/100g magnezyum, 0.91 mg/100g çinko ve 107 mg/100g fosfor içerdiği Feizy ve ark. (2020) tarafından rapor edilmiştir.

Çizelge 4.33. Hammadde örneklerine ait bazı mineral madde miktarları (mg/100 g) <sup>1,2</sup>

| Hammadde                | Kalsiyum (Ca)              | Demir (Fe)                | Magnezyum (Mg)             | Potasyum (K)                 | Fosfor (P)                 | Çinko (Zn)               |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Un</b>               | 24.40 ± 2.83 <sup>f</sup>  | 1.91 ± 0.03 <sup>f</sup>  | 32.03 ± 1.05 <sup>g</sup>  | 252.72 ± 5.09 <sup>f</sup>   | 260.72 ± 1.63 <sup>b</sup> | 0.65 ± 0.04 <sup>b</sup> |
| <b>İrmik</b>            | 29.08 ± 0.47 <sup>f</sup>  | 2.49 ± 0.03 <sup>e</sup>  | 44.77 ± 1.52 <sup>f</sup>  | 382.79 ± 2.02 <sup>e</sup>   | 368.70 ± 2.61 <sup>a</sup> | 1.35 ± 0.03 <sup>a</sup> |
| <b>Elma</b>             | 61.71 ± 0.59 <sup>e</sup>  | 23.02 ± 0.23 <sup>a</sup> | 92.86 ± 0.40 <sup>d</sup>  | 958.98 ± 7.50 <sup>d</sup>   | 72.04 ± 0.64 <sup>f</sup>  | 0.18 ± 0.01 <sup>d</sup> |
| <b>Karpuz</b>           | 125.71 ± 2.01 <sup>d</sup> | 12.12 ± 0.12 <sup>d</sup> | 265.64 ± 1.87 <sup>a</sup> | 2062.43 ± 13.33 <sup>b</sup> | 135.29 ± 0.96 <sup>c</sup> | 0.52 ± 0.01 <sup>c</sup> |
| <b>Portakal</b>         | 318.65 ± 1.93 <sup>b</sup> | 16.29 ± 0.03 <sup>b</sup> | 57.05 ± 1.29 <sup>e</sup>  | 417.87 ± 3.54 <sup>e</sup>   | 65.24 ± 1.40 <sup>g</sup>  | 0.22 ± 0.01 <sup>d</sup> |
| <b>Üzüm</b>             | 257.59 ± 2.23 <sup>c</sup> | 12.15 ± 0.10 <sup>d</sup> | 135.61 ± 1.60 <sup>c</sup> | 1779.79 ± 23.08 <sup>c</sup> | 84.24 ± 1.12 <sup>e</sup>  | 0.19 ± 0.01 <sup>d</sup> |
| <b>Muz</b>              | 444.02 ± 1.67 <sup>a</sup> | 13.61 ± 0.10 <sup>c</sup> | 166.02 ± 1.42 <sup>b</sup> | 7850.21 ± 9.52 <sup>a</sup>  | 94.62 ± 0.71 <sup>d</sup>  | 0.55 ± 0.02 <sup>c</sup> |
| <b>Minimum-Maksimum</b> | 24.40 – 444.02             | 1.91 – 23.02              | 32.03 – 265.64             | 252.72 – 7850.21             | 65.24 – 368.70             | 0.19 – 1.35              |
| <b>Ortalama±std</b>     | 180.17 ± 156.35            | 11.66 ± 7.17              | 113.42 ± 79.78             | 1957.82 ± 2587.56            | 154.41 ± 111.51            | 0.52 ± 0.40              |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.<sup>2</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Czech ve ark. (2019), portakal pulpu ve kabuğunun potasyum (139 mg/100g; 154 mg/100g), sodyum (0.12 mg/100g; 0.54 mg/100g), kalsiyum (27.9 mg/100g; 41.9 mg/100g), fosfor (23.3 mg/100g; 25.3 mg/100g), magnezyum (10.3 mg/100g; 13.2 mg/100g); demir (0.37 mg/100g; 0.51 mg/100g) ve çinko (0.17 mg/100g; 0.25 mg/100g) içerdiğini rapor etmişlerdir.

Farklı üzüm çeşitlerinin mineral içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada kalsiyum 2.56 – 9.61 mg/100g; potasyum 11.84 – 27.18 mg/100g; fosfor 15.61 – 31.57 mg/100g; magnezyum 1.68 – 6.44 mg/100g; demir 21.54 – 54.68 mg/100g; sodyum 0.87 – 2.44 mg/100g; çinko 12.64 – 22.51 mg/100g arasında bulunmuştur (Mohamed Ahmed ve ark., 2019).

Hikal ve ark. (2022), muz kabuğunun 59.1 mg/100g kalsiyum, 47 mg/100g demir, 4.39 mg/100g potasyum, 44.5 mg/100g magnezyum, 211.3 mg/100g fosfor, 115.1 mg/100g sodyum ve 0.033 mg/100g çinko içerdiğini rapor etmişlerdir.

#### **4.3.7.1. Toplam besinsel lif**

Yan ürün ilaveli ekmeklerin fonksiyonel özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.34, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.36'da özetlenmiştir.

Yan ürün ilave edilerek üretilen ekmeklerin toplam besinsel lif içerikleri Çizelge 4.34'te verilmiş olup sonuçlar % 3.04 ila 8.58 arasında değişmektedir. Ekmek örneklerinin toplam besinsel lif içeriklerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.35).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise; en yüksek toplam besinsel lif içeriği üzüm ilaveli ekmeklerde (% 5.81) görülmüş olup bunu sırasıyla portakal (% 5.47), elma (% 5.05), muz (% 4.50) ve karpuz (% 3.49) yan ürünleri ilaveli ekmekler izlemiştir. Yan ürün ikame oranı arttıkça ekmeklerin besinsel lif içeriklerinin arttığı ve ortalama % 3.04'ten % 6.69'a yükseldiği görülmüştür (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.34. Ekmek örneklerinin fonksiyonel özelliklerine ait sonuçlar<sup>1</sup>

| Yan Ürün         | İkame oranı (%) | Toplam Besinsel Lif (%) | Fitik Asit (mg/100g) | TFMM (mgGAE/kg)  | DPPH (mgTE/kg)   | TEAC (mgTE/g) |
|------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------|------------------|---------------|
| Elma             | 0               | 3.04 ± 0.01             | 167.85 ± 2.86        | 469.70 ± 7.39    | 316.90 ± 11.78   | 1.40 ± 0.03   |
|                  | 5               | 5.05 ± 0.01             | 155.76 ± 2.51        | 776.05 ± 1.47    | 450.96 ± 3.36    | 1.73 ± 0.07   |
|                  | 10              | 7.06 ± 0.03             | 148.06 ± 1.68        | 798.50 ± 0.93    | 538.90 ± 13.69   | 1.95 ± 0.07   |
| Karpuz           | 0               | 3.04 ± 0.01             | 167.85 ± 2.86        | 469.70 ± 7.39    | 316.90 ± 11.78   | 1.40 ± 0.03   |
|                  | 5               | 3.49 ± 0.02             | 156.94 ± 2.51        | 615.27 ± 4.40    | 490.94 ± 12.98   | 1.40 ± 0.04   |
|                  | 10              | 3.95 ± 0.02             | 146.28 ± 2.51        | 649.34 ± 1.47    | 559.92 ± 5.80    | 1.78 ± 0.06   |
| Portakal         | 0               | 3.04 ± 0.01             | 167.85 ± 2.86        | 469.70 ± 7.39    | 316.90 ± 11.78   | 1.40 ± 0.03   |
|                  | 5               | 5.47 ± 0.01             | 164.05 ± 2.51        | 1125.33 ± 13.20  | 563.70 ± 13.77   | 2.01 ± 0.02   |
|                  | 10              | 7.89 ± 0.04             | 158.71 ± 3.35        | 1626.92 ± 2.93   | 930.35 ± 11.58   | 2.16 ± 0.00   |
| Üzüm             | 0               | 3.04 ± 0.01             | 167.85 ± 2.86        | 469.70 ± 7.39    | 316.90 ± 11.78   | 1.40 ± 0.03   |
|                  | 5               | 5.81 ± 0.02             | 160.49 ± 2.52        | 1585.34 ± 8.50   | 836.64 ± 2.35    | 2.13 ± 0.07   |
|                  | 10              | 8.58 ± 0.05             | 155.76 ± 2.51        | 1973.90 ± 6.95   | 1254.82 ± 4.70   | 2.21 ± 0.04   |
| Muz              | 0               | 3.04 ± 0.01             | 167.85 ± 2.86        | 469.70 ± 7.39    | 316.90 ± 11.78   | 1.40 ± 0.03   |
|                  | 5               | 4.50 ± 0.02             | 163.45 ± 3.35        | 876.74 ± 6.48    | 566.02 ± 7.69    | 2.01 ± 0.11   |
|                  | 10              | 5.96 ± 0.02             | 159.90 ± 1.68        | 1416.54 ± 0.74   | 834.31 ± 7.78    | 2.12 ± 0.04   |
| Minimum-Maksimum |                 | 3.04 – 8.58             | 148.06 – 167.85      | 469.70 – 1973.90 | 316.90 – 1254.82 | 1.40 – 2.21   |
| Ortalama±std     |                 | 4.86 ± 1.85             | 160.57 ± 7.12        | 919.49 ± 504.21  | 574.07 ± 277.93  | 1.80 ± 0.32   |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı, DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyon kuvveti, TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite

Çizelge 4.35. Ekmek örneklerinin fonksiyonel özelliklerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Toplam Besinsel Lif (%) |            | Fitik Asit (mg/100 g) |           | TFMM (mgGAE/kg) |            | DPPH (mgTE/kg) |           | TEAC (mgTE/g) |          |
|------------------------|----|-------------------------|------------|-----------------------|-----------|-----------------|------------|----------------|-----------|---------------|----------|
|                        |    | KT                      | F          | KT                    | F         | KT              | F          | KT             | F         | KT            | F        |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 19.85                   | 9045.83**  | 259.47                | 282.01**  | 2258613.3       | 16846.38** | 517657.4       | 1316.17** | 0.23          | 27.89**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 66.51                   | 60619.82** | 997.91                | 2169.25** | 3476684.8       | 51863.28** | 1284919.8      | 6530.17** | 2.51          | 608.57** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 13.23                   | 3015.28**  | 161.57                | 87.81**   | 1383007.4       | 5157.74**  | 359920.7       | 457.29**  | 0.13          | 7.70**   |
| <b>Hata</b>            |    | 0.007                   |            | 3.22                  |           | 469.2           |            | 1377.4         |           | 0.03          |          |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı, DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalının inhibisyon kuvveti, TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite

Çizelge 4.36. Ekmek örneklerinin fonksiyonel özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Toplam Besinsel Lif (%) | Fitik Asit (mg/100g) | TFMM (mgGAE/kg)      | DPPH (mgTE/kg)      | TEAC (mgTE/g)     |
|------------------------|----|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                         |                      |                      |                     |                   |
| <b>Elma</b>            | 6  | 5.05 <sup>c</sup>       | 157.21 <sup>c</sup>  | 681.42 <sup>d</sup>  | 435.59 <sup>e</sup> | 1.69 <sup>b</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 3.49 <sup>e</sup>       | 157.02 <sup>c</sup>  | 578.10 <sup>e</sup>  | 455.92 <sup>d</sup> | 1.70 <sup>b</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 5.47 <sup>b</sup>       | 163.54 <sup>a</sup>  | 1073.98 <sup>b</sup> | 603.65 <sup>b</sup> | 1.86 <sup>a</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 5.81 <sup>a</sup>       | 161.36 <sup>b</sup>  | 1342.98 <sup>a</sup> | 802.79 <sup>a</sup> | 1.91 <sup>a</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 4.50 <sup>d</sup>       | 163.73 <sup>a</sup>  | 920.99 <sup>c</sup>  | 572.41 <sup>c</sup> | 1.84 <sup>a</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                         |                      |                      |                     |                   |
| <b>0</b>               | 10 | 3.04 <sup>c</sup>       | 167.85 <sup>a</sup>  | 469.70 <sup>c</sup>  | 316.90 <sup>c</sup> | 1.40 <sup>c</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 4.86 <sup>b</sup>       | 160.14 <sup>b</sup>  | 995.75 <sup>b</sup>  | 581.65 <sup>b</sup> | 1.93 <sup>b</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 6.69 <sup>a</sup>       | 153.74 <sup>c</sup>  | 1293.04 <sup>a</sup> | 823.66 <sup>a</sup> | 2.07 <sup>a</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı, DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalının inhibisyon kuvveti, TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite

Figuerola ve ark. (2005), farklı elma posalarının toplam diyet lifini % 56.5 – 63.9 arasında bulmuşlardır. Mohamed Ahmed ve ark. (2019) farklı üzüm türlerinin posaları üzerine yaptıkları çalışmada, örneklerin ham diyet lifi içeriğini 36.82 – 51.82 g/100g arasında bulmuşlardır. Benzer sonuçlar Waszczynskyj ve ark. (2001) (% 60.3) ve Herbafood (2002) (% 60) tarafından da rapor edilmiştir. Portakal posasının lif içeriği % 54 – 69 arasında değiştiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Figuerola ve ark., 2005; Larrauri ve ark., 1995). Chakrabarty ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada farklı karpuz cinsine ait kabukların ham lif içeriğinin % 12.78 – 13.35 arasında değiştiği görülmüştür.

Hikal ve ark.(2022) yaptıkları çalışmada muz kabuğunun toplam diyet lifi içeriğini % 20 – 30 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar muz kabuklarının lif içeriğinin muzun cinsine ve olgunlaşma seviyesine göre değiştiğini belirtmişler ve muzun olgunlaştıkça lifteki lignin içeriğinin % 7'den 15'e yükseldiğini rapor etmişlerdir.

#### 4.3.7.2. Fitik asit

Ekmek örneklerin içerdikleri fitik asit miktarları Çizelge 4.34'te verilmiş olup sonuçlar 148.06 – 167.85 mg/100g arasında bulunmuştur. Ekmeklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde fitik asit içeriği üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.35).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek fitik asit içeriği muz kabuğu ve portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüş olup sonuçlar benzer bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). En düşük fitik asit içerikleri ise elma posası ve karpuz kabuğu ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Sonuçlar ilave edilme oranı faktörü bakımından incelendiğinde ise; en yüksek fitik asit içeriği kontrol grubunda görülmüş ve ikame oranı arttıkça fitik asit içeriğinin düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.36).

Anhwange ve ark. (2009), muz kabuğu üzerine yaptıkları çalışmada; muz kabuğunun 0.28 mg/g fitat 0.51 mg/g okzalat, 24.00 mg/g saponin ve 1.33 mg/g hidrojen siyanit içerdiğini bulmuşlardır. Vu ve ark. (2018), muz kabuğunun zehirli bir antibesinsel öge olan hidrojen siyanidi güvenli limitinin (0.5 – 3.5 mg/g) altında içerdiğini ve sorgum ve mısırdan daha düşük oranlarda okzalat ve fitat içerdiğini rapor

etmişlerdir. Jyothi lakshmi ve Kaul (2011), karpuz çekirdeğinde 0.99 g fitat, 320.0 g tannin ve 0.213 g okzalit tespit etmişlerdir. Ibukun ve Anyasi (2013), fermentasyonun kavun çekirdeğinin antibesinsel ögeleri üzerine etkisini araştırmışlar ve araştırma sonucunda bu uygulamanın örneklerin saponin (6.8 – 3.4 mg/g), okzalit (2.1 – 0.3 mg/g) ve fitat (18.6 – 2.7 mg/g) içeriğini önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir. Romello ve ark. (2016), okzalit ve fitat bileşiklerinin karpuz kabuğu (128.49 mg ve 0.70 mg), nar kabuğu (2283.77 mg ve 1.33 mg), muz kabuğu (280.88 mg ve 6.20 mg), mango kabuğu (404.88 ve 1.63 mg) ve ananas kabuğunda (129.06 mg ve 1.99 mg) çeşitli oranlarda bulunduğunu rapor etmişlerdir.

#### 4.3.7.3. Toplam fenolik madde miktarı

Çizelge 4.34'te verilen sonuçlara göre ekmeklerin fenolik içeriği 469.70 – 1973.90 GAE/kg arasında değişmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.36'daki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek değer üzüm posası (1342.98 GAE/kg) ilaveli örneklerde görülürken bunu sırasıyla portakal yan ürünleri (1073.98 GAE/kg), muz kabuğu (920.99 GAE/kg), elma posası (681.42 GAE/kg) ve karpuz kabuğu (578.10 GAE/kg) ilaveli örnekler izlemiştir. Karşılaştırma testi sonuçlarına göre ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları formülasyona ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça artmıştır ( $p < 0.05$ ).

Sudha ve ark. (2007), elma posasının (10.16 mg/g) fenolik madde içeriğini buğday ununun (1.19 mg/g) fenolik içeriğinin yaklaşık 6 katı olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar % 0 ve 25 elma posası ilaveli keklerin toplam fenolik içeriklerini ise sırasıyla 2.07 mg/g 3.15 mg/g olarak rapor etmişlerdir. Mir ve ark.(2015), pirinç unundan yapılan krakerlerin toplam fenolik madde miktarını 0.58 – 0.61 mg GAE/g olarak bulurken; % 9 elma posası ilaveli krakerlerin toplam fenolik madde miktarını 0.75 – 0.82 mg GAE/g olarak bulmuşlardır. Kurhade ve ark. (2015), tam buğday ununa ilave edilen muz kabuğu tozu miktarının % 5'ten % 20'ye çıkarılmasının ekmeklerin toplam fenolik madde miktarını 15.32 mg/g'dan 28.4 mg/g'a çıkardığını rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda üzüm posasının toplam polifenol içeriği 5402 – 6010

mg GAE/100 g arasında bulunmuştur (Makris ve ark., 2007; Spinei ve Oroian, 2021). Hayta ve ark. (2012), sadece buğday unundan yapılmış ekmeklerin toplam fenolik madde miktarını 35.39 mg GAE/ 100 g KM olarak bulurken; % 10 üzüm posası ilaveli ekmeklerin toplam fenolik madde miktarını 89.43 mg GAE/ 100 g KM olarak bulmuşlardır. Nakov ve ark. (2020), % 100 buğday unundan yapılmış kontrol grubu keklerin fenolik asit içeriğini 4.1 mg/kg KM olarak bulurken; % 10 üzüm posası tozu ilaveli keklerin fenolik asit içeriğini 11.6 mg/kg KM olarak bulmuşlardır. Acun ve Gül (2014), kontrol grubu kurabiyelerde hiç fenolik madde içeriğine rastlanmadığını ancak % 15 üzüm posası tozu ilaveli kurabiyelerin toplam fenolik madde miktarının 75.1 g/kg GAE olarak bulunduğunu belirtmişlerdir.

#### **4.3.7.4. Antioksidan aktivite**

Bitkisel kaynaklı gıdalardan özellikle tahıllarda, antioksidan aktiviteyi sağlayan biyoaktif bileşenlerin karmaşık yapılarından dolayı antioksidan aktivite analizinde daha doğru bir değerlendirme yapmak için en az iki metot uygulanması gerektiği literatürde belirtilmiştir (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007). Gıda endüstrisi yan ürünleri tozları ilaveli ekmeklerin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde DPPH radikali yakalama kapasitesi metodu ve Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) metodu kullanılmıştır.

##### **4.3.7.4.1. DPPH radikali yakalama kapasitesi**

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) yöntemi serbest radikal süpürücü aktivitenin belirlenmesini sağlayan bir analizdir. DPPH radikalinin antioksidan bileşenler tarafından indirgenmesiyle renk değişimi meydana geldiğinden, reaksiyonun gözlemlenmesi spektrofotometrik yöntem ile gerçekleşir (Cankurtaran Kömürcü, 2021).

Üretilen ekmeklerin DPPH analizi sonuçları Çizelge 4.34'te verilmiş olup sonuçlar 316.90 – 1254.82 TE/kg arasında değişmektedir. Sonuçlara ait varyans analizi tablosu incelendiğinde ekmeklerin DPPH değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi ve ikame oranı faktörleri ile “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.35).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi faktörü açısından incelendiğinde; farklı oranlarda üzüm posası tozu ilaveli ekmeklerin ortalama DPPH değerinin en yüksek (1342.98 TE/kg) olduğu belirlenmiş bunu portakal (603.65 TE/kg) ve muz (572.41 TE/kg) yan ürünleri ilaveli örnekler takip etmiş; elma posası ilaveli örneklerin ise ortalama en düşük DPPH değerini (435.59 TE/kg) sağladıkları tespit edilmiştir. Karşılaştırma testi ilave edilen yan ürün oranı arttıkça ekmeklerin DPPH değerinin önemli oranda arttığını ortalama 316.90 TE/kg'dan 823.66 TE/kg'a çıktığını göstermiştir (Çizelge 4.36).

Pirinç ununa % 9 oranlarında elma posası tozu ilavesinin krakerlerin DPPH radikali inhibasyonunu artırdığını belirten araştırmacılar; kontrol grubu ve elma posası ilaveli krakerlerin DPPH değerini sırasıyla % 47.80 – 51.70 ve % 56.12 – 61.53 arasında bulmuşlardır (Mir ve ark., 2015). Tam buğday unlu ekmeklere ilave edilen muz kabuğu tozu oranı arttıkça örneklerin antioksidan aktivitelerinin arttığı Kurhade ve ark. (2015) tarafından rapor edilmiştir. Hayta ve ark. (2012) tam buğday ununa % 10 oranında üzüm posası tozu ilavesi ile ekmeklerin anti-radikal aktivitesinin % 11.06'dan %55.64'e yükseldiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar ısıtılmanın üzüm proantosiyantinlerinin bozulmasına neden olabileceğini ve bu nedenle antioksidan aktivitenin azalabileceğini belirtmişlerdir. Nakov ve ark. (2020), tam buğday unundan üretilmiş kontrol grubu keklerin DPPH ve FRAP antioksidan kapasitesini sırasıyla 340 µmol TE/g ve 1610 µmol TE/g olarak bulurken % 10 üzüm posası ilaveli keklerde bu değerleri sırasıyla 462 µmol TE/g ve 2428 µmol TE/g olarak rapor etmişlerdir. Bedrníček ve ark. (2019), karabuğday unu, mısır unu, pirinç unu ve keten tohumu unu karışımından ve bu un karışımının % 5'ini soğan kabuğu tozuyla yer değiştirmesinden elde edilen yeni formülasyondan glutensiz ekmek üretmişlerdir. Kontrol grubunun DPPH aktivitesi 0.62 mg TE/g KM ve FRAP aktivitesi 0.63 mg TE/g KM olarak bulunurken; ekmeklerin DPPH ve FRAP analizi sonuçları sırasıyla 4.70 mg TE/g KM ve 6.36 mg TE/g KM olarak bulunmuştur.

#### 4.3.7.4.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC)

Ekmek örneklerinin antioksidan içerikleri TEAC analiziyle de incelenmiş sonuçlar 1.40 – 2.21 TE/kg arasında bulunmuştur (Çizelge 4.34). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin ABTS değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü, ikame oranı faktörüne “yan ürün çeşidi x ikame oranı”

interaksiyonlarının istatistiksel açıdan  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.35).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları; ilave edilen ikame yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama TEAC değeri portakal, üzüm ve muz yan ürünü ilaveli örneklerde görülmüş olup örnekler arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Elma ve karpuz ilaveli örnekler arasında da istatistiksel fark yoktur ( $p > 0.05$ ). Ekmeklere ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça TEAC değerlerinin önemli oranda arttığı görülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.36).

Kurhade ve ark. (2015), ekmek formülasyonundaki muz kabuğu tozu oranının %5'ten %20'ye yükselmesiyle; ekmeklerin toplam flavonoid içeriklerinin 10.25'tan 23.2 mg kuersetin  $g^{-1}$ 'a yükseldiği rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalarda muz kabuğunun antioksidan özellikleri TEAC analizinde 84.73 ila 242.2 mM TE/g KM arasında (Agama-Acevedo ve ark., 2016; Rebello ve ark., 2014) veya 73 – 96 mg TE/g KM arasında değiştiği (González-Montelongo ve ark., 2010) rapor edilmiştir. Baskar ve ark., (2011) muz kabuğunun radikal süpürücü özelliğini TEAC analizinde % 48 – 80 arasında bulmuştur.

#### 4.3.7.5. Mineral madde

Farklı oranlarda gıda endüstrisi yan ürünleri tozu ilaveli ekmek örneklerinin mineral madde (Ca, Fe, Mg, K, P ve Zn) miktarı sonuçları Çizelge 4.37'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Ekmek örneklerinin Ca miktarı 32.57 mg/100 g ile 50.99 mg/100 g arasında değişiklik göstermiş, ortalama 36.33 mg/100 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.37). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin Ca değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi, ikame oranı faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.38).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları; ilave edilen ikame yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama Ca değeri muz kabuğu ilaveli örneklerde görülürken bunu sırasıyla portakal, üzüm ve elma yan ürünü ilaveli örnekler izlemiştir; en düşük Ca değeri ise karpuz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür.

Ekmeklere ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça Ca değerlerinin arttığı kontrol grubunda ortalama 32.57 mg/100 g olan değer % 10 yan ürün ilaveli ekmeklerde ortalama 40.35 mg/100 g'a yükseldiği görülmüştür ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.39).

Mir ve ark. (2015), kahverengi pirinç ununa farklı oranlarda (% 0 – 9) elma posası tozu ilave ederek ürettikleri krakerlerin Ca içeriğinin ilave edilen elma posası oranı arttıkça arttığını; kontrol (% 0) grubunun Ca içeriğinin % 4.72 – 5.25 mg/g arasında değişirken; % 9 elma posası tozu ilaveli örneklerde bu değer % 6.37 – 8.26 mg/g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Gbaa ve ark. (2019), sorgum ununa karpuz kabuğu tozu ilavesinin örneklerin Ca, K, P ve Mg içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir. O'Shea ve ark. (2015), elma ve portakal posasının Ca içeriğini sırasıyla 126.5 ve 411.2 mg/100 ml olarak rapor etmişlerdir. Üzüm posası unu ve ekstraktının Ca içeriği sırasıyla 3207.43 ve 3293.17 mg/kg olarak bulunmuştur (Beres ve ark., 2015). Benítez ve ark.(2011), soğan yan ürünlerinin Ca içeriğini 1.8 – 16.5 mg/g olarak rapor etmişlerdir. Eshak (2016), buğday unundan yapılmış ekmeğin Ca içeriğini 229 mg/kg olarak bulurken; % 5 ve % 10 muz kabuğu unu ilavesinin ekmeklerin Ca içeriğini 915 ve 663 mg/kg olarak bulmuştur. Olaitan ve ark. (2017), % 100 buğday unundan yapılmış kurabiyelerin Ca içeriğini 42.63 mg/g bulurken formülasyona ilave edilen % 7.5 karpuz kabuğu tozunun kurabiyelerin Ca içeriğini 172.70 mg/g'a çıkardığını belirtmişlerdir.

Ekmek örneklerinin Fe miktarı 1.67 mg/100 g ile 3.28 mg/100 g arasında değişiklik göstermiş, ortalama 2.02 mg/100 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.37). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin Fe değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi, ikame oranı faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.38).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları; ilave edilen ikame yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama Fe değeri muz kabuğu ilaveli örneklerde görülürken bunu sırasıyla elma, portakal ve üzüm ilaveliler izlemiş ve en düşük Fe karpuz kabuğu yan ürünü ilaveli örneklerde görülmüştür. Ekmeklere ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça Fe değerlerinin de arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.37. Ekmek örneklerinin mineral madde miktarlarına (mg/100g) ait sonuçlar<sup>1</sup>

| Yan Ürün         | İkame Oranı (%) | Kalsiyum (Ca) | Demir (Fe)  | Magnezyum (Mg) | Potasyum (K)     | Fosfor (P)      | Çinko (Zn)  |
|------------------|-----------------|---------------|-------------|----------------|------------------|-----------------|-------------|
| Elma             | 0               | 32.57 ± 1.82  | 1.67 ± 0.03 | 34.37 ± 0.99   | 263.67 ± 3.45    | 288.67 ± 0.77   | 0.74 ± 0.01 |
|                  | 5               | 34.63 ± 0.12  | 2.41 ± 0.04 | 36.18 ± 0.52   | 298.85 ± 6.32    | 269.89 ± 0.01   | 0.69 ± 0.00 |
|                  | 10              | 36.68 ± 0.71  | 3.13 ± 0.06 | 36.99 ± 0.54   | 375.57 ± 11.80   | 254.32 ± 1.11   | 0.66 ± 0.01 |
| Karpuz           | 0               | 32.57 ± 1.82  | 1.67 ± 0.03 | 34.37 ± 0.99   | 263.67 ± 3.45    | 288.67 ± 0.77   | 0.74 ± 0.01 |
|                  | 5               | 33.81 ± 0.31  | 1.69 ± 0.02 | 41.36 ± 5.52   | 496.86 ± 26.05   | 249.59 ± 0.33   | 0.64 ± 0.03 |
|                  | 10              | 36.16 ± 0.77  | 1.72 ± 0.04 | 58.44 ± 1.42   | 729.05 ± 9.80    | 212.08 ± 1.03   | 0.61 ± 0.04 |
| Portakal         | 0               | 32.57 ± 1.82  | 1.67 ± 0.03 | 34.37 ± 0.99   | 263.67 ± 3.45    | 288.67 ± 0.77   | 0.74 ± 0.01 |
|                  | 5               | 35.26 ± 0.35  | 1.74 ± 0.01 | 35.95 ± 0.27   | 282.78 ± 16.42   | 281.03 ± 2.16   | 0.69 ± 0.01 |
|                  | 10              | 41.07 ± 0.36  | 1.84 ± 0.03 | 37.97 ± 0.55   | 316.57 ± 8.42    | 274.19 ± 1.18   | 0.65 ± 0.03 |
| Üzüm             | 0               | 32.57 ± 1.82  | 1.67 ± 0.03 | 34.37 ± 0.99   | 263.67 ± 3.45    | 288.67 ± 0.77   | 0.74 ± 0.01 |
|                  | 5               | 34.95 ± 0.32  | 1.74 ± 0.02 | 38.45 ± 1.47   | 418.99 ± 18.02   | 262.24 ± 2.79   | 0.70 ± 0.00 |
|                  | 10              | 36.87 ± 0.44  | 1.85 ± 0.02 | 41.13 ± 0.22   | 542.31 ± 22.16   | 233.26 ± 2.34   | 0.69 ± 0.01 |
| Muz              | 0               | 32.57 ± 1.82  | 1.67 ± 0.03 | 34.37 ± 0.99   | 263.67 ± 3.45    | 288.67 ± 0.77   | 0.74 ± 0.01 |
|                  | 5               | 41.62 ± 0.60  | 2.51 ± 0.05 | 40.16 ± 1.39   | 851.56 ± 25.97   | 249.18 ± 3.20   | 0.67 ± 0.01 |
|                  | 10              | 50.99 ± 0.74  | 3.28 ± 0.11 | 43.91 ± 0.03   | 1395.35 ± 28.59  | 216.88 ± 2.35   | 0.58 ± 0.01 |
| Minimum-Maksimum |                 | 32.57 – 50.99 | 1.67 – 3.28 | 34.37 – 58.44  | 263.67 – 1395.35 | 212.08 – 288.67 | 0.58 – 0.74 |
| Ortalama±std     |                 | 36.33 ± 4.97  | 2.02 ± 0.54 | 38.83 ± 6.24   | 468.41 ± 309.50  | 263.06 ± 26.08  | 0.68 ± 0.05 |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**Çizelge 4.38.** Ekmek örneklerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Kalsiyum (Ca) |          | Demir (Fe) |           | Magnezyum (Mg) |         | Potasyum (K) |           | Fosfor (P) |           | Çinko (Zn) |         |
|------------------------|----|---------------|----------|------------|-----------|----------------|---------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|---------|
|                        |    | KT            | F        | KT         | F         | KT             | F       | KT           | F         | KT         | F         | KT         | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 234.03        | 57.31**  | 3.72       | 899.93**  | 313.50         | 26.61** | 1182421.8    | 1324.03** | 4183.43    | 626.99**  | 0.01       | 10.36** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 304.32        | 149.05** | 2.43       | 1175.08** | 436.45         | 74.10** | 8322768.9    | 1865.01** | 12769.59   | 3827.68** | 0.05       | 94.22** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 159.54        | 19.53**  | 2.40       | 290.27**  | 335.95         | 14.26** | 759127.3     | 425.02**  | 2733.01    | 204.80**  | 0.01       | 3.99**  |
| <b>Hata</b>            |    | 14.29         |          | 0.01       |           | 41.23          |         | 3125.7       |           | 23.35      |           | 0.00       |         |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

**Çizelge 4.39.** Ekmek örneklerinin mineral madde miktarlarına (mg/100 g) ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Kalsiyum (Ca)       | Demir (Fe)        | Magnezyum (Mg)      | Potasyum (K)        | Fosfor (P)          | Çinko (Zn)        |
|------------------------|----|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Yan ürn</i>         |    |                     |                   |                     |                     |                     |                   |
| <b>Elma</b>            | 6  | 34.63 <sup>bc</sup> | 2.40 <sup>b</sup> | 35.85 <sup>c</sup>  | 312.69 <sup>d</sup> | 270.96 <sup>b</sup> | 0.70 <sup>a</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 34.18 <sup>c</sup>  | 1.69 <sup>d</sup> | 44.72 <sup>a</sup>  | 496.53 <sup>b</sup> | 250.12 <sup>d</sup> | 0.66 <sup>b</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 36.30 <sup>b</sup>  | 1.75 <sup>c</sup> | 36.10 <sup>c</sup>  | 287.67 <sup>d</sup> | 281.29 <sup>a</sup> | 0.69 <sup>a</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 34.80 <sup>bc</sup> | 1.75 <sup>c</sup> | 37.98 <sup>bc</sup> | 408.32 <sup>c</sup> | 261.39 <sup>c</sup> | 0.71 <sup>a</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 41.73 <sup>a</sup>  | 2.48 <sup>a</sup> | 39.48 <sup>b</sup>  | 836.86 <sup>a</sup> | 251.57 <sup>d</sup> | 0.66 <sup>b</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                     |                   |                     |                     |                     |                   |
| <b>0</b>               | 10 | 32.57 <sup>c</sup>  | 1.67 <sup>c</sup> | 34.37 <sup>c</sup>  | 263.67 <sup>c</sup> | 288.67 <sup>a</sup> | 0.74 <sup>a</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 36.05 <sup>b</sup>  | 2.02 <sup>b</sup> | 38.42 <sup>b</sup>  | 469.81 <sup>b</sup> | 262.39 <sup>b</sup> | 0.68 <sup>b</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 40.35 <sup>a</sup>  | 2.37 <sup>a</sup> | 43.69 <sup>a</sup>  | 671.77 <sup>a</sup> | 238.14 <sup>c</sup> | 0.64 <sup>c</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Mir ve ark. (2015) kahverengi pirinç ununa ağırlıkça % 6'ya kadar elma posası ilavesinin örneklerin Fe değerini artırdığını, % 6'dan fazla elma posası ilavesinin Fe değerini önemli derecede ( $p>0.05$ ) değiştirmedığını rapor etmişlerdir. Elma ve portakal posasının Fe içeriği sırasıyla 0.84 mg/ 100 ml ve 0.98 mg/100 ml olarak bulunmuştur (O'Shea ve ark., 2015). Beres ve ark. (2015), üzüm posası unu ve ekstraktının Fe içeriğini araştırmışlar ve sırasıyla 94.39 mg/kg ve 97.38 mg/kg olarak bulmuşlardır. Eshak (2016), buğday ununa muz kabuğu tozu ilavesinin ekmeklerin Fe içeriğini oldukça artırdığını % 0 – 5 – 10 ilaveli ekmeklerin Fe içeriğini sırasıyla 37.71; 96 ve 221 mg/kg olarak bulmuştur. Kurabiye formülasyonuna karpuz kabuğu tozu oranı arttıkça örneklerin Fe içeriğinin de arttığı; kontrol grubunun Fe içeriği 31.56 mg/g iken % 7.5 karpuz kabuğu tozu ilaveli örneklerin Fe içeriğinin 48.22 mg/g olduğu Olaitan ve ark. (2017) tarafından rapor edilmiştir.

Çizelge 4.37'de verilen sonuçlara göre ekmek örneklerinin Mg miktarı 34.37 mg/100 g ile 58.44 mg/100 g arasında değişiklik göstermiş, ortalama 38.83 mg/100 g olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin Mg değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi, ikame oranı faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.38).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları; ilave edilen ikame yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama Mg değeri karpuz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. Bunu sırasıyla muz, üzüm, portakal ve elma ilaveli örnekler izlemiş ve elma ve portakal yan ürünleri ilaveli örnekler arasında önemli bir fark ( $p>0.05$ ) görülmemiştir. Ekmeklere ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça Mg değerlerinin de arttığı görülmüştür ( $p<0.05$ ). % 0 – 5 – 10 ilaveli örneklerin Mg içerikleri sırasıyla 34.37; 38.42 ve 43.69 mg/100 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.39).

Pirinç ununa elma posası ilave edilerek üretilen krakerlerin Mg içeriklerinin; ilave edilen elma posası miktarı arttıkça düştüğü Mir ve ark. (2015) tarafından rapor edilmiştir. O'Shea ve ark. (2015), portakal ve elma posasının Mg içeriğini sırasıyla 87.00 ve 12.60 mg/ 100ml olarak rapor etmişlerdir. Üzüm posası unu ve ekstraktının Mg içeriği sırasıyla 922.61 mg/kg ve 2300.35 mg/kg olarak Beres ve ark. (2015) tarafından rapor edilmiştir. Soğan yan ürünlerinin Mg içeriği 0.6 – 1.5 mg/g aralığında rapor edilmiştir (Benítez ve ark., 2011). Olaitan ve ark. (2017) buğday ununa karpuz kabuğu tozu ilavesinin kurabiyelerin Mg içeriğini artırdığını; % 100 buğday unlu

örneklerin Mg içeriği 17.36 mg/g iken % 7.5 karpuz kabuğu ilaveli örneklerin 61.73 mg/g olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.37’de verilen sonuçlara göre ekmek örneklerinin K miktarı 263.67 – 1395.35 mg/100 g arasında değişmektedir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin K değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi, ikame oranı faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.38).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları; ilave edilen ikame yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama K değeri muz kabuğu ilaveli örneklerde görülürken bunu sırasıyla karpuz ve üzüm ilaveliler takip etmiş; en düşük elma ve portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüş ve aralarında fark olmadığı ( $p > 0.05$ ) belirlenmiştir. Ekmeklere ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça K değerlerinin de arttığı; % 0 – 5 – 10 ilaveli örneklerin K içerikleri sırasıyla 263.67; 469.81 ve 671.77 mg/100 g olarak ölçülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.39).

Pirinç unundan glutensiz kraker üretiminde iki farklı elma cinsine ait posaların kullanıldığı çalışmada, bir çeşit elma posası ilavesinin krakerlerin K içeriğini etkilemediği ( $p > 0.05$ ) ancak diğer çeşitte ilave edilen elma posası içeriği arttıkça krakerlerin K içeriğinin arttığı Mir ve ark.(2015) tarafından rapor edilmiştir. Araştırmacılar elmaların yetiştirildiği yöre, toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak içeriklerinin değiştiğini rapor etmişlerdir. Tufeanu ve ark. (2018), yağ ikamesi olarak karpuz kabuğu tozu ilave ettikleri keklerin P, K, Se ve Mn içeriğinin önemli oranda arttığını rapor etmişlerdir. Elma posası ve portakal posasının K içeriği O’Shea ve ark. (2015) tarafından sırasıyla 253.1 mg/100ml ve 411.2 mg/100ml olarak bulunmuştur. Beres ve ark. (2015), üzüm posası tozu ve ekstraktının K içeriğini sırasıyla 26522.74 ve 75860.47 mg/kg olarak bulmuşlardır. Eshak (2016), buğday ununa muz kabuğu tozu ilavesinin ekmeklerin K içeriğini oldukça artırdığını % 0 – 5 – 10 ilaveli ekmeklerin K içeriğini sırasıyla 873, 5353 ve 8104 mg/kg olarak bulmuştur. Olaitan ve ark. (2017) % 0 – 2.5 – 5 – 7.5 karpuz kabuğu ilaveli kurabiyelerin K içeriklerini sırasıyla 104.20 – 187.30 – 241.50 ve 344.60 mg/g olarak rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.37’de verilen sonuçlara göre ekmek örneklerinin P miktarı 212.08 – 288.67 mg/100 g arasında değişiklik göstermiş, ortalama 263.06 mg/100 g olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin P değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi, ikame oranı faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame

oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.38).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları; ilave edilen ikame yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama P değeri portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde görülürken; en düşük muz ve karpuz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. Karşılaştırma testi sonuçlarına göre ilave edilen yan ürünler örneklerin P değerini önemli ölçüde düşürmüştür ( $p < 0.05$ ). En yüksek ortalama P değeri kontrol grubunda görülürken (288.67 mg/100g) en düşük % 10 yan ürün ilaveli örneklerde (238.14 mg/100g) görülmüştür (Çizelge 4.39). Bu durumun buğday ununun yan ürünlerden daha yüksek P içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.33).

Farklı elma türlerine ait posaların pirinç krakeri formülasyonuna ilavesinin örneklerin P içeriğini düşürdüğü ve ilave edilen elma posası oranı arttıkça her iki tür elma posası için de P miktarının düştüğü rapor edilmiştir (Mir ve ark., 2015). Beres ve ark. (2015), üzüm posası unu ve ekstraktının P içeriğini sırasıyla 3611.18 ve 8375.32 mg/kg olarak bulmuşlardır. Eshak (2016), buğday ununa % 5 – 10 oranlarında muz kabuğu tozu ilave ederek ürettikleri ekmeklerin P içeriğini sırasıyla 1086 – 1180 mg/kg olarak bulurken kontrol grubunun (% 0) P içeriğini 1232 mg/kg olarak bulmuşlardır. Buğday ununun P bakımından zenginleştirilmesi için karpuz kabuğu tozu ilave edilebileceğini belirten Olaitan ve ark. (2017); kontrol grubu (% 0) kurabiyelerin P içeriği 175.40 mg/g iken; % 7.5 karpuz kabuğu ilaveli kurabiyelerin P içeriğinin 341.50 mg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar yan ürünlerin mineral içeriklerinin meyve cinsine ve yan ürünlerin elde ediliş şekillerine göre farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ekmek örneklerinin Zn miktarı Çizelge 4.37’de verilmiş olup 0.58 – 0.74 mg/100 g arasında değişiklik göstermekte ve ortalama 0.68 mg/100 g olarak belirtilmektedir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde ekmeklerin Zn değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi, ikame oranı faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.38).

Karşılaştırma testi sonuçları; ilave edilen ikame yan ürün çeşidi faktörü bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama Zn değeri üzüm, elma ve portakal yan ürünü ilaveli örneklerde görülmüş olup örnekler arasında anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0.05$ ). Ayrıca ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin Zn miktarının da önemli oranda düştüğü görülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.39). Buğday ununun Zn içeriğinin yan

ürünlerin Zn içeriğinden yüksek olması ikame oranı arttıkça ekmeklerin Zn içeriğinin düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.33).

Mir ve ark. (2015), % 9'a kadar elma posası tozu ilavesinin pirinç krakerlerinin Zn içeriğini değiştirmediğini ( $p>0.05$ ), % 9 oranında ilavenin ise örneklerin Zn içeriklerini artırdığını belirtmişlerdir. Elma posası ve portakal posasının Zn içeriği O'Shea ve ark. (2015) tarafından sırasıyla 0.17 mg/100ml ve 0.23 mg/100ml olarak bulunmuştur. Soğan yan ürünlerinin Zn içeriği 0.0162–0.0538 mg/g olarak bulunmuştur (Benítez ve ark., 2011). Eshak (2016), buğday ununa % 0 – 5 – 10 oranlarında muz kabuğu tozu ilave ederek ürettikleri ekmeklerin Zn içeriğini sırasıyla 0.15 – 3.20 – 5.20 mg/kg olarak bulmuşlardır.

#### 4.3.8. Ekmek örneklerine ait duyuusal analiz sonuçları

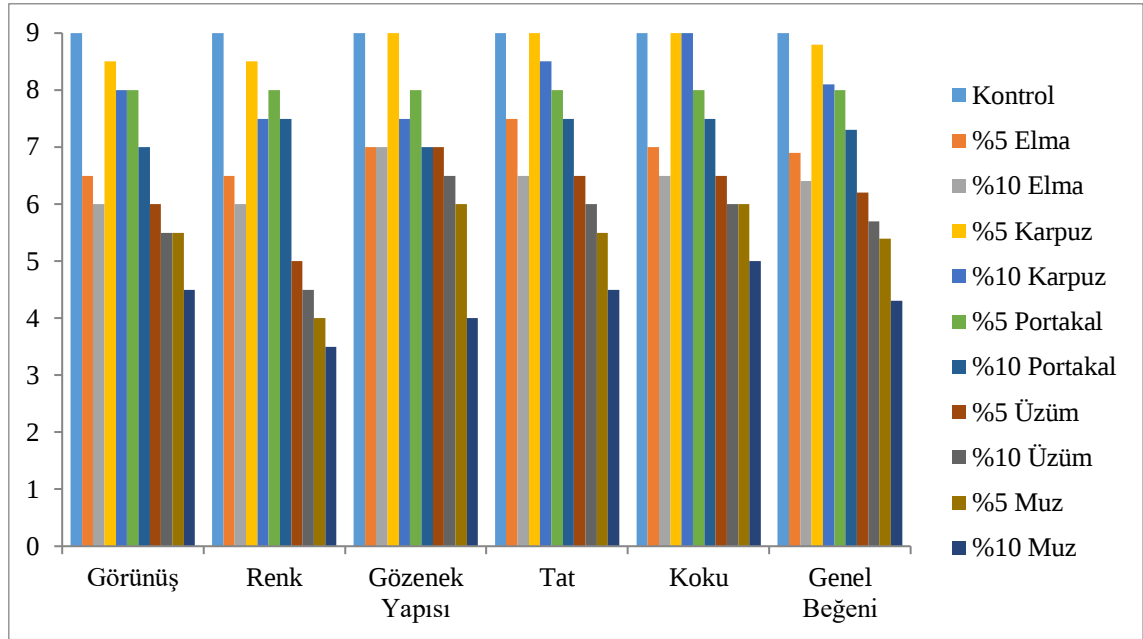
Duyuusal analiz, tüketicilerin tüketim tercihleri göz önüne alınarak örneklerin değerlendirilmesidir. Fonksiyonel olarak üretilen örneklerin tüketici beğenisine sunulması sürdürülebilir üretim açısından önemlidir. Ekmek örneklerine ait duyuusal analiz (görünüş, renk, gözenek yapısı, tat, koku ve genel beğeni) sonuçları Şekil 4.10'te verilmiştir.

Ekmeklerin görünüş skorları incelendiğinde; % 5 karpuz ilavelilerin kontrol grubundan sonra en yüksek puanı aldığı görülmekte olup bunu % 10 karpuz ve % 5 portakal ilaveli örnekler izlemektedir. Düşük hacim özelliklerine sahip muz kabuğu tozu ilaveli ekmekler en düşük görünüş puanlarını almıştır (Şekil 4.10).

Ekmek kabuk rengi tüketiciler açısından en önemli beğeni kriterlerinden biridir. Genel olarak tüketiciler altın sarısı ve parlak görünümlü ekmeği tercih etmektedir. Ekmek örneklerinin renk skorları incelendiğinde % 5 karpuz ilaveli örneklerin kontrolden sonra en yüksek beğeni skorunu aldığı ve bunu % 5 portakal ilaveli örneklerin takip ettiği belirlenmiştir. Hammaddeler arasında en düşük  $L^*$  değerini (Çizelge 4.1) veren muz ve üzüm yan ürünü tozu ilaveli örnekler ise renk açısından panelistlerden en düşük beğeni skorlarını almışlardır (Şekil 4.10).

Panelist değerlendirmeleri neticesinde % 5 karpuz yan ürünü ilaveli örnekler ile kontrol grubu örnekler arasında gözenek yapısı bakımından fark olmadığı belirlenmiş olup her iki örnek de en yüksek skorları almıştır. En düşük hacim değerine sahip (Çizelge 4.20) % 10 muz kabuğu tozu ilaveli ekmek örnekleri en düşük gözenek yapısı puanını almıştır. Hacimdeki değişikliklerin ekmeklerin gözenek yapısını etkilediği panelistler tarafından da teyit edilmiştir. Ekmek gözenek yapısının bütün yan ürünlerde

% 10 ikame oranının % 5 ikame oranından daha düşük puan aldığı belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Ekmek örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Ekmek örnekleri tatları bakımından değerlendirildiğinde % 5 karpuz yan ürünü tozu ilaveli örneklerin kontrol grubu ile benzer skorlar aldığı belirlenmiş olup bunu sırasıyla % 10 karpuz yan ürünü ilaveli örnekler ve % 5 portakal yan ürünü ilaveli örnekler izlemiştir. Panelistler tat bakımından da en düşük puanları muz kabuğu tozu ilaveli örnekler vermişlerdir. Panelistlerin koku değerlendirmeleri neticesinde karpuz yan ürünü ilaveli örnekler kontrol grubuyla benzer puanları almış olup bunları sırasıyla % 5 portakal ve % 10 portakal yan ürünü tozu ilaveli örnekler izlemiştir (Şekil 4.10).

Ekmek örneklerinin genel beğeni skorları incelendiğinde % 5 karpuz yan ürünü ilaveli örneklerin kontrole benzer skorlar aldığı görülmüştür. Bunu sırasıyla % 10 karpuz, % 5 portakal, ve % 10 portakal yan ürünü ilaveliler takip etmiştir. Muz kabuğu tozu ilaveli ekmekler ise en düşük genel beğeni almışlardır (Şekil 4.10).

Jannati ve ark. (2018), ekmeklere ilave edilen elma posası tozu oranı arttıkça panelistlerin renk beğenisinin düştüğünü belirtmişlerdir. Foschia ve ark. (2013), tahıl ürünlerine lif içeriği yüksek maddelerin ilavesinin asıl zorluğunun, tekstür ve renk başta olmak üzere son ürünün kalite parametrelerinin olumsuz etkilenmesi olduğunu vurgulamışlardır. Benzer şekilde buğday ununa üzüm posası tozu (Sant'Anna ve ark.2014), portakal yan ürünleri (Crizel ve ark., 2015) ya da tahıl kepeği (Peressini ve

Sensidoni, 2009) gibi lif içeriği yüksek hammadde ilaveli son ürünün panelistlerden aldığı renk puanının kontrole göre daha düşük olduğu belirtilmiştir.

#### **4.4. Makarna Örneklerine Ait Analiz Sonuçları**

Elma posası, karpuz kabuğu, portakal posası üzüm posası ve muz kabuğu tozları % 0 – 5 – 10 oranlarında buğday irmiğine ayrı ayrı ilave edilerek üretilen makarna örneklerine ait analiz sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

##### **4.4.1. Makarna örneklerine ait renk değerleri**

Farklı oranlarda elma posası, karpuz kabuğu, portakal posası üzüm posası ve muz kabuğu tozları ilave edilerek üretilen makarna örneklerine ait renk değerleri Çizelge 4.40'ta, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41'de ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Ürün rengi tüketiciler için en önemli kalite parametrelerinden biridir (Giuberti ve ark., 2015). Dünya genelinde yaygın olarak tüketilen makarnalar karakteristik sarı renkli olurken bazı makarna çeşitlerinde sarı renk gelişimi alkali koşullarda sağlanır (Miskelly ve Moss, 1985). Ülkemizde üretilen makarnaların renkleri açık kremden koyu sarıya kadar değişmektedir. Sarılığın derecesi; makarnalık buğday çeşidi, buğdayda bulunan sarı pigment miktarı veya formülasyonda yumurta vb. başka bir ürün kullanılıp kullanılmamasına bağlı olarak değişmektedir (Eyidemiir, 2006).

##### **4.4.1.1. L\* değeri**

Makarna örneklerinin L\* değerleri 59.54 ile 88.20 arasında değişmiş, ortalama 79.16 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.40). Örneklere ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarnaların L\* değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.40. Makarna örneklerine ait renk değerleri<sup>1</sup>

| Yan ürün         | İkame oranı (%) | L*            | a*           | b*            | Ton açısı     | Doygunluk İndeksi |
|------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|
| Elma             | 0               | 88.20 ± 0.06  | -0.91 ± 0.06 | 18.78 ± 0.11  | 92.77 ± 0.16  | 18.80 ± 0.11      |
|                  | 5               | 76.71 ± 0.04  | 3.64 ± 0.07  | 23.39 ± 0.66  | 81.15 ± 0.08  | 23.67 ± 0.66      |
|                  | 10              | 71.10 ± 0.01  | 5.37 ± 0.03  | 25.52 ± 0.30  | 78.12 ± 0.07  | 26.08 ± 0.30      |
| Karpuz           | 0               | 88.20 ± 0.06  | -0.91 ± 0.06 | 18.78 ± 0.11  | 92.77 ± 0.16  | 18.80 ± 0.11      |
|                  | 5               | 83.91 ± 0.05  | -0.67 ± 0.03 | 22.51 ± 0.03  | 91.70 ± 0.04  | 22.51 ± 0.43      |
|                  | 10              | 81.42 ± 0.24  | -0.30 ± 0.01 | 22.51 ± 0.01  | 90.75 ± 0.03  | 22.51 ± 0.26      |
| Portakal         | 0               | 88.20 ± 0.06  | -0.91 ± 0.06 | 18.78 ± 0.11  | 92.77 ± 0.16  | 18.80 ± 0.11      |
|                  | 5               | 85.60 ± 0.04  | -0.41 ± 0.01 | 26.04 ± 0.01  | 90.90 ± 0.03  | 26.04 ± 0.16      |
|                  | 10              | 83.62 ± 0.07  | 0.52 ± 0.02  | 29.09 ± 0.02  | 88.99 ± 0.04  | 29.09 ± 0.05      |
| Üzüm             | 0               | 88.20 ± 0.06  | -0.91 ± 0.06 | 18.78 ± 0.11  | 92.77 ± 0.16  | 18.80 ± 0.11      |
|                  | 5               | 71.52 ± 0.49  | 4.04 ± 0.11  | 17.45 ± 0.07  | 76.98 ± 0.28  | 17.91 ± 0.09      |
|                  | 10              | 69.45 ± 0.43  | 4.55 ± 0.10  | 16.38 ± 0.02  | 74.47 ± 0.30  | 17.00 ± 0.05      |
| Muz              | 0               | 88.20 ± 0.06  | -0.91 ± 0.06 | 18.78 ± 0.11  | 92.77 ± 0.16  | 18.80 ± 0.11      |
|                  | 5               | 63.52 ± 0.22  | 4.12 ± 0.03  | 16.54 ± 0.01  | 76.01 ± 0.10  | 17.04 ± 0.00      |
|                  | 10              | 59.54 ± 0.50  | 4.39 ± 0.15  | 15.78 ± 0.37  | 74.47 ± 0.15  | 16.37 ± 0.40      |
| Minimum-Maksimum |                 | 59.54 – 88.20 | -0.91 – 5.37 | 15.78 – 29.09 | 74.47 – 92.77 | 16.37 – 23.67     |
| Ortalama±std     |                 | 79.16 ± 9.66  | 1.38 ± 2.52  | 20.60 ± 3.94  | 85.83 ± 7.66  | 20.81 ± 3.85      |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.41. Makarna örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | L*      |           | a*    |           | b*     |          | Ton Açısı |            | Doygunluk İndeksi |          |
|------------------------|----|---------|-----------|-------|-----------|--------|----------|-----------|------------|-------------------|----------|
|                        |    | KT      | F         | KT    | F         | KT     | F        | KT        | F          | KT                | F        |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 942.97  | 3434.74** | 67.17 | 3993.41** | 256.25 | 895.31** | 635.50    | 6583.48**  | 234.75            | 795.20** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 1255.25 | 9144.43** | 80.17 | 9532.22** | 56.18  | 392.58** | 728.77    | 15099.38** | 67.49             | 457.26** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 504.35  | 918.66**  | 36.36 | 1080.97** | 137.65 | 240.47** | 335.34    | 1736.98**  | 127.26            | 215.55** |
| <b>Hata</b>            |    | 0.96    |           | 0.06  |           | 1.00   |          | 0.34      |            | 1.03              |          |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli, \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.42. Makarna örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | N  | L*                 | a*                 | b*                 | Ton Açısı          | Doygunluk İndeksi  |
|------------------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>Elma</b>            | 6  | 78.67 <sup>c</sup> | 2.70 <sup>a</sup>  | 22.56 <sup>b</sup> | 84.01 <sup>c</sup> | 22.85 <sup>b</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 84.50 <sup>b</sup> | -0.63 <sup>d</sup> | 21.26 <sup>c</sup> | 91.74 <sup>a</sup> | 21.27 <sup>c</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 85.81 <sup>a</sup> | -0.27 <sup>c</sup> | 24.63 <sup>a</sup> | 90.89 <sup>b</sup> | 24.64 <sup>a</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 76.37 <sup>d</sup> | 2.56 <sup>b</sup>  | 17.53 <sup>d</sup> | 81.41 <sup>d</sup> | 17.90 <sup>d</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 70.42 <sup>e</sup> | 2.53 <sup>b</sup>  | 17.03 <sup>e</sup> | 81.08 <sup>e</sup> | 17.40 <sup>e</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>0</b>               | 10 | 88.20 <sup>a</sup> | -0.91 <sup>c</sup> | 18.76 <sup>c</sup> | 92.77 <sup>a</sup> | 18.80 <sup>c</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 75.83 <sup>b</sup> | 2.25 <sup>b</sup>  | 20.97 <sup>b</sup> | 82.85 <sup>b</sup> | 21.25 <sup>b</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 73.44 <sup>c</sup> | 2.80 <sup>a</sup>  | 22.07 <sup>a</sup> | 81.86 <sup>c</sup> | 22.39 <sup>a</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; makarna örnekleri içerisinde en yüksek L\* değeri portakal yan ürünü tozu ilaveli örneklerde gözlenmiş, bunu sırasıyla karpuz, elma ve üzüm posası tozu ilaveli makarna örnekleri takip etmiş; en düşük parlaklık ise muz kabuğu tozu ilaveli örneklerde görülmüştür. Genel olarak muz kabuğu ilavesi diğer tozlara kıyasla makarnanın daha fazla matlaşmasına yol açmıştır. Test sonuçlarına göre; buğday irmiğine ilave edilen gıda endüstrisi yan ürün oranı arttıkça makarnaların L\* değerinin önemli oranda ( $p<0.05$ ) düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.42). Muz kabuğunda bulunan polifenol oksidaz gibi esmerleşmeye neden olan enzimlerin muz kabuğunun rengini koyulaştırdığı ve bunun da ilave edildiği son ürünün rengini etkilediği düşünülmektedir.

Makarnaların renk değerleri kullanılan un, irmik ya da diğer tozların kendi renk değerlerine, protein içeriğine, enzim aktivitesine ve partikül boyutuna bağlı olarak değişmektedir (Kaushal ve Sharma, 2014; Zhang ve ark., 2010). Ho ve Che Dahri (2016), buğday ununa %15 oranında karpuz kabuğu tozu ilavesiyle ürettikleri yaş noodleların L\* değerinin kontrol grubuna (% 0) kıyasla sayısal olarak arttığı ancak istatistiksel olarak önemli derecede etkilemediğini ( $p>0.05$ ) rapor etmişlerdir. Jannati ve ark. (2018) buğday ununa ilave edilen elma posasının ekmeklerin L\* değerini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ramli ve ark. (2009), kontrol grubu noodleların L\* değerini 52.92 olarak bulurken; % 10 muz kabuğu tozu ilaveli örneklerin L\* değerinin 32.01'e düştüğünü, örneklerin kontrol grubuna göre matlaştığını belirlemişlerdir. Sant'Anna ve ark. (2014), buğday ununa farklı oranlarda (% 0 – 7.5) üzüm posası tozu ilavesinin eriştelerin parlaklıklarını azalttığını belirlemişlerdir. Kontrol grubu çiğ ve pişmiş eriştelerin L\* renk değerleri sırasıyla 70.6 ve 65 olarak bulunurken; % 7.5 üzüm posası tozu ilaveli çiğ ve pişmiş eriştelerin L\* renk değerleri sırasıyla 50.5 ve 30 olarak bulunmuştur. Crizel ve ark. (2015), farklı oranlarda (% 2.5 – 5 – 7.5) portakal yan ürünü lifi ilaveli pişmemiş makarnaların L\* değerinin kontrol grubu (% 0) makarnalarla benzer olduğunu ( $p>0.05$ ) ve pişmiş makarnaların L\* değerinden yüksek olduğunu yani pişirmenin örnekleri koyulaştırdığını rapor etmişlerdir.

#### 4.4.1.2. a\* değeri

Makarna örneklerinin a\* değeri (-0.91) ile 5.37 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.40). Örneklerle ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarnaların a\* değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame

oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.41).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre makarna örnekleri içerisinde en yüksek  $a^*$  değeri elma posası tozu ilaveli örneklerde ve en düşük  $a^*$  değeri ise karpuz kabuğu tozu ilaveli örneklerde görülmüştür. Test sonuçlarına göre buğday irmiğine ilave edilen gıda endüstrisi yan ürün oranı arttıkça makarnaların  $a^*$  değerinin önemli oranda ( $p < 0.05$ ) arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.42).

Kontrol grubu örneklerin, karpuz kabuğu tozu ve portakal yan ürünleri tozu ilaveli makarnaların  $a^*$  değerleri negatif olarak bulunmuştur. Bu sonuç bahsedilen bu örneklerde kırmızı ton bulunmadığını göstermektedir. Yeoh ve ark.(2011)’a göre pozitif  $a^*$  renk değeri alkali noodlelar için istenmeyen ve kaliteyi önemli ölçüde düşüren bir sonuçtur.

Ho ve Che Dahri (2016), buğday ununa karpuz kabuğu tozu ilavesinin yaş noodleların  $a^*$  değerini düşürdüğünü, kontrol grubu noodleların  $a^*$  değerinin (-1.94); % 15 karpuz kabuğu tozu ilaveli örneklerin  $a^*$  değerinin ise (-4.30) olarak bulunduğunu rapor etmişlerdir. Jannati ve ark.(2018), buğday ununa çeşitli oranlarda elma posası tozu ilavesinin ekmeklerin  $a^*$  renk değerini önemli oranda artırdığını, % 100 buğday unundan yapılan ekmeklerde  $a^*$  değeri 2.03 iken; % 7 elma posalı ekmeklerde bu değer 7.93’ e kadar arttığı rapor etmişlerdir. % 100 buğday unundan yapılan noodleların  $a^*$  değerinin 2.20 olarak rapor edildiği çalışmada, % 10 muz kabuğu tozu ilaveli örneklerin  $a^*$  değerleri 4.53 civarına yükseldiği belirtilmiştir (Ramli ve ark. 2009). Sant’Anna ve ark. (2014), % 100 buğday unundan yapılmış çiğ ve pişmiş eriştelelerin  $a^*$  renk değerini sırasıyla 0.41 ve (-0.16) olarak bulmuşlar ve % 7.5 üzüm posası tozu ilavesinin hem çiğ hem pişmiş örneklerin  $a^*$  değerini önemli oranda artırdığını belirtmişlerdir. Üzüm posasının kırmızı renkli antosiyanin içeriğinin yüksek olmasının, ilave edildiği son ürünün  $a^*$  değerinin artmasına neden olduğunu, pişirme sırasında antosiyanin içeriğinin suya geçmesinden dolayı pişmiş örneklerin  $a^*$  değerinin çiğ örneklerle oranla oldukça düşük bulunduğunu rapor etmişlerdir. Crizel ve ark. (2015), tamamen buğday unundan yapılmış makarnaların pişmemiş ve pişmiş hallerinin  $a^*$  değerini sırasıyla (-0.06) ve 0.39 olarak bulmuş ve % 7.5 portakal yan ürünü lifi ilavesinin hem pişmiş hem pişmemiş makarnaların  $a^*$  değerini artırdığını rapor etmişlerdir.

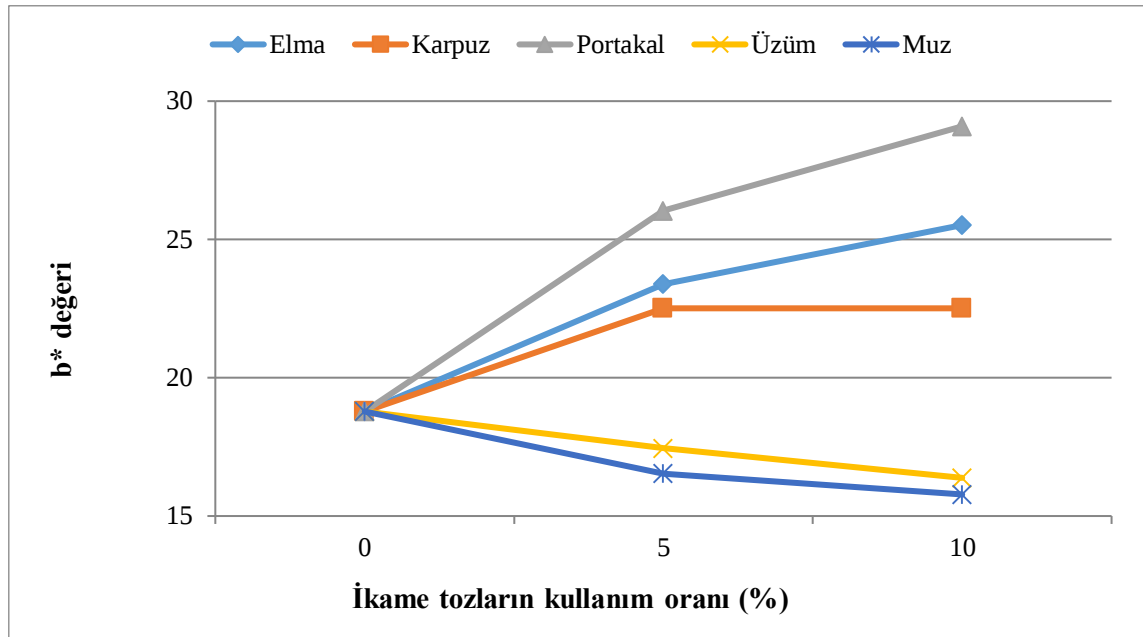
#### 4.4.1.3. b\* değeri

Makarna örneklerinin b\* değeri 15.78 ile 29.09 arasında değişmekte olup, ortalama 20.60 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.40). Örneklere ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarnaların b\* değerleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.41).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek b\* değeri portakal yan ürünleri tozu ilaveli makarnalarda; bunu sırasıyla elma posası, karpuz kabuğu ve üzüm posası ilaveli makarna örnekleri izlemiş, en düşük b\* değeri ise muz kabuğu tozu ilaveli makarnalarda görülmüştür. Test sonuçlarına göre ilave edilen gıda endüstrisi yan ürün oranı arttıkça makarnaların b\* değerinin istatistiksel olarak önemli oranda ( $p < 0.05$ ) arttığı belirlenmiş, en yüksek b\* değeri % 10 ikame oranında tespit edilmiştir (Çizelge 4.42).

Bazı endüstriyel makarnalara ilave edilen alkali tuzlar; ortam pH'sını yükselterek makarnaların parlak sarı rengini geliştirir ve dolayısıyla b\* değerinin artmasına neden olurlar (Yeoh ve ark., 2011). Alkali tuzlar unun doğal pigmentlerinden flavon bileşiklerini ayrıştırarak sarı rengin gelişmesine yardımcı olur. Makarnaların b\* değeri formülasyonda alkali tuz kullanılıp kullanılmamasına bağlı olarak değişmekle birlikte; undaki doğal sarı renk pigmentleri ve tricin gibi flavonoid bileşenlerinin oranlarına bağlı olarak da değişir (Miskelly, 1984). Johnson ve ark.(2012), karpuz kabuğunun yüksek oranda flavonoid (26.3 mg GAE/kg) içerdiğini belirtmişlerdir. Buğday ununa çeşitli oranlarda (% 0 – 15) karpuz kabuğu tozu ilave edilerek üretilen yaş noodleların b\* renk değerinin ilave edilen karpuz kabuğu tozu oranı arttıkça arttığı Ho ve Che Dahri (2016) tarafından rapor edilmiştir. Karpuz kabuğu için benzer sonuçlar Chakrabarty ve ark. (2020) tarafından da rapor edilmiştir. Elma posasının buğday ununa % 3'ten fazla ilavesinin ekmeklerin b\* renk değerini önemli oranda ( $p < 0.05$ ) artırdığı Jannati ve ark. (2018) tarafından belirlenmiştir. Farklı olgunlaşmış muz türlerine ait kabukların kullanıldığı çalışmada Ramli ve ark. (2009), kontrol grubu noodleların b\* değerinin 23.35 olarak bulunduğu; % 10 muz kabuğu tozu ilaveli örneklerin b\* değerinin ise 8.61-9.78 civarında tespit edildiği, b\* değerini düşürdüğü rapor edilmiştir. Sant'Anna ve ark. (2014), üzüm posasında sarı renk pigmenti olmadığını belirtmiş ve dolayısıyla üzüm posası tozu ilavesinin eriştelerin b\* renk değerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Buğday ununa portakal yan ürünleri lifi ilavesinin

makarnaların  $b^*$  değerini istatistiki olarak etkilemediği Crizel ve ark. (2015) tarafından belirlenmiştir.



**Şekil 4.11.** Makarna örneklerine ilave edilen yan ürünlerin  $b^*$  renk değeri üzerinde etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu

Şekil 4.11’de makarna örneklerine ilave edilen yan ürünlerin  $b^*$  renk değeri üzerinde etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu verilmiştir. Portakal, elma ve karpuz ilavesinin makarnaların  $b^*$  değerini kontrol grubuna göre artırdığı, muz ve üzüm ilavesinin ise düşürdüğü belirlenmiştir.

#### 4.4.1.4. Ton açısı (Hue angle) ve doygunluk indeksi (SI) değeri

Çizelge 4.40’ta verilen değerlere göre makarna örneklerinin ton açısı değeri 74.47 – 92.77 arasında değişmektedir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin ton açısı değerleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.41).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; örnekler arasında en yüksek ortalama ton açısı değeri karpuz kabuğu tozu ilaveli makarna örneklerinde; en düşük ton açısı değeri ise muz kabuğu tozu ilavelilerde görülmüştür. Test sonuçlarına göre ilave edilen gıda endüstrisi yan ürün oranı arttıkça makarnaların ton açısı değerinin istatistiksel olarak önemli oranda azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.40'ta görüldüğü üzere makarna örneklerinin doygunluk indeksi değeri 16.37 ile 23.67 arasında değişmektedir. Örneklere ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarnaların doygunluk indeksi değerleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.41).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; makarna örnekleri arasında en yüksek doygunluk indeksi değeri portakal yan ürünleri tozu ilavelilerde; en düşük ise muz kabuğu tozu ilavelilerde görülmüştür. Test sonuçlarına göre ilave edilen gıda endüstrisi yan ürün oranı arttıkça makarnaların SI renk değerinin istatistiksel olarak önemli oranda arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.42).

#### **4.4.2. Makarna örneklerine ait pişme testi ve sıklık değeri sonuçları**

Makarna ve benzeri ürünlerde pişme kalitesi, hammadde özelliklerine ve pişme sırasında meydana gelen hidrasyon, nişasta jelatinizasyonu ve nişasta harici içeriğin matris etkileşimine bağlıdır (De Noni ve Pagani, 2010; Giuberti ve ark., 2015). Farklı oranlarda elma posası, karpuz kabuğu, portakal yan ürünleri, üzüm posası ve muz kabuğu tozu ilave edilerek üretilen makarna örneklerinin pişirme analizleri (ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen madde miktarı) ve sıklık testi sonuçları Çizelge 4. 43'te verilmiştir. Bu sonuçlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.44'te ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.45'de özetlenmiştir.

##### **4.4.2.1. Ağırlık artışı**

Makarnanın ağırlık ve hacim artışı pişme sırasındaki su absorpsiyonuyla gerçekleşir. Su absorpsiyonu ise doğrudan pişme süresi ile ilişkilidir. Daha uzun süre pişirilen makarnalar daha fazla su absorblama eğiliminde olacaktır (Zweifel ve ark., 2003). Bu nedenle yapılan analizde optimum pişme süresi (13 dk) kullanılmıştır.

Makarna örneklerinin pişme sonucu ağırlık artış değerleri % 151.84 ila 171.28 arasında; ortalama % 158.95 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.43). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin ağırlık artışı değerleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörünün  $p < 0.01$  düzeyinde; “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının ise  $p < 0.05$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.44).

Çoklu karşılaştırma testi makarna örneklerine ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde en düşük ağırlık artışı muz kabuğu ilaveli örneklerde görülmüş olup diğer yan ürün ilaveli örneklerin ağırlık artışı değeri istatistiksel olarak ( $p>0.05$ ) benzer bulunmuştur. Karşılaştırma testi sonucuna göre; en yüksek ağırlık artışı değeri % 10 yan ürün ilaveli örneklerde görülmüştür. % 5 ilaveli örnekler kontrol grubu örneklerinden deskriptif olarak daha yüksek değere sahip olsalar da istatistiksel olarak farklı bulunmamışlardır ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.45). Makarnaların su absorblama yeteneği sadece hidrofilik özellikteki nişasta ve pektin miktarına bağlı olmamakla beraber aynı zamanda nişastanın yapısı, pektindeki hidroksil grupların yeri ve sayısına da bağlıdır. Ayrıca meyve ve sebzelerden elde edilen diyet lifleri su moleküllerini bağlayan pek çok hidrofilik grup içermektedir. Bu nedenle meyve ve sebze posası ilave edilen makarnaların su absorblama kapasitelerinin artacağı düşünülmektedir (Piwińska ve ark., 2016). Ayrıca formülasyondaki çözünür diyet lifi içeriği arttıkça makarnaların su absorblama yeteneğinin de arttığı belirtilmiştir (Dhingra ve ark., 2012).

**Çizelge 4.43.** Makarna örneklerinin pişme testi ve sıklık değerine ait sonuçlar<sup>1</sup>

| Yan ürün                | İkame oranı (%) | Ağırlık artışı (%) | Hacim artışı (%) | SGMM (%)    | Sıklık (g)       |
|-------------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------|------------------|
| <b>Elma</b>             | <b>0</b>        | 155.14 ± 3.28      | 172.23 ± 7.86    | 4.80 ± 0.17 | 968.82 ± 74.93   |
|                         | <b>5</b>        | 158.95 ± 0.09      | 252.07 ± 7.17    | 5.33 ± 0.01 | 979.35 ± 215.87  |
|                         | <b>10</b>       | 165.94 ± 2.17      | 285.17 ± 0.77    | 6.25 ± 0.13 | 1192.56 ± 82.31  |
| <b>Karpuz</b>           | <b>0</b>        | 155.14 ± 3.28      | 172.23 ± 7.86    | 4.80 ± 0.17 | 1000.23 ± 30.50  |
|                         | <b>5</b>        | 159.36 ± 2.11      | 205.77 ± 1.27    | 7.21 ± 0.78 | 983.80 ± 0.43    |
|                         | <b>10</b>       | 163.75 ± 3.27      | 250.00 ± 10.10   | 8.57 ± 0.42 | 1067.12 ± 142.23 |
| <b>Portakal</b>         | <b>0</b>        | 155.14 ± 3.28      | 172.23 ± 7.86    | 4.80 ± 0.17 | 968.82 ± 74.93   |
|                         | <b>5</b>        | 155.82 ± 0.48      | 193.75 ± 8.84    | 7.34 ± 0.24 | 1194.02 ± 35.38  |
|                         | <b>10</b>       | 165.59 ± 2.93      | 296.06 ± 5.57    | 7.70 ± 0.28 | 1149.69 ± 55.05  |
| <b>Üzüm</b>             | <b>0</b>        | 155.14 ± 3.28      | 172.23 ± 7.86    | 4.80 ± 0.17 | 947.25 ± 44.36   |
|                         | <b>5</b>        | 159.62 ± 3.80      | 212.50 ± 0.00    | 6.19 ± 0.25 | 1583.39 ± 326.17 |
|                         | <b>10</b>       | 171.28 ± 1.51      | 225.63 ± 4.16    | 7.01 ± 1.06 | 1518.38 ± 62.15  |
| <b>Muz</b>              | <b>0</b>        | 155.14 ± 3.28      | 172.23 ± 7.86    | 4.80 ± 0.17 | 1000.23 ± 30.50  |
|                         | <b>5</b>        | 151.84 ± 3.28      | 257.64 ± 0.71    | 5.88 ± 0.38 | 1174.90 ± 9.43   |
|                         | <b>10</b>       | 156.40 ± 2.70      | 283.98 ± 0.91    | 7.40 ± 0.49 | 1132.10 ± 103.32 |
| <b>Minimum-Maksimum</b> |                 | 151.84 – 171.28    | 166.67 – 296.06  | 4.80 – 8.57 | 947.25 – 1194.02 |
| <b>Ortalama±std</b>     |                 | 158.95 ± 5.67      | 221.58 ± 45.58   | 6.19 ± 1.29 | 1124.04 ± 210.14 |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.44. Makarna örneklerinin pişme testi ve sıklık değerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Ağırlık Artışı |         | Hacim Artışı |          | SGMM  |         | Sıklık     |         |
|------------------------|----|----------------|---------|--------------|----------|-------|---------|------------|---------|
|                        |    | KT             | F       | KT           | F        | KT    | F       | KT         | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 185.28         | 6.01**  | 5817.65      | 38.31**  | 7.35  | 9.64**  | 4150008.52 | 7.70**  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 496.73         | 32.22** | 46137.29     | 607.68** | 34.01 | 89.24** | 328191.80  | 12.18** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 133.64         | 2.17*   | 7693.01      | 25.33**  | 4.52  | 2.97*   | 323500.70  | 3.01*   |
| <b>Hata</b>            |    | 107.93         |         | 531.47       |          | 2.67  |         | 188666.6   |         |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.45. Makarna örneklerinin pişme testi ve sıklık değerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Ağırlık artışı<br>(g) | Hacim artışı<br>(%) | SGMM<br>(%)        | Sıklık<br>(g)        |
|------------------------|----|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                       |                     |                    |                      |
| Elma                   | 6  | 160.01 <sup>a</sup>   | 236.49 <sup>a</sup> | 5.46 <sup>c</sup>  | 1046.91 <sup>b</sup> |
| Karpuz                 | 6  | 159.41 <sup>a</sup>   | 209.33 <sup>c</sup> | 6.86 <sup>a</sup>  | 1017.05 <sup>b</sup> |
| Portakal               | 6  | 158.85 <sup>a</sup>   | 220.68 <sup>b</sup> | 6.61 <sup>a</sup>  | 1104.18 <sup>b</sup> |
| Üzüm                   | 6  | 162.01 <sup>a</sup>   | 203.45 <sup>c</sup> | 6.00 <sup>bc</sup> | 1349.67 <sup>a</sup> |
| Muz                    | 6  | 154.46 <sup>b</sup>   | 237.95 <sup>a</sup> | 6.03 <sup>b</sup>  | 1102.41 <sup>b</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                       |                     |                    |                      |
| 0                      | 10 | 155.14 <sup>b</sup>   | 172.23 <sup>c</sup> | 4.80 <sup>c</sup>  | 977.07 <sup>b</sup>  |
| 5                      | 10 | 157.12 <sup>b</sup>   | 224.35 <sup>b</sup> | 6.39 <sup>b</sup>  | 1183.09 <sup>a</sup> |
| 10                     | 10 | 164.59 <sup>a</sup>   | 268.17 <sup>a</sup> | 7.39 <sup>a</sup>  | 1211.97 <sup>a</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

Kultys ve Moczkowska-Wyrwisz (2022), yaptıkları çalışmada havuç posası ilaveli makarnaların ağırlıklarının kontrole göre arttığını, elma-kırmızı pancar posası karışımı ilaveli makarnalarda ise kontrole göre büyük değişiklikler görülmediğini ( $p>0.05$ ) belirtmişlerdir. Peressini ve ark. (2020), durum ırmığına % 15 inülin ve arpa kepeği ilave ederek ürettikleri makarnaların su absorpsiyonunu sırasıyla % 43 ve % 82.8 olarak bulmuşlar ve kontrol grubunda aynı değeri % 56.8 olarak rapor etmişlerdir.

#### 4.4.2.2. Hacim artışı

Makarna örneklerinin pişme sonucu hacim artışı değerleri % 166.67 ile 296.06 arasında değişmektedir (Çizelge 4.34). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin hacim artışı üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.44).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek hacim artışı değerleri elma posası ve muz kabuğu ilaveli makarna örneklerinde görülmüş olup örnekler arasında istatistiksel fark ( $p>0.05$ ) bulunmamıştır. Karpuz kabuğu ve üzüm posası tozu ilaveli makarna örnekleri ise en düşük hacim artışı değerlerini vermiş olup örnekler istatistiki olarak benzer ( $p>0.05$ ) bulunmuştur. Karşılaştırma testi sonuçlarına göre; makarnalara ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin hacim artışının önemli oranda arttığı görülmüştür (Çizelge 4.45). Gull ve ark.(2016) durum buğdayından yapılmış makarnaların pişme sonucu hacimlerini % 181 olarak rapor etmişlerdir.

#### 4.4.2.3. Suya geçen madde miktarı (SGMM)

Yüksek kaliteli makarnalar düşük SGMM’ye sahip olmalıdır. Durum buğdayından yapılmış bir makarnanın SGMM % 7-8’den fazla olması beklenmez. Pişirme sırasında protein matriksi zarar görür ve bu nedenle bir miktar jelleşmiş nişasta üründen ayrılır (Piwińska ve ark., 2016) ve bu SGMM olarak değerlendirilir.

Çalışmada kontrol grubu olarak verilen ve sadece durum buğdayından üretilen makarna örneklerinin SGMM % 4.80 olarak bulunmuştur. Makarna örneklerinin pişme sonucu SGMM % 4.80 – 8.57 arasında değişmiş olup; ortalama % 6.19 olarak bulunmuştur (Çizelge 43). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna

örneklerinin SGMM üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörünün  $p<0.01$  düzeyinde; “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının ise  $p<0.05$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.44).

Çoklu karşılaştırma testi makarna örneklerine ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek SGMM karpuz kabuğu ve portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde görülmüş olup örnekler arasında istatistiksel ( $p>0.05$ ) fark bulunmamıştır. En düşük SGMM ise elma posası ilavelilerde görülmüştür. Yan ürün ilaveli örneklerin hepsinin SGMM’nin kontrol grubundan yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin SGMM’nin önemli oranda ( $p<0.05$ ) arttığı görülmüştür (Çizelge 4.45).

Formülasyona ilave edilen yan ürünlerin gluten ağını bozduğu bu nedenle örneklerin SGMM’nin arttığı düşünülmektedir. Makarna formülasyonuna gluten olmayan ürün ilavesinin SGMM’nı artırdığı başka araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Gull ve ark., 2016; Piwińska ve ark., 2016). Ayrıca araştırmacılar çözümlü diyet lifinin pişme sırasında kolayca sulu çözeltiye geçebileceğini ve bu nedenle makarna formülasyonundaki diyet lifi miktarı arttıkça SGMM’nin da artabileceğini belirtmişlerdir. (Piwińska ve ark., 2016). Peressini ve ark.(2020), inülin (% 9.51) ve arpa kepeği (% 7.29) ilaveli örneklerin pişme kaybının kontrol grubundan (% 6.90) yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

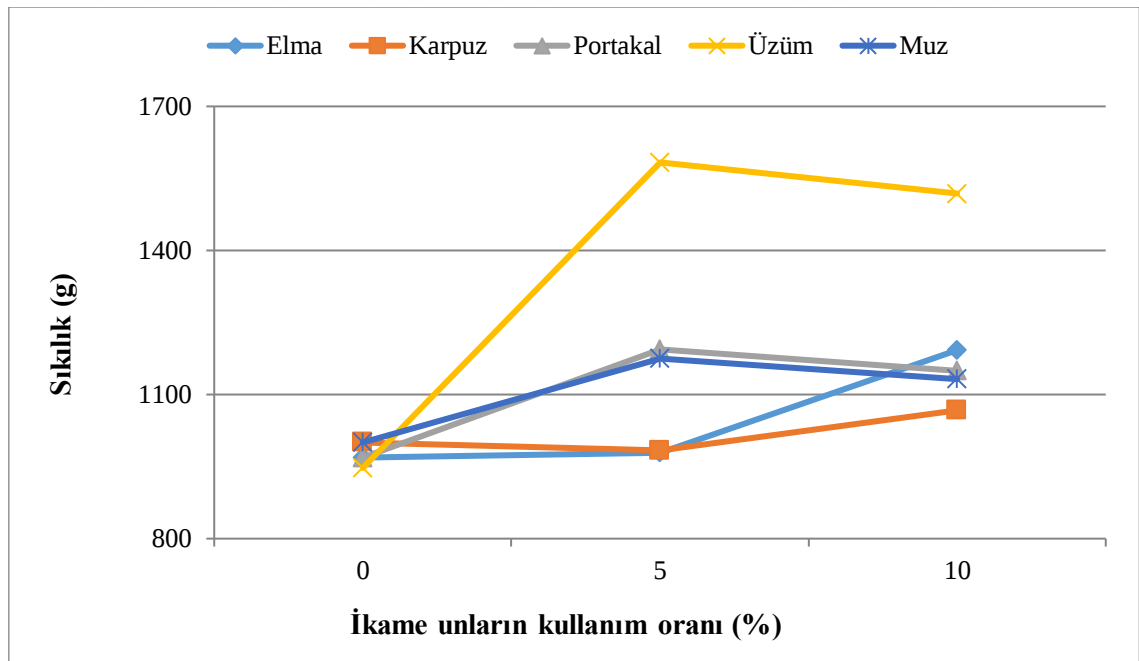
#### 4.4.2.4. Sıklık değeri

Makarna örneklerinin sıklık değeri Çizelge 4.43’te özetlenmiş olup 947.25 ile 1194.02 g arasında bulunmuş olup; ortalama 1124.04 g olarak hesaplanmıştır. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin sıklık değerleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörünün  $p<0.01$  düzeyinde; “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının ise  $p<0.05$  düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.44).

Çoklu karşılaştırma testi makarna örneklerine ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde en yüksek sıklık değeri üzüm posası ilaveli örneklerde görülmüştür. Elma posası, karpuz kabuğu, portakal yan ürünleri ve muz kabuğu tozları ilaveli örneklerin sıklık değerleri arasında istatistiksel olarak ( $p>0.05$ ) fark bulunmamış olup üzüm posası ilaveli makarna örneklerine kıyasla daha düşük sıklık değerleri vermişlerdir. Kontrol grubu makarnaların sıklık değeri en düşük bulunurken; makarna

formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça sıklık değerinin sayısal olarak arttığı ancak % 5 ve % 10 yan ürün ilaveli örneklerin sıklık değerleri arasında istatistiksel olarak fark ( $p>0.05$ ) bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.45).

Makarnaların sıklık değeri, ürün kalitesinin belirlenmesindeki ana unsurlardan biridir (Gull ve ark., 2016). Benzer şekilde formülasyondaki meyve ve sebze posası miktarı arttıkça makarnanın sıklık değerinin arttığı yapılan çalışmalarla rapor edilmiştir (Piwińska ve ark., 2016). Gumul ve ark. (2023) % 10 elma posası ilave ettikleri makarnaların sertlik değerinin (2.14 N) kontrol grubu makarnaların sertlik değeri ile benzer olduğunu belirtmişlerdir. Durum irmiği makarnasının sıklık değerini 1.16 N olarak rapor eden Rajeswari ve ark. (2013), gam ilave edilen makarnaların sıklık değerlerinin arttığını belirtmiştir. Araştırmacılar bu artışın hidrokolloidlerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Hidrokolloidlerin hidrofilik bileşenleri proteinlerle etkileşime girerek iyonik yüklere neden olur ve böylece makarna yapısının güçlenmesine ve sıklık değerinin artmasına neden olabilir (Rajeswari ve ark., 2013; Raina ve ark., 2005). %100 durum irmiğinden yapılmış kontrol grubunun sıklık değeri 1.48 N; % 15 arpa kepeği ve % 15 inülin ilaveli makarnaların sıklık değeri ise sırasıyla 2.17 N ve 1.03 N olarak bulunmuştur (Peressini ve ark., 2020).



**Şekil 4.12.** Makarna örneklerine ait sıklık değeri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonu

Şekil 4.12’de verilen makarnaların sıklık değeri üzerine etkili “yan ürün x ikame oranı” interaksyonunda görüldüğü üzere % 5’ten fazla üzüm, portakal ve muz

yan ürünleri ilavesi makarnaların sıklık değerinin azalmasına neden olurken; karpuz ve elma yan ürününde ikame oranı arttıkça makarnaların sıklık değeri de artmıştır.

#### 4.4.3. Makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Makarna örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları (nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat ve enerji) Çizelge 4.46'da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.47'de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.48'de özetlenmiştir.

##### 4.4.3.1. Nem

Çizelge 4.46'da görüldüğü üzere makarna örneklerinin nem içerikleri % 8.13 – 10.24 arasında bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin nem içerikleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri ve ikame oranı faktörünün  $p < 0.05$  düzeyinde etkiye sahip olduğu; “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının ise önemli bir etkiye sahip olmadığı ( $p > 0.05$ ) görülmüştür (Çizelge 4.47).

Çoklu karşılaştırma testi makarna örneklerine ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde ortalama nem içerikleri yüksekten düşüğe sırasıyla karpuz kabuğu (% 9.18), muz kabuğu (% 9.15), üzüm posası (% 8.67), elma posası (% 8.63) ve portakal yan ürünleri (% 8.46) tozu ilaveli makarnalar şeklinde bulunmuştur. Kontrol grubu ve % 10 yan ürün ilaveli makarnaların nem içerikleri arasında önemli bir fark ( $p > 0.05$ ) bulunmazken; % 5 yan ürün ilaveli örneklerden daha yüksek nem içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4.48).

Ho ve Che Dahri (2016), buğday ununa % 10 oranında karpuz kabuğu ilave ederek üretilen makarnaların nem içeriğinin kontrol grubundan (% 0) daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun buğday unu nem içeriğinin karpuz kabuğu nem içeriğinden daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gull ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada durum irmiği makarnasının nem içeriğini %8.90 olarak rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.46. Makarna örneklerinin kimyasal içeriklerine ait sonuçlar<sup>1</sup>

| Yan Ürün         | İkame Oranı (%) | Nem (%)      | Kül (%)     | Protein (%)   | Yağ (%)     | Karbonhidrat (%) | Enerji (kkal)   |
|------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|-------------|------------------|-----------------|
| Elma             | 0               | 8.89 ± 0.43  | 0.69 ± 0.01 | 13.00 ± 0.06  | 0.68 ± 0.01 | 76.76 ± 0.38     | 365.10 ± 1.72   |
|                  | 5               | 8.46 ± 0.08  | 0.77 ± 0.03 | 12.78 ± 0.12  | 0.77 ± 0.01 | 77.23 ± 0.25     | 366.93 ± 0.38   |
|                  | 10              | 8.54 ± 0.09  | 0.80 ± 0.01 | 12.39 ± 0.06  | 0.87 ± 0.01 | 77.42 ± 0.17     | 367.01 ± 0.36   |
| Karpuz           | 0               | 8.89 ± 0.43  | 0.69 ± 0.01 | 13.00 ± 0.06  | 0.68 ± 0.01 | 76.76 ± 0.38     | 365.10 ± 1.72   |
|                  | 5               | 8.43 ± 0.23  | 1.08 ± 0.04 | 13.17 ± 0.18  | 0.80 ± 0.01 | 76.53 ± 0.07     | 365.96 ± 1.08   |
|                  | 10              | 10.24 ± 0.40 | 1.51 ± 0.00 | 13.57 ± 0.12  | 0.92 ± 0.01 | 73.78 ± 0.29     | 357.60 ± 1.58   |
| Portakal         | 0               | 8.89 ± 0.43  | 0.69 ± 0.01 | 13.00 ± 0.06  | 0.68 ± 0.01 | 76.76 ± 0.38     | 365.10 ± 1.72   |
|                  | 5               | 8.13 ± 0.19  | 0.78 ± 0.01 | 12.82 ± 0.06  | 0.78 ± 0.01 | 77.51 ± 0.13     | 368.28 ± 0.70   |
|                  | 10              | 8.38 ± 0.06  | 0.67 ± 0.24 | 12.43 ± 0.12  | 0.87 ± 0.01 | 77.66 ± 0.16     | 368.15 ± 1.26   |
| Üzüm             | 0               | 8.89 ± 0.43  | 0.69 ± 0.01 | 13.00 ± 0.06  | 0.68 ± 0.01 | 76.76 ± 0.38     | 365.10 ± 1.72   |
|                  | 5               | 8.24 ± 0.26  | 0.87 ± 0.00 | 13.09 ± 0.06  | 0.77 ± 0.01 | 77.05 ± 0.21     | 367.41 ± 1.01   |
|                  | 10              | 8.88 ± 0.36  | 1.00 ± 0.02 | 13.00 ± 0.06  | 0.86 ± 0.00 | 76.28 ± 0.32     | 364.82 ± 1.53   |
| Muz              | 0               | 8.89 ± 0.43  | 0.69 ± 0.01 | 13.00 ± 0.06  | 0.68 ± 0.01 | 76.76 ± 0.38     | 365.10 ± 1.72   |
|                  | 5               | 9.23 ± 0.20  | 1.33 ± 0.03 | 13.09 ± 0.06  | 0.78 ± 0.00 | 75.58 ± 0.23     | 361.66 ± 0.68   |
|                  | 10              | 9.35 ± 1.61  | 1.99 ± 0.04 | 12.69 ± 0.00  | 0.89 ± 0.00 | 75.09 ± 1.64     | 359.13 ± 6.56   |
| Minimum-Maksimum |                 | 8.13 – 10.24 | 0.67 – 1.99 | 12.39 – 13.57 | 0.67 – 0.92 | 73.78 – 77.66    | 357.60 – 368.28 |
| Ortalama±std     |                 | 8.82 ± 0.64  | 0.95 ± 0.38 | 12.93 ± 0.29  | 0.78 ± 0.09 | 76.53 ± 1.07     | 364.83 ± 3.41   |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.47. Makarna örneklerinin kimyasal içeriklerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Nem  |        | Kül  |          | Protein |         | Yağ  |           | Karbonhidrat |         | Enerji |         |
|------------------------|----|------|--------|------|----------|---------|---------|------|-----------|--------------|---------|--------|---------|
|                        |    | KT   | F      | KT   | F        | KT      | F       | KT   | F         | KT           | F       | KT     | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 2.59 | 3.94*  | 1.64 | 95.22**  | 1.12    | 33.48** | 0.00 | 43.80**   | 13.35        | 20.94** | 124.17 | 10.00** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 1.74 | 5.29*  | 1.28 | 148.77** | 0.21    | 12.86** | 0.21 | 5963.05** | 3.51         | 10.99** | 37.67  | 6.07*   |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 3.38 | 2.57ns | 1.21 | 35.04**  | 1.03    | 15.51** | 0.00 | 14.71**   | 12.47        | 9.78**  | 108.49 | 4.37**  |
| <b>Hata</b>            |    | 2.30 |        | 0.06 |          | 0.12    |         | 0.00 |           | 2.23         |         | 43.45  |         |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.48. Makarna örneklerinin kimyasal içeriklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Nem (%)            | Kül (%)           | Protein (%)        | Yağ (%)            | Karbonhidrat (%)    | Enerji (kcal)       |
|------------------------|----|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                    |                   |                    |                    |                     |                     |
| <b>Elma</b>            | 6  | 8.63 <sup>c</sup>  | 0.75 <sup>d</sup> | 12.72 <sup>c</sup> | 0.77 <sup>cd</sup> | 77.14 <sup>ab</sup> | 366.34 <sup>a</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 9.18 <sup>a</sup>  | 1.09 <sup>b</sup> | 13.24 <sup>a</sup> | 0.80 <sup>a</sup>  | 75.69 <sup>c</sup>  | 362.88 <sup>b</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 8.46 <sup>c</sup>  | 0.71 <sup>d</sup> | 12.75 <sup>c</sup> | 0.78 <sup>c</sup>  | 77.31 <sup>a</sup>  | 367.17 <sup>a</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 8.67 <sup>bc</sup> | 0.85 <sup>c</sup> | 13.03 <sup>b</sup> | 0.76 <sup>d</sup>  | 76.69 <sup>b</sup>  | 365.77 <sup>a</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 9.15 <sup>ab</sup> | 1.34 <sup>a</sup> | 12.92 <sup>b</sup> | 0.78 <sup>b</sup>  | 75.81 <sup>c</sup>  | 361.96 <sup>b</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                    |                   |                    |                    |                     |                     |
| <b>0</b>               | 10 | 8.89 <sup>a</sup>  | 0.69 <sup>c</sup> | 13.00 <sup>a</sup> | 0.68 <sup>c</sup>  | 76.76 <sup>a</sup>  | 365.10 <sup>a</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 8.50 <sup>b</sup>  | 0.97 <sup>b</sup> | 12.99 <sup>a</sup> | 0.78 <sup>b</sup>  | 76.78 <sup>a</sup>  | 366.05 <sup>a</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 9.07 <sup>a</sup>  | 1.19 <sup>a</sup> | 12.81 <sup>b</sup> | 0.88 <sup>a</sup>  | 76.04 <sup>b</sup>  | 363.34 <sup>b</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ )

#### 4.4.3.2. Kül

Makarna örneklerinin kül içerikleri % 0.67 – 1.99 arasında bulunmuş olup ortalama % 1.03 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.46). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin kül içerikleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.47).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları makarna örneklerine ilave edilen yan ürün bakımından incelendiğinde en yüksek kül içeriği muz kabuğu (% 1.34) ilaveli makarna örneklerinde görülmüş olup bunu sırasıyla karpuz (% 1.09) ve üzüm (% 0.85) ilaveli makarnalar takip etmiştir. En düşük kül içeriği ise elma posası (% 0.75) ve portakal yan ürünleri tozu ilavelilerde görülmüş olup örnekler arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin kül içeriğinin ortalama olarak % 0.69’dan 1.19’a yükselttiği görülmüştür (Çizelge 4.41).

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin kül içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.2) buğday irmiğinin kül içeriğinin düşük ve buna karşın yan ürünlerin kül içeriğinin ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürünler örneklerin kül içeriğini kontrole göre artırmıştır.

Gumul ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada kontrol grubu makarnaların kül içeriğini % 0.55 bulurken % 50 elma posası ilaveli örneklerin kül içeriğini % 0.81 olarak bulmuşlardır. Buğday ununa karpuz kabuğu ilave edilerek üretilen makarnaların kül içeriğini önemli oranda artırdığı kontrol grubunun kül içeriği % 3.2 iken % 15 karpuz kabuğu ilaveli örneklerin kül içeriğinin % 13.4 olduğu rapor edilmiştir (Ho ve Che Dahri, 2016). Duda ve ark.(2019) tarafından durum buğdayı makarnasının kül içeriği % 0.86; Gull ve ark. (2016) tarafından ise % 0.40 olarak rapor edilmiştir. . Iuga ve Mironeasa (2021) buğday ununa üzüm kabuğu ilavesinin makarnaların kül içeriğini artırdığını belirtmişlerdir.

#### 4.4.3.3. Protein

Makarna örneklerinin protein içerikleri Çizelge 4.46’da özetlenmiş olup sonuçlar % 12.39 – 13.57 arasında bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde

makarna örneklerinin protein içerikleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünler, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.47).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde en yüksek protein içeriği karpuz kabuğu (% 13.24) ilaveli örneklerde; en düşük ise elma posası (% 12.72) ve portakal yan ürünleri (% 12.75) ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Protein içeriği makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı bakımından incelendiğinde en yüksek değerler kontrol grubu ve % 5 ilaveli örneklerde görülmüş olup aralarında istatistiksel fark ( $p > 0.05$ ) bulunmamıştır. Ancak formülasyona % 5’den daha fazla yan ürün tozu ilave edildiğinde makarna örneklerinin protein değerlerinin düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.48).

Örneklerin hammadde protein içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.2) elma, portakal ve muzun protein içeriğinin buğday irmiğinden düşük, karpuzun daha yüksek üzümün ise çok farklı olmadığı ( $p > 0.05$ ) olduğu görülmektedir. Bu nedenle makarnalara elma, portakal ve muz ilavesinin örneklerin protein içerdiği düşürdüğü düşünülmektedir. Benzer şekilde Gumul ve ark. (2023); elma posası ilavesi arttıkça makarna örneklerinin protein içeriğinin düştüğünü; kontrol grubunun protein içeriğinin % 11.44 iken % 50 elma posası ilaveli makarnaların protein içeriklerinin % 9.23 olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda durum buğdayı makarnasının protein içeriği % 9.96 (Duda ve ark. 2019) ve % 11.60 (Gull ve ark., 2016) olarak rapor edilmiştir. Landi (1995), kaliteli bir durum irmiği makarnasının en düşük % 10 – 12 protein içermesi gerektiğini belirtmiştir. Iuga ve Mironeasa (2021) buğday ununa % 4.62 üzüm kabuğu ilavesi ile makarnaların protein içeriğini % 13.93’ten % 14.29’a yükseldiğini rapor edilmiştir.

#### 4.4.3.4. Yağ

Makarna örneklerinin yağ içerikleri % 0.67 ile 0.92 arasında değişmekte olup ortalama % 0.81 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.46). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin yağ içerikleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.47).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde en yüksek yağ içeriği karpuz kabuğu tozu ilavelilerde görülmüş olup bunu sırasıyla muz, portakal ve elma ilaveliler izlemiştir. En düşük yağ içeriği ise üzüm posası tozu ilaveli örneklerde görülmüştür. Makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin yağ içeriklerinin de önemli oranda ( $p<0.05$ ) arttığı, ortalama % 0.68'den % 0.88'e yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.48).

Buğday irmiği yağ içeriği oldukça düşük bir hammadde olup (Çizelge 4.2) ilave edilen yan ürünler makarnaların yağ içeriklerini artırmıştır. Kontrol makarnaların yağ içeriğinin % 2.25 olarak bulunduğu çalışmada % 50 elma posası ilaveli örneklerin yağ içeriği ise % 1.39 olarak bulunmuştur (Gumul ve ark., 2023). Ho ve Che Dahri (2016), buğday ununa çeşitli oranlarda (% 0 – 15) karpuz kabuğu ilave ederek ürettikleri makarnaların yağ içeriklerinin ikame oranı arttıkça arttığını rapor etmişlerdir. Duda ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada % 100 durum buğdayından yapılan makarnaların yağ içeriğini % 1.31 olarak bulmuşlardır. Rajeswari ve ark.(2013), durum ununun yağ içeriğini % 0.9 olarak bulmuşlardır. Iuga ve Mironeasa (2021) % 4.62 üzüm kabuğu ilave ederek ürettikleri makarnaların yağ içeriğinin (% 0.21) kontrolden (% 0.13) yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

#### 4.4.3.5. Karbonhidrat

Makarna örneklerinin karbonhidrat içerikleri % 73.78 ile 77.66 arasında değişmekte olup ortalama % 76.53 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.46). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin karbonhidrat içerikleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.47).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde en yüksek karbonhidrat içeriği portakal yan ürünü tozu ile elde edilirken buna benzer değerler elma posası ilave edilmiş makarna örneklerinde tespit edilmiş, en düşük karbonhidrat değerleri ise karpuz ve muz kabuğu tozu ilaveli makarna örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.48).

Gull ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada % 100 durum buğdayı irmiğinden yaptıkları makarnaların karbonhidrat miktarını % 75.20 olarak rapor etmişlerdir. Landi (1995) durum irmiği makarnasının karbonhidrat içeriğinin % 74-75 aralığında değişebildiğini belirtmiştir. Iuga ve Mironeasa (2021) buğday ununa üzüm kabuğu

ilavesinin makarnaların karbonhidrat içeriğini % 85.28'den & 83.07'ye düşürdüğünü belirtmişlerdir.

#### 4.4.3.6. Enerji

Makarna örneklerinin enerji değerleri Çizelge 4.36'da verilmiş olup ortalama 364.83 kkal olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin enerji değerleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürünleri faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde; ikame oranı faktörünün ise  $p < 0.05$  düzeyinde bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.47).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde makarna örnekleri arasında en yüksek enerji değeri elma posası, portakal yan ürünleri ve üzüm posası tozu ilaveli örneklerde görülmüş olup bu örnekler arasında istatistiksel fark ( $p > 0.05$ ) bulunmamıştır. Makarna formülasyonuna % 5 yan ürün tozu ilavesinin örneklerin enerji değerini kontrol grubuna kıyasla sayısal olarak artırdığı ancak istatistiksel olarak etkilemediği; % 5'den daha fazla yan ürün tozu ilavesinin ise kalori değerini önemli oranda ( $p < 0.05$ ) düşürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.48). % 100 durum buğdayından yapılmış makarnaların enerji değerini Duda ve ark. (2019) 390.55 kkal/100g; Gull ve ark. (2016) 356.80 kkal/100g olarak rapor etmişlerdir. Enerji değerindeki değişikliklerin irmiğin cinsi ve kimyasal kompozisyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.4.4. Fonksiyonel analizler

Yan ürün ilaveli makarna örneklerinin fonksiyonel özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.49, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.50, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.51'de özetlenmiştir.

Makarna örneklerinin bazı mineral madde (Ca, Fe, Mg, K, Zn, P) içerikleri ise Çizelge 4.52'de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.53'te ve bu değerlere ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.54'te verilmiştir.

##### 4.4.4.1. Toplam besinsel lif

Çizelge 4.49'da görüldüğü üzere makarna örneklerinin toplam besinsel lif miktarları % 3.10 ila 8.63 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde

makarna örneklerinin besinsel lif içerikleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü, ikame oranı faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.50).

Karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde makarna örnekleri arasında en yüksek beinsel lif içeriği üzüm posası ilaveli örneklerde görülmüş olup; bunu sırasıyla portakal, elma, muz ve karpuz yan ürünleri ilaveli örnekler izlemiştir. Karşılaştırma testi sonuçlarına göre makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin besinsel lif içeriklerinin de önemli oranda ( $p < 0.05$ ) arttığı, % 3.10’dan % 6.74’e yükseldiği görülmüştür (Çizelge 4.51).

Sebze ve meyve yan ürünlerinin diyet lifi içeriklerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Çalışmada kullanılan yan ürünler buğday irmiği ile kıyaslandığında üzüm 19.8; portakal 17.4; elma 14.6; muz 10.9 ve karpuz 4.1 kat daha fazla toplam besinsel lif içermektedir (Çizelge 4.32). Bu nedenle buğday irmiğine ilave edilen yan ürünler makarnaların toplam besinsel lif içeriklerini önemli oranda geliştirmiştir.

Kultys ve Moczkowska-Wyrwisz (2022), durum buğdayına çeşitli oranlarda (% 0 – 30) havuç posası ve kırmızı pancar-elma posası karışımı ilave ederek ürettikleri makarnaların toplam diyet lifi içeriklerinin kontrolden oldukça yüksek olduğunu ve ilave oranı arttıkça diyet lifi içeriğinin de arttığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar havuç posası ilaveli örnekler ile kırmızı pancar-elma posası karışımı ilaveli örneklerin toplam besinsel lif içerikleri arasında önemli bir fark olmadığını ( $p > 0.05$ ) belirtmişlerdir. Benzer şekilde Gumul ve ark. (2023) elma posası ilavesinin makarnaların lif içeriğini artırdığını; kontrol grubu makarnaların besinsel lif içeriğinin % 3.54; % 50 elma posası ilaveli örneklerin lif içeriğinin ise % 36.73 olduğunu rapor etmişlerdir.

Ho ve Che Dahri (2016) buğday ununa karpuz kabuğu ilavesinin makarnaların toplam diyet lifi içeriğini önemli oranda artırdığını ve kontrol grubunun diyet lifi içeriği 1.0 g/kg iken % 10 karpuz kabuğu ilaveli örneklerde bu değer 16.7 g/kg olduğunu rapor etmişlerdir. Gull ve ark., 2016 durum makarnasının toplam diyet lifi içeriği % 8.46 olarak belirtilmiştir. % 1 üzüm kabuğu ilaveli makarnaların toplam diyet lifi içeriği % 0.02 iken; % 6 üzüm kabuğu ilavesinde bu değer % 1.50’a yükselmiştir (Iuga ve Mironeasa, 2021).

Çizelge 4.49. Makarna örneklerinin fonksiyonel özelliklerine ait sonuçlar<sup>1</sup>

| Yan Ürün         | İkame Oranı (%) | Toplam Besinsel Lif (%) | Fitik Asit (mg/100g) | TFMM (mgGAE/kg)  | DPPH (mgTE/kg)   | TEAC (mgTE/g) |
|------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------|------------------|---------------|
| Elma             | 0               | 3.10 ± 0.02             | 243.18 ± 1.15        | 486.06 ± 0.00    | 440.25 ± 9.28    | 1.85 ± 0.04   |
|                  | 5               | 5.10 ± 0.03             | 197.21 ± 2.51        | 838.06 ± 11.67   | 540.47 ± 4.16    | 1.98 ± 0.03   |
|                  | 10              | 7.11 ± 0.01             | 151.61 ± 3.35        | 971.54 ± 157.13  | 635.84 ± 5.20    | 2.25 ± 0.32   |
| Karpuz           | 0               | 3.10 ± 0.02             | 243.18 ± 1.15        | 489.69 ± 5.13    | 440.25 ± 9.28    | 1.85 ± 0.04   |
|                  | 5               | 3.54 ± 0.02             | 199.58 ± 5.86        | 780.84 ± 6.36    | 551.52 ± 3.74    | 2.07 ± 0.04   |
|                  | 10              | 3.99 ± 0.01             | 153.98 ± 6.70        | 831.15 ± 41.63   | 672.14 ± 7.18    | 2.12 ± 0.08   |
| Portakal         | 0               | 3.10 ± 0.02             | 243.18 ± 1.15        | 489.69 ± 5.13    | 440.25 ± 9.28    | 1.85 ± 0.04   |
|                  | 5               | 5.52 ± 0.05             | 233.93 ± 2.51        | 1209.36 ± 84.64  | 706.52 ± 2.74    | 2.19 ± 0.10   |
|                  | 10              | 7.94 ± 0.08             | 228.59 ± 0.00        | 1699.10 ± 9.98   | 1028.63 ± 3.92   | 2.26 ± 0.03   |
| Üzüm             | 0               | 3.10 ± 0.02             | 243.18 ± 1.15        | 489.69 ± 5.13    | 440.25 ± 9.28    | 1.85 ± 0.04   |
|                  | 5               | 5.86 ± 0.05             | 233.93 ± 4.19        | 1619.51 ± 12.08  | 883.24 ± 4.59    | 2.13 ± 0.06   |
|                  | 10              | 8.63 ± 0.08             | 225.64 ± 0.84        | 2074.44 ± 72.67  | 1329.37 ± 6.58   | 2.30 ± 0.01   |
| Muz              | 0               | 3.10 ± 0.02             | 243.18 ± 1.15        | 489.69 ± 5.13    | 440.25 ± 9.28    | 1.85 ± 0.04   |
|                  | 5               | 4.55 ± 0.02             | 238.67 ± 2.51        | 992.14 ± 67.04   | 589.59 ± 3.22    | 2.04 ± 0.01   |
|                  | 10              | 6.01 ± 0.01             | 234.52 ± 3.35        | 1549.30 ± 64.39  | 707.34 ± 5.98    | 2.19 ± 0.07   |
| Minimum-Maksimum |                 | 3.10 – 8.63             | 151.61 – 243.18      | 486.06 – 2074.44 | 440.25 – 1329.37 | 1.85 – 2.30   |
| Ortalama±std     |                 | 4.92 ± 1.85             | 220.90 ± 31.28       | 1000.68 ± 519.75 | 656.39 ± 255.12  | 2.05 ± 0.17   |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı, DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyon kuvveti, TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite

Çizelge 4.50. Makarna örneklerinin fonksiyonel özelliklerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Toplam Besinsel Lif (%) |            | Fitik Asit (mg/100g) |          | TFMM (mgGAE/kg) |          | DPPH (mgTE/kg) |            | TEAC (mgTE/g) |         |
|------------------------|----|-------------------------|------------|----------------------|----------|-----------------|----------|----------------|------------|---------------|---------|
|                        |    | KT                      | F          | KT                   | F        | KT              | F        | KT             | F          | KT            | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 19.85                   | 9424.71**  | 10455.29             | 265.72** | 1909032.5       | 153.63** | 520865.62      | 20610.29** | 0.04          | 1.26ns  |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 66.31                   | 62968.52** | 9819.54              | 499.13** | 4496094.4       | 723.65** | 943659.08      | 74679.88** | 0.73          | 43.03** |
| <i>(AxB)</i>           | 8  | 13.23                   | 3141.57**  | 7125.60              | 90.55**  | 1158738.7       | 46.63**  | 357857.42      | 7080.09**  | 0.05          | 0.74ns  |
| <b>Hata</b>            |    | 0.01                    |            | 137.71               |          | 43491.3         |          | 88.5           |            | 0.12          |         |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. <sup>2</sup> Tam buğday unu ilave oranı.

TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı, DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyon kuvveti, TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite

Çizelge 4.51. Makarna örneklerinin fonksiyonel özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Toplam Besinsel Lif (%) | Fitik asit (mg/100 g) | TFMM (mgGAE/kg)      | DPPH (mgTE/kg)      | TEAC (mgTE/g)     |
|------------------------|----|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                         |                       |                      |                     |                   |
| Elma                   | 6  | 5.10 <sup>c</sup>       | 197.33 <sup>b</sup>   | 765.22 <sup>d</sup>  | 538.85 <sup>e</sup> | 2.02 <sup>a</sup> |
| Karpuz                 | 6  | 3.55 <sup>e</sup>       | 198.91 <sup>b</sup>   | 700.56 <sup>d</sup>  | 554.64 <sup>d</sup> | 2.01 <sup>a</sup> |
| Portakal               | 6  | 5.52 <sup>b</sup>       | 235.23 <sup>a</sup>   | 1132.72 <sup>b</sup> | 725.13 <sup>b</sup> | 2.01 <sup>a</sup> |
| Üzüm                   | 6  | 5.86 <sup>a</sup>       | 234.25 <sup>a</sup>   | 1394.55 <sup>a</sup> | 884.28 <sup>a</sup> | 2.09 <sup>a</sup> |
| Muz                    | 6  | 4.55 <sup>d</sup>       | 238.79 <sup>a</sup>   | 1010.38 <sup>c</sup> | 579.06 <sup>c</sup> | 2.02 <sup>a</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                         |                       |                      |                     |                   |
| 0                      | 10 | 3.10 <sup>c</sup>       | 243.18 <sup>a</sup>   | 488.96 <sup>c</sup>  | 440.25 <sup>c</sup> | 1.85 <sup>c</sup> |
| 5                      | 10 | 4.92 <sup>b</sup>       | 220.66 <sup>b</sup>   | 1087.98 <sup>b</sup> | 654.27 <sup>b</sup> | 2.08 <sup>b</sup> |
| 10                     | 10 | 6.74 <sup>a</sup>       | 198.87 <sup>c</sup>   | 1425.10 <sup>a</sup> | 874.66 <sup>a</sup> | 2.22 <sup>a</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $p<0.05$ ).

TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı, DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyon kuvveti, TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite

Ho ve Che Dahri (2016) buğday ununa karpuz kabuğu ilavesinin makarnaların toplam fiyat lifi içeriğini önemli oranda artırdığını ve kontrol grubunun diyet lifi içeriği 1.0 g/kg iken % 10 karpuz kabuğu ilaveli örneklerde bu değerin 16.7 g/kg olduğunu rapor etmişlerdir. Gull ve ark., 2016 durum makarnasının toplam diyet lifi içeriği % 8.46 olarak belirtilmiştir. % 1 üzüm kabuğu ilaveli makarnaların toplam diyet lifi içeriği % 0.02 iken; % 6 üzüm kabuğu ilavesinde bu değer % 1.50'a yükselmiştir (Iuga ve Mironeasa, 2021).

#### 4.4.4.2. Fitik asit

Makarna örneklerinin fitik asit içerikleri 151.61 ila 243.18 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.49). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin fitik asit içerikleri üzerinde gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde; ikame oranı faktörünün ise  $p < 0.05$  düzeyinde bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.50).

Makarna örnekleri arasında en yüksek fitik asit içeriği muz (238.79 mg/100g), portakal (235.23 mg/100g) ve üzüm (234.25 mg/100g) yan ürünleri ilavelilerde görülmüş olup örnekler arasında istatistiksel fark ( $p > 0.05$ ) bulunmamıştır. Karpuz (198.91 mg/100g) ve elma (197.33 mg/100g) yan ürünleri ilaveli örneklerin de benzer sonuçlar verdiği ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur. Karşılaştırma testi sonuçlarına göre makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin fitik asit içerikleri önemli oranda ( $p < 0.05$ ) düşmüştür (Çizelge 4.51).

Beş farklı endüstriyel yan üründen en yüksek fitik asit miktarına sahip ürün muz kabuğudur. Buğday irmiği muz kabuğunun yaklaşık 2,5 katı fitik asit içermektedir. İkame oranı arttıkça makarnaların fitik asit içeriklerinin düşmesinin buğday irmiğinin fitik asit içeriğinin yan ürünlerden oldukça yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.32).

Magallanes-López ve ark. (2017), farklı durum buğdayı genotiplerinin fitik asit içeriklerini % 0.462 – 0.952 arasında ortalama % 0.675 olarak bulmuşlardır. Branković ve ark (2015) ise 15 farklı durum buğdayı genotipi üzerinde yaptıkları çalışmada örneklerin fitik asit içeriklerini % 1.463 – 1.678 arasında belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu farkın buğday cinsi ve yetiştirildiği ortamdan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Demir (2018), buğday irmiğinden yaptığı makarnaların fitik asit içeriğini 205.08 mg/100 g olarak rapor etmiştir.

#### 4.4.4.3. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM)

Çizelge 4.49’da verildiği üzere makarna örneklerinin TFM miktarları 486.06 ila 2074.44 GAE/kg olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin TFM miktarları üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde; ikame oranı faktörünün ise  $p < 0.05$  düzeyinde bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.50).

Karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde makarna örnekleri arasında en yüksek TFMM üzüm posası (1394.55 GAE/kg) ilaveli örneklerde görülmüş olup; bunu sırasıyla portakal (1132.72 GAE/kg) ve muz (1010.38 GAE/kg) ilaveli örnekler izlemiştir. Formülasyona ilave edilen yan ürün oranının örneklerin TFMM etkilediği ( $p < 0.05$ ) görülmüştür (Çizelge 4.51).

Makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürünlerin makarnaların TFMM artırmasının nedeni olarak buğday irmiğinin TFMM yan ürünlerin TFMM’sinden oldukça düşük olması gösterilebilir. Üzüm posası buğday irmiğinin yaklaşık 13, portakal 8.7 katı TFM içermektedir (Çizelge 4.32).

Gumul ve ark. (2023) buğday irmiğinden yapılan makarnaların TFMM 21.87 mg kateşin/100 g KM olarak bulurken; % 50 elma posası ilaveli örneklerin TFMM 111.28 mg catechin/100g KM olarak rapor etmiştir. Elma posasının TFMM’sinin 324.20 mg/100g KM olarak ölçüldüğü çalışmada yulaf unu ve patates nişastasına elma posası ilave edilerek üretilen makarnaların TFMM 52.74 – 64.06 mg/ 100 g KM olarak bulunmuştur (Leyva-Corral ve ark. 2016).

Buğday unundan üretilmiş makarnaların TFM miktarının 82.5 mg GAE/kg KM olarak bulunduğu bir çalışmada % 10 karpuz kabuğu ilaveli makarnaların TFMM 589.0 GAE/kg KM; % 15 karpuz kabuğu ilaveli makarnaların TFMM 1164.0 GAE/kg KM olarak rapor edilmiştir (Ho ve Che Dahri, 2016). Durum irmiğinin TFMM 0.23 mg GA/g bulan araştırmacılar, aynı irmikten üretilen pastanın TFM miktarını da 0.22 mg GA/g olarak rapor etmişlerdir (Gull ve ark., 2016). Buğday ununa %1 ve % 6 üzüm kabuğu ilave edilerek üretilen makarnaların TFM miktarları sırasıyla 102.00 µg GAE/g ve 157.02 µg GAE/g olarak ölçülmüştür (Iuga ve Mironeasa, 2021).

#### 4.4.4.4. Antioksidan aktivite

Makarna örneklerinin antioksidan aktivitelerini belirlemek için DPPH radikali yakalama kapasitesi metodu ve Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) metodu kullanılmıştır.

##### 4.4.4.4.1. DPPH radikali yakalama kapasitesi

Çizelge 4.49’da verildiği üzere makarna örneklerine ait DPPH değerleri 440.25 ila 1329.37 mg TE/kg olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin DPPH değerleri üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü, ikame oranı faktörünü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.50).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde makarna örnekleri arasında en yüksek DPPH değeri üzüm posası (884.28 mg TE/kg) ilaveli örneklerde görülmüş olup bunu sırasıyla portakal (725.13 mg TE/kg) muz (579.06 mg TE/kg), karpuz (554.64 mg TE/kg) ve elma (538.85 mg TE/kg) örnekler izlemiştir. Test sonuçlarına göre makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin DPPH değerlerinin de önemli oranda ( $p < 0.05$ ) arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.51).

Durum irmiğinin DPPH aktivitesinin % 11.54 olarak ölçüldüğü araştırmada durum makarnasının DPPH aktivitesi % 10.54 olarak rapor edilmiştir (Gull ve ark., 2016).

##### 4.4.4.4.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC)

Makarna örneklerinin TEAC değerleri 1.85 ila 2.30 mg TE/g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.49). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin TEAC değerleri üzerinde ikame oranı faktörünün  $p < 0.01$  düzeyinde etkili olduğu; ancak ikame gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü ve “yan ürün çeşidi x ikame oranı” interaksiyonlarının etki etmediği ( $p > 0.05$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.50).

Karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde makarnaların TEAC değerleri üzerinde yan ürünü çeşidinin etkili olmadığı ve bütün yan ürünlerin benzer sonuçlar

verdiği ( $p>0.05$ ) görülmüştür. Yan ürün ikame oranı arttıkça makarnaların TEAC değerlerinin ise önemli oranda arttığı ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.51).

Buğday ununa % 4.62 üzüm kabuğu ilave edilerek üretilen makarnaların radikal süpürme aktivitesi % 20.15'ten % 38.74'e yükselmiştir (Iuga ve Mironeasa, 2021).

#### 4.4.4.5. Mineral madde

Makarna örneklerinin mineral madde (Ca, Fe, Mg K, P ve Zn) miktarı sonuçları Çizelge 4.52'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.53'de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.54'te verilmiştir.

Makarna örneklerinin Ca değeri 23.14 – 44.15 mg/100 g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.52). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin Ca miktarları üzerinde gıda endüstrisi yan ürünler faktörü, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde önemli bir etki oluşturduğu görülmüştür (Çizelge 4.53).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek Ca değeri muz kabuğu (33.42 mg/100 g) ilaveli makarnalarda görülmüş olup bunu sırasıyla portakal (31.9 mg/100 g), üzüm (30.12 mg/100 g) ve karpuz (24.96 mg/100 g) ilaveli makarnalar izlemiş ve en düşük Ca değeri elma posası (23.91 mg/100 g) ilaveli örneklerde görülmüştür. Test sonuçlarına göre ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça makarnaların Ca değeri de artmıştır (Çizelge 4.54).

Kontrol grubu makarnaların Ca içeriği % 23.14 (Çizelge 4.52) olarak bulunurken benzer sonuçlar Gull ve ark.(2016) (21.74 mg/100g) ve Demir (2018) (24.34 mg/ 100g) tarafından da rapor edilmiştir.

Makarna üretiminde kullanılan yan ürünlerin Ca içerikleri irmikten daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.32). Bu nedenle yan ürün ilaveli örneklerin Ca içeriklerinin kontrol grubuna göre yüksek olması beklenen bir sonuçtur.

Makarna örneklerinin Fe değeri 2.89 – 4.63 mg/g arasında bulunmuş olup; ortalama 3.24 mg/g'dır (Çizelge 4.52). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin Fe miktarları üzerinde gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.52. Makarna örneklerinin mineral madde miktarlarına ait sonuçlar(mg/100g)<sup>1</sup>

| Yan Ürün         | İkame<br>oranı (%) | Kalsiyum<br>(Ca) | Demir<br>(Fe) | Magnezyum<br>(Mg) | Potasyum<br>(K)  | Fosfor<br>(P)   | Çinko<br>(Zn) |
|------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------|
| Elma             | 0                  | 23.14 ± 0.30     | 2.89 ± 0.21   | 41.42 ± 0.20      | 336.52 ± 0.31    | 330.03 ± 0.90   | 1.31 ± 0.07   |
|                  | 5                  | 23.59 ± 0.11     | 3.28 ± 0.18   | 42.21 ± 0.18      | 405.48 ± 0.92    | 302.42 ± 1.95   | 1.12 ± 0.06   |
|                  | 10                 | 25.01 ± 0.41     | 4.27 ± 0.09   | 43.43 ± 0.24      | 460.42 ± 2.31    | 277.57 ± 0.48   | 0.87 ± 0.08   |
| Karpuz           | 0                  | 23.14 ± 0.30     | 2.89 ± 0.21   | 41.42 ± 0.20      | 336.52 ± 0.31    | 330.03 ± 0.90   | 1.31 ± 0.07   |
|                  | 5                  | 24.91 ± 0.25     | 2.89 ± 0.05   | 58.08 ± 0.14      | 575.86 ± 47.41   | 322.42 ± 0.97   | 1.04 ± 0.08   |
|                  | 10                 | 26.81 ± 0.22     | 3.14 ± 0.12   | 73.58 ± 0.29      | 880.65 ± 0.24    | 315.04 ± 0.14   | 1.06 ± 0.08   |
| Portakal         | 0                  | 23.14 ± 0.30     | 2.89 ± 0.21   | 41.42 ± 0.20      | 336.52 ± 0.31    | 330.03 ± 0.90   | 1.31 ± 0.07   |
|                  | 5                  | 32.68 ± 0.38     | 3.67 ± 0.09   | 44.17 ± 0.15      | 406.09 ± 3.18    | 300.50 ± 0.68   | 1.07 ± 0.03   |
|                  | 10                 | 40.14 ± 0.76     | 4.63 ± 0.10   | 47.62 ± 0.11      | 465.76 ± 2.27    | 269.27 ± 0.55   | 0.95 ± 0.03   |
| Üzüm             | 0                  | 23.14 ± 0.30     | 2.89 ± 0.21   | 41.42 ± 0.20      | 336.52 ± 0.31    | 330.03 ± 0.90   | 1.31 ± 0.07   |
|                  | 5                  | 29.52 ± 0.45     | 2.90 ± 0.07   | 46.32 ± 0.15      | 442.97 ± 10.15   | 312.40 ± 1.92   | 0.99 ± 0.06   |
|                  | 10                 | 37.68 ± 0.61     | 3.13 ± 0.07   | 50.52 ± 0.10      | 508.06 ± 16.97   | 294.40 ± 0.82   | 0.84 ± 0.08   |
| Muz              | 0                  | 23.14 ± 0.30     | 2.89 ± 0.21   | 41.42 ± 0.20      | 336.52 ± 0.31    | 330.03 ± 0.90   | 1.31 ± 0.07   |
|                  | 5                  | 32.95 ± 0.45     | 2.97 ± 0.11   | 50.87 ± 0.31      | 1068.04 ± 27.07  | 310.74 ± 10.45  | 1.62 ± 0.10   |
|                  | 10                 | 44.15 ± 0.40     | 3.28 ± 0.07   | 58.95 ± 0.12      | 1653.92 ± 23.93  | 301.57 ± 0.82   | 1.95 ± 0.09   |
| Minimum-Maksimum |                    | 23.14 – 44.15    | 2.89 – 4.63   | 41.42 – 73.58     | 336.52 – 1653.92 | 269.27 – 330.03 | 0.84 – 1.95   |
| Ortalama±std     |                    | 28.88 ± 6.94     | 3.24 ± 0.54   | 48.19 ± 9.02      | 569.99 ± 361.11  | 310.44 ± 19.33  | 1.20 ± 0.29   |

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.53. Makarna örneklerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

| VK                     | SD | Kalsiyum (Ca) |           | Demir (Fe) |         | Magnezyum (Mg) |            | Potasyum (K) |           | Fosfor (P) |          | Çinko (Zn) |         |
|------------------------|----|---------------|-----------|------------|---------|----------------|------------|--------------|-----------|------------|----------|------------|---------|
|                        |    | KT            | F         | KT         | F       | KT             | F          | KT           | F         | KT         | F        | KT         | F       |
| <i>Yan ürün (A)</i>    | 4  | 430.81        | 637.84**  | 2.87       | 35.58** | 888.60         | 7088.12**  | 1675349.3    | 1571.22** | 1939.58    | 55.36**  | 1.36       | 60.04** |
| <i>İkame oranı (B)</i> | 2  | 674.57        | 1997.47** | 3.36       | 83.31** | 897.60         | 14319.76** | 1046760.8    | 1963.40** | 7391.32    | 421.95** | 0.18       | 15.85** |
| <b>(AxB)</b>           | 8  | 287.03        | 212.48**  | 2.04       | 12.67** | 570.43         | 2275.08**  | 1055510.3    | 494.95**  | 1382.64    | 19.73**  | 0.88       | 19.42** |

<sup>1</sup>\* p< 0.05 düzeyinde önemli. \*\* p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.54. Makarna örneklerinin mineral madde miktarlarına (mg/100 g) ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

| Faktör                 | n  | Kalsiyum (Ca)      | Demir (Fe)        | Magnezyum (Mg)     | Potasyum (K)         | Fosfor (P)          | Çinko (Zn)        |
|------------------------|----|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Yan ürün</i>        |    |                    |                   |                    |                      |                     |                   |
| <b>Elma</b>            | 6  | 23.91 <sup>e</sup> | 3.48 <sup>a</sup> | 42.35 <sup>e</sup> | 400.81 <sup>c</sup>  | 303.34 <sup>c</sup> | 1.10 <sup>b</sup> |
| <b>Karpuz</b>          | 6  | 24.96 <sup>d</sup> | 2.97 <sup>b</sup> | 57.69 <sup>a</sup> | 597.68 <sup>b</sup>  | 322.50 <sup>a</sup> | 1.14 <sup>b</sup> |
| <b>Portakal</b>        | 6  | 31.99 <sup>b</sup> | 3.73 <sup>a</sup> | 44.40 <sup>d</sup> | 402.79 <sup>c</sup>  | 299.93 <sup>c</sup> | 1.11 <sup>b</sup> |
| <b>Üzüm</b>            | 6  | 30.12 <sup>c</sup> | 2.97 <sup>b</sup> | 46.09 <sup>c</sup> | 429.18 <sup>c</sup>  | 312.33 <sup>b</sup> | 1.05 <sup>b</sup> |
| <b>Muz</b>             | 6  | 33.42 <sup>a</sup> | 3.05 <sup>b</sup> | 50.42 <sup>b</sup> | 1019.49 <sup>a</sup> | 314.11 <sup>b</sup> | 1.63 <sup>a</sup> |
| <i>İkame oranı (%)</i> |    |                    |                   |                    |                      |                     |                   |
| <b>0</b>               | 10 | 23.15 <sup>c</sup> | 2.89 <sup>c</sup> | 41.42 <sup>c</sup> | 336.52 <sup>c</sup>  | 330.03 <sup>a</sup> | 1.31 <sup>a</sup> |
| <b>5</b>               | 10 | 28.73 <sup>b</sup> | 3.14 <sup>b</sup> | 48.33 <sup>b</sup> | 579.69 <sup>b</sup>  | 309.70 <sup>b</sup> | 1.17 <sup>b</sup> |
| <b>10</b>              | 10 | 34.76 <sup>a</sup> | 3.69 <sup>a</sup> | 54.82 <sup>a</sup> | 793.76 <sup>a</sup>  | 291.60 <sup>c</sup> | 1.13 <sup>b</sup> |

<sup>1</sup> Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek Fe değeri elma posası ve portakal yan ürünleri tozu ilaveli makarnalarda görülmüş olup örnekler arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Karpuz kabuğu, üzüm posası ve muz kabuğu ilaveli makarnaların da benzer Fe değerlerine sahip olduğu ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir. Test sonuçlarına göre ilave edilen yan ürün miktarı arttıkça makarnaların Fe değerinin de arttığı ve en yüksek ortalama Fe içeriğinin (3.69 mg/100 g) % 10 ikame oranında görüldüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.54).

Çalışmamızın kontrol grubu makarnalarının Fe içeriği (2.89 mg/100g) Demir (2018) tarafından rapor edilen değerler (1.58 mg/100g) ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.52’de verildiği üzere makarna örneklerinin Mg değeri 41.42 – 73.58 mg/g arasında bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin Mg miktarları üzerinde gıda endüstrisi yan ürün faktörü, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde; bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.53).

Karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek Mg değeri karpuz kabuğu (57.69 mg/100 g) ilaveli makarnalarda görülmüş olup bunu sırasıyla muz (50.42 mg/100 g), üzüm (46.09 mg/100 g), portakal (44.40 mg/100 g), elma (42.35 mg/100 g) takip etmiştir. İkame oranı makarnaların Mg içeriklerini önemli oranda etkilemiş ( $p<0.05$ ), ve en yüksek Mg içeriği (54.82 mg/100 g) % 10 ikame oranında görülmüştür (Çizelge 4.54).

Makarna örneklerinin K değeri 336.52 – 1653.92 mg/g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.52). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin K miktarları üzerinde ikame gıda endüstrisi yan ürün faktörü, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p<0.01$  düzeyinde; bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.53).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek K değeri muz kabuğu (1019.49 mg/100 g) ilaveli makarnalarda görülmüş bunu karpuz (597.68 mg/100 g) kabuğu ilaveli örnekler takip etmiştir. Üzüm posası (429.18 mg/100 g), portakal yan ürünleri (402.79 mg/100 g) ve elma posası (400.81 mg/100 g) ilaveli örneklerin K değerleri arasında istatistiksel fark olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir. Test sonuçları yan ürünlerin ilave oranı bakımından incelendiğinde; ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin K miktarının da arttığı görülmüştür (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.52’de verildiği üzere makarna örneklerinin P değeri 269.27 – 330.03 mg/g arasında bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin P miktarları üzerinde gıda endüstrisi yan ürün faktörü, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde; bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.53).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek P değeri karpuz kabuğu (322.50 mg/100 g) ilaveli makarnalarda görülmüş olup sırasıyla muz kabuğu (314.11 mg/100 g) ve üzüm posası (312.33 mg/100 g) takip etmiştir. Elma kabuğu (303.34 mg/100 g) ve portakal yan ürünleri (299.93 mg/100 g) ilaveli örnekler en düşük sonuçları vermiş olup istatistiksel olarak benzer ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur. Makarna örneklerine ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin P içeriğinin 330.03 mg/100 g’dan 291.60’a düştüğü ( $p < 0.05$ ) görülmüştür (Çizelge 4.54).

Buğday irmiğinin P içeriğinin yan ürünlerin P içeriğinden oldukça yüksek olması (Çizelge 4.33) nedeniyle; makarnalara ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin P içerikleri düşmüştür.

Makarna örneklerinin Zn değerleri 0.84 – 1.95 mg/g arasında bulunmuş olup; ortalama 1.20 mg/g’dır (Çizelge 4.52). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde makarna örneklerinin Zn miktarları üzerinde gıda endüstrisi yan ürün çeşidi faktörü, ikame oranı faktörü ve “yan ürün x ikame oranı” interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde; bir etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.53).

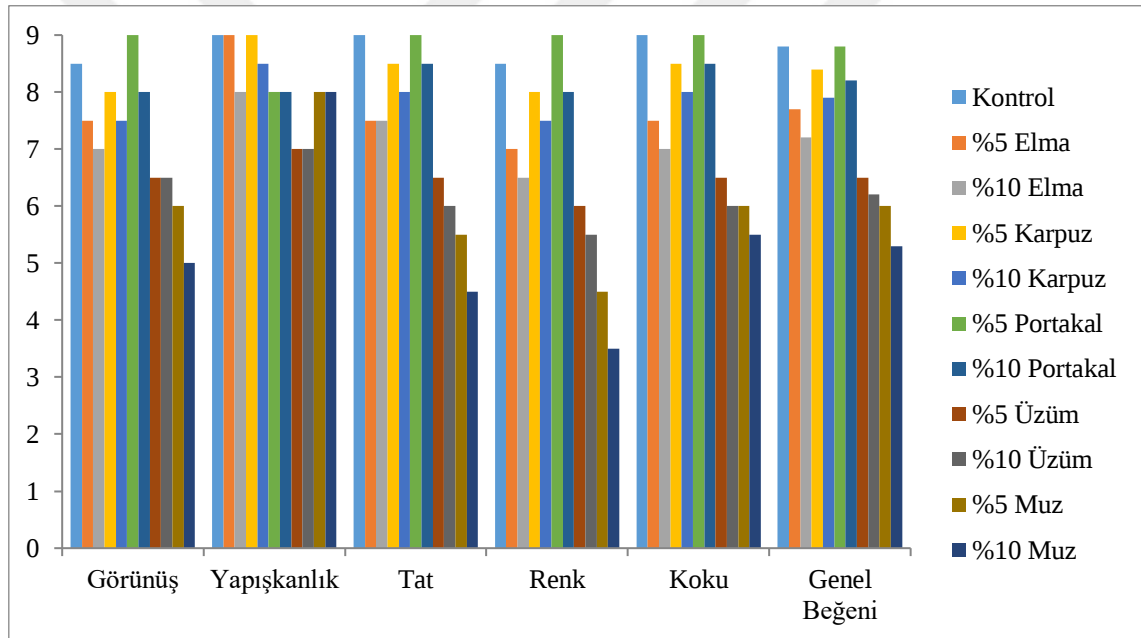
Karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen yan ürün çeşidi bakımından incelendiğinde en yüksek Zn değeri (1.63 mg/100 g) muz kabuğu ilaveli makarnalarda görülmüş olup diğer örnekler arasında istatistiksel fark ( $p > 0.05$ ) bulunmamıştır. Yan ürün ilaveli örneklerin Zn içeriğinin kontrol grubundan düşük olduğu ancak aralarında istatistiksel fark olmadığı ( $p > 0.05$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.33’te görüldüğü üzere buğday irmiğinin Zn içeriği yan ürünlerin Zn içeriğinden oldukça yüksektir. Yan ürün ilaveli makarnaların Zn içeriğinin kontrol grubundan düşük bulunmasının nedeninin bu olduğu düşünülmektedir.

#### 4.4.5. Makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Duyu analizi, tüketicilerin öznel tahminlerini dikkate alabilen ve gıda kalitesinin genel performansının değerlendirilmesine olanak tanıyan yeri doldurulamaz bir yöntemdir (Li ve ark., 2012). Makarna örneklerine ait duyu analizi (görünüş, yapışkanlık, renk, tat, koku ve genel beğeni) sonuçları Şekil 4.13’de verilmiştir.

Makarna örnekleri görünüşleri bakımından incelendiğinde % 5 portakal yan ürünü ilaveli örnekler en beğenilen makarnalar olmuş ve kontrol grubundan bile üstün bulunmuştur. % 10 portakal yan ürünü ve % 5 karpuz yan ürünü makarnalar en kontrol grubundan sonra en beğenilen örnekler olmuştur. Panelistler görünüş bakımından en düşük skorları % 10 muz kabuğu ilaveli makarna örneklerine vermişlerdir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Makarna örneklerinin yapışkanlık değerleri, kontrol grubunun yanı sıra % 5 elma ve % 5 karpuz yan ürünü ilaveli örnekler yapışkanlık açısından panelistlerden en yüksek puanları almıştır. En yüksek sıklık değerine (Çizelge 4.43) sahip üzüm yan ürünü tozu ilaveli makarnalar en düşük yapışkanlık puanını almıştır. Bu durumun üzüm yan ürününün yüksek şeker içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 4.13).

% 5 portakal yan ürünü ilaveli makarna ve kontrol grubu makarna örnekleri tat ve koku bakımından panelistlerden tam puan almıştır. Üzüm yan ürünü ve muz kabuğu tozu ilaveli örneklerin koku ve tat bakımından düşük puanlar aldığı belirlenmiş olup, %

10 muz kabuğu tozu ilaveli örneklerin hem koku hem tat bakımından en düşük puanları aldığı görülmüştür (Şekil 4.13). Meyve ve sebzelerde bulunan flavonoid, flavon ve flavonollerin ilave edildikleri ürünlere acı tat verdikleri bilinmekte olup (Drewnowski ve Gomez-Carneros, 2000) yan ürün tozu ilaveli makarnaların tat değerlerinin kontrolden düşük bulunmasının bu acı tattan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Renk tüketici tercihi açısından önemli bir parametre olup Dünya genelinde parlak sarı renkli makarnanın daha çok tercih edildiği görülmüştür (Giuberti ve ark., 2015). Bazı üreticiler bu parlak sarı rengi sağlamak için makarna formülasyonuna yumurta gibi ürünler ya da  $\beta$ -karoten gibi renk maddeleri ilave etmektedir (Eyidemiir, 2006). Hammaddeler arasında en yüksek  $b^*$  değerini veren (Çizelge 4.1) portakal yan ürünü ilaveli makarnaların renkleri kontrol grubundan daha sarı bulunmuş (Çizelge 4.40) ve panelistler tarafından da % 5 portakal yan ürünü ilaveli makarnalar kontrol grubunu geçerek renk açısından en yüksek puanı almıştır (Şekil 4.13). % 5 karpuz ve % 10 portakal yan ürünü ilaveli makarnalar da renk açısından panelistlerden kontrolden sonra beğenilen örnekler olmuşlardır. Oldukça koyu renkli oldukları görülen muz kabuğu tozu ilaveli örnekler ise renk açısından oldukça düşük skorlar almıştır (Şekil 4.13).

Makarnalar genel beğeni bakımından incelendiğinde % 5 portakal yan ürünü ilaveli örneklerin kontrol grubuyla beraber en yüksek puanları aldığı görülmekte olup bunu sırasıyla % 10 portakal, % 5 karpuz ve % 10 portakal yan ürünü ilaveli örnekler takip etmektedir. % 10 muz kabuğu ilaveli makarna örnekleri ise panelistler tarafından en düşük genel beğeni puanını almıştır. Bütün makarna örnekleri içerisinde % 5 ikame oranının % 10 ikame oranından daha yüksek genel beğeni puanı aldığı belirlenmiştir (Şekil 4.13).

Makarna formülasyonuna portakal yan ürünü lifi ilavesinin makarnaların tat ve genel beğeni değerlerini düşürdüğü ancak % 2.5 ilaveli örneklerin kontrol grubuyla benzer sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Araştırmacılar % 7.5'tan fazla ikame oranının panelistlerden geçer not alamadığını bu durumun portakal kabuğu ve albedodan gelen acı tattan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Crizel ve ark.,2015). Benzer şekilde Sant'Anna ve ark. (2014) üzüm posası tozu ilavesinin makarnaların genel beğenisini oldukça düşürdüğünü rapor etmiştir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Çalışmanın ilk aşamasında 12 farklı gıda endüstrisi yan ürünleri (elma, enginar, karpuz, kavun, limon, muz, nar, patlıcan, portakal, sarımsak, soğan ve üzüm) kurutulup toz haline getirilmiş ve ürünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu yan ürünlerin 4 farklı dozu (% 0, 5, 10, 15) oranında buğday ununa ilave edilerek hamurların reolojik özellikleri farinograf ve ekstensograf analizleri ile araştırılmıştır.

Farinogram sonuçları incelendiğinde bütün gıda endüstrisi yan ürünlerinin hamurların su kaldırma kapasilerini önemli oranda ( $p<0.05$ ) etkilediği görülmüştür. En yüksek su absorpsiyonu patlıcan kabuğu tozu ilaveli örneklerde görülmüş olup bunu sırasıyla limon, enginar, portakal ve elma yan ürünleri ilaveli hamurlar izlemiştir. Hamurların gelişim süresi incelendiğinde en yüksek süre soğan (7.98 dk) yan ürünleri ilavelilerde görülürken bunu sarımsak (5.31 dk), patlıcan (3.25 dk), elma (3.10dk), portakal (2.93 dk) ve muz (2.73 dk) ilaveli hamurlarda görülmüştür. Hamurlara ilave edilen yan ürün oranı arttıkça örneklerin gelişme sürelerinin arttığı ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir. En yüksek hamur stabilitesi üzüm posası ilaveli hamurlarda bunu sırasıyla elma, karpuz, kavun, muz, patlıcan, soğan yan ürünü ilaveli hamurlar takip etmiştir. % 10'a kadar yan ürün tozu ikamesinin örneklerin stabilite sürelerini artırdığı % 5 ila % 15 ikame oranlarının benzer ( $p>0.05$ ) olduğu görülmüştür.

Ekstensogramlar incelendiğinde 135.'daki hamur dirençlerinin % 10 yan ürün ikame oranına kadar düştüğü, % 10 ile % 15 ikame oranında anlamlı bir fark olmadığı ( $p>0.05$ ) görülmüştür. En yüksek ortalama direnç karpuz kabuğu (844.13 BU) ilaveli örneklerde görülmüş olup bunu sırasıyla elma (793.75 BU), muz (728.00 BU), portakal (701.75 BU), soğan (626.00 BU) ve üzüm (498.63 BU) yan ürünleri ilaveli hamurlarda görülmüştür. Yan ürün ilavesinin hamurların uzayabilirliğini düşürdüğü görülmüş en yüksek uzayabilirlik muz kabuğu ilavelilerde görülmüş bunu, enginar, üzüm, elma, karpuz, portakal, sarımsak yan ürünleri ilaveliler izlemiştir. Hamurların ekstensogram enerji değerlerinde en yüksek değerler muz kabuğu ( $111.75 \text{ cm}^2$ ) ilaveli örneklerde görülmüş bunu, elma ( $97.13 \text{ cm}^2$ ), karpuz ( $93.38 \text{ cm}^2$ ), portakal ( $81.63 \text{ cm}^2$ ), enginar ( $73.75 \text{ cm}^2$ ) ve üzüm ( $69.50 \text{ cm}^2$ ) yan ürünleri ilaveli hamurlarda görülmüştür.

Bu reolojik analizler sonucunda elma, karpuz, portakal, üzüm ve muz yan ürünlerinin diğer yan ürünlerden daha üstün olduğu tespit edilmiş ve ekmek ve makarna üretimi için seçilmişlerdir. Ayrıca % 15 ikame oranının her yan ürün için hamur reolojisini olumsuz etkilediği belirlenmiş bundan dolayı ekmek ve makarna formülasyonları için % 0, 5, 10 ikame oranları uygun olarak kabul edilmiştir.

Elma, karpuz, portakal, üzüm ve muz yan ürünleri % 0, 5, 10 oranında ayrı ayrı buğday ununa ilave edilerek ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu ürünlerin fiziksel, kimyasal, tekstürel ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Üretilen ekmeklerde elma yan ürünü ilavelilerin en yüksek  $L^*$  değerini, portakal yan ürünü ilavelilerin ise en yüksek  $a^*$  ve  $b^*$  değerini verdiği görülmüştür. En yüksek spesifik hacim ve kabuk kalınlığı değerleri ile en düşük sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri karpuz kabuğu yan ürünleri ilaveli ekmeklerde elde edilmiştir. Tüm yan ürünlerde ikame oranı arttıkça ekmeklerin elastikiyet değerlerinin düştüğü; ortalama en yüksek elastikiyetin ise üzüm posası ilaveli örneklerde görüldüğü belirlenmiştir. Ekmek formülasyonuna ilave edilen gıda endüstrisi yan ürünlerinin ekmeklerin nem, kül ve yağ değerlerini artırdığı, karbonhidrat ve enerji değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. İlave edilen yan ürünler ayrıca ekmeklerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmiş, örneklerin toplam besinsel lif, TFMM ve antioksidan kapasitelerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ekmek örnekleri içerisinde fiziksel ve teksürel açıdan % 5 karpuz yan ürünü ilaveli örnekler üstün bulunmuş, fonksiyonel açıdan ise üzüm ve muz yan ürünü ilaveli örnekler dikkat çekmiştir. Muz kabuğu ilaveli ekmeklerin mineral madde açısından diğer örneklerden üstün olduğu ve % 10 ikame oranının en yüksek değerleri verdiği tespit edilmiştir.

% 0, 5, 10 oranında elma, karpuz, portakal, üzüm ve muz yan ürünlerinin ayrı ayrı buğday irmiğine ilave edilerek üretilen makarnalar fiziksel, kimyasal, tekstürel ve fonksiyonel açıdan incelenmiştir. Makarna örneklerinde en yüksek  $L^*$ ,  $b^*$  ve SI değerleri portakal yan ürünleri ilaveli örneklerde, en düşük muz kabuğu ilaveli örneklerde ölçülmüştür. Üzüm yan ürünleri ilaveli makarnalar en yüksek sıklık değerini vermiş diğer örnekler arasında anlamlı fark ( $p>0.05$ ) görülmemiştir. SGMM miktarları % 4.80 - 8.57 arasında değişim göstermiş en düşük değer elma yan ürünleri ilaveli makarnalarda ölçülmüştür. En yüksek protein, yağ, karbonhidrat ve enerji değerleri karpuz kabuğu ilaveli makarnalarda görülmüştür. Makarna formülasyonuna ilave edilen yan ürünler makarnaların toplam besinsel lif, TFM miktarı ve antioksidan kapasitelerini geliştirmiş ve en yüksek değerler % 10 ikame oranında ( $p<0.05$ ) görülmüştür. Yan ürün ilavesi makarnaların fitik asit içeriklerinin de önemli oranda ( $p<0.05$ ) azalmasına

neden olmuştur. Muz kabuğu ilaveli makarnalar en yüksek kalsiyum, potasyum ve çinko içeriğini verirken; karpuz kabuğu ilaveliler en yüksek magnezyum ve fosfor içeriğini vermiştir.

## 5.2 Öneriler

Gıda endüstrisi yan ürünleri besinsel ve kimyasal açıdan oldukça değerli atıklardır. İlave edildikleri gıdaları tekstürel, duyuşal ve aromatik açıdan geliştirmelerinin yanı sıra gıda yan ürünleri, kimyasal bileşimleri açısından incelendiğinde farmasötik alanlar açısından da oldukça önemlidirler. Bu değerli atıkların işlenerek fonksiyonel ürün üretiminde kullanılmaları, hem kaynakların etkin ve tam verimli kullanımını sağlamakta hem de ekonomik kazançları artırmaktadır.

Yan ürün tozlarının hamur reoloji ve yapısını farklı şekillerde etkilediği yapılan ön çalışmalarda görülmüştür. Patlıcan kabuğu tozu ilavesinin hamurlara gam ilave edilmişçesine bir kıvam verdiği; limon ve nar kabuğu ilavesinin düşük dozlarda dahi hamurun çürümesine neden olduğu belirlenmiştir.

Gıda endüstrisi yan ürünlerinin ilave edildikleri buğday ununun fiziksel, kimyasal ve reolojik özelliklerini değıştirdiğı bu tez çalışması sonucunda belirlenmiştir. Yüksek diyet lifi, fenolik madde ve antioksidan madde içeriklerinden dolayı, yan ürünlerin yüksek oranlarda buğday ununa ilavesinin olumsuz sonuçlar verdiği reolojik açıdan % 5 ikame oranından fazlasının sorun oluşturduğu görülmüştür. Mineral madde bakımından fakir buğday unu ve irmiğine gıda endüstrisi yan ürünlerinin ilavesi ile ekmek ve makarna mineral madde bakımından önemli oranda geliştirilmekte, atık olarak değıerlendirilen bileşenler de katma değeri yüksek zenginleştirilmiş ürünlere işlenmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- AACC, 1990, American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 8th ed., St. Paul, MN, USA.
- AACC, 1999. American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN, USA.
- AACC, 2000, American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN, USA.
- Abu-Reidah, I.M., Arraez-Roman, D., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A., 2013. Extensive characterisation of bioactive phenolic constituents from globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) by HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS. *Food Chem* 141, 2269–2277.
- Acun, S., Gül, H., 2014. Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 6, 81–88.
- Addo, P., Agbenorhevi, J., Adu-Poku, D., 2018. Antinutrient contents of watermelon seeds. *MOJ Food Processing and Technology*, 6, 237–239.
- Adegunwa, M., Oloyede, I., Adebajo, L., Alamu, E., 2019. Quality attribute of plantain (*Musa paradisiaca*) sponge-cake supplemented with watermelon (*Citrullus lanatus*) rind flour. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1631582.
- Agama-Acevedo, E., Pacheco-Vargas, G., Gutiérrez-Meraz, F., Tovar, J., Bello-Pérez, L.A. 2019. Dietary fiber content, texture, and in vitro starch digestibility of different white bread crusts. *Journal of Cereal Science*.
- Ahmed, J., Almusallam, A. S., Al-Salman, F., AbdulRahman, M. H., Al-Salem, E. 2013. Rheological properties of water insoluble date fiber incorporated wheat flour dough. *LWT - Food Science and Technology*, 51(2), 409–416.
- Ahn, H.J., J.H. Kim, P.K.W. Ng. 2005. Functional and thermal properties of wheat, barley and soy flours and their blends treated with a microbial transglutaminase. *J. Food Sci.* 70(6):C380-C386.

- Ajila, C. M., Aalami, M., Leelavathi, K., Rao, U. J. S. P., 2010. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(1), 219e224.
- Akhtar, N., Yamaguchi, M., Inada, H., Hoshino, D., Kondo, T. and Izuta, T., 2010, Effects of ozone on growth, yield and leaf gas exchange rates of two Bangladeshi cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.), *Environmental Pollution*, 158 (5), 1763-1767.
- Alaei, F., Hojjatoleslami, M., Dehkordi, S. M. H., 2018. The effect of inulin as a fat substitute on the physicochemical and sensory properties of chicken sausages. *Food Sciences and Nutrition*, 6(2), 512–519.
- Alarcón-Flores, M.I., Romero-González, R., Martínez Vidal, J.L., Garrido Frenich, A., 2014. Determination of phenolic compounds in artichoke, garlic and spinach by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Food Anal. Methods* 7, 2095–2106.
- Albrecht, M., Jiang, W., Kumi-Diaka, J., Lansky, E.P., Gommersall, L.M., Patel, A., Mansel, R.E., Neeman, I., Geldof, A.A., Campbell, M.J., 2004. Pomegranate extracts potently suppress proliferation, xenograft growth, and invasion of human prostate cancer cells. *J. Med. Food* 7, 274–283.
- Aljahani, A.H., 2022. Wheat-yellow pumpkin composite flour: Physico-functional, rheological, antioxidant potential and quality properties of pan and flat bread. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 3432 - 3439.
- Al-Maiman S. A., Ahmad, D., 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chem*;76 (4):437–41.
- Alongi, M., Melchior, S., Anese, M., 2019. Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. *Lebensmittel Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 100, 300–305.
- Al-sahlany, S.T., Al-musafer, A.M., 2020. Effect of substitution percentage of banana peels flour in chemical composition, rheological characteristics of wheat flour and

- the viability of yeast during dough time. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19, 87-91.
- Al-Sayed, H. M. A., Ahmed, A. R., 2013. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*, 58(1), 83–95.
- Amagase, H., Petesch, B.L., Matsuura, H., Kasuga, S., Itakura, Y., 2001. In take of garlic and its bioactive components. *J.Nutr.* 131, 955–962.
- Amagase, H., 2006. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *J.Nutr.* 136, 716–725.
- Amjid, R.M., Shehzad, A., Shahzad, H., Shabbir, M.A., Khan, M.R. and Shoaib, M., 2013. A comprehensive review on wheat flour dough rheology. *Pakistan Journal of Food Science* 23: 105-123.
- Andrés, A. I., Petró, M. J., Adámez, J. D., López, M., Timón, M. L., 2017. Food byproducts as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties. *Meat Science*, 129, 62–70.
- Andreu, P., Collar, C., Martínez-Anaya, M.A., 1999. Thermal properties of doughs formulated with enzymes and starters. *European Food Research and Technology*, 209, 286-293.
- Angioloni, A., Collar, C., 2009. Gel, dough and fibre enriched fresh breads: relationship between quality features and staling kinetics. *Journal of Food Engineering* 91, 526–532.
- Anhwange, B., Ugye, J., Nyiatagher, T.D., 2009. Chemical Composition of Musa sapientum (Banana) Peels. *Electronic Journal of Environment, Agriculture and Food Chemistry*. 8. 437-4442.
- Anonim, 2021. pH Value and TTA in Flour, Dough, and Bread. Titration Application Note T-219, Version 1:01. AW TI CH1-1315-01. [www.metrohm.com](http://www.metrohm.com).
- Anonim, 2023. USDA 11209 raporu.

- AOAC International. 2007. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Ed. Methods 925.10, 985.29, 991.42, 991.43, 993.19, 994.13, 996.01, 2001.03, 2002.01, 2002.02, 2009.01, and 2011.25. AOAC International: Gaithersburg, MD.
- Araujo-Chapa, A. P., Urías-Orona, V., Niño-Medina, G., Muy-Rangel, D., de la Garza, A. L., Castro, H., 2023. Dietary Fiber from Soybean (*Glycine max*) Husk as Fat and Phosphate Replacer in Frankfurter Sausage: Effect on the Nutritional, Physicochemical and Nutraceutical Quality. *Molecules* (Basel, Switzerland), 28(13), 4997.
- Aruna, P., Venkataramanamma, D., Singh, A.K., Singh, R.P., 2016. Health benefits of puniic acid: a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 15, 16–27.
- Arvanitoyannis, I. S., Ladas, D., Mavromatis, A., 2006. Potential uses and applications of treated wine waste: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(5), 475–487.
- Assini, J.M., Mulvihill, E.E., Sutherland, B.G., 2013. Naringenin prevents cholesterol-induced systemic inflammation, metabolic dysregulation, and atherosclerosis in *Ldlr*/mice. *J. Lip. Res.* 54, 711–724.
- Aurore, G., Parfait, B., Fährsmane, L., 2009. Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science & Technology*, 20(2), 78–91.
- Ayadi, M. A., Abdelmaksoud, W., Ennouri, M., Attia, H., 2009. Cladodes from *Opuntia ficus indica* as a source of dietary fiber: effect on dough characteristics and cake making. *Ind Crop Prod* 30, 40-47.
- Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villar-Rodríguez, J. A., Siddiqui, M. W., et al., 2011. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44, 1866-1874.
- Azhari, S., Xu, Y. S., Jiang, Q. X., Xia, W. S., 2014. Physicochemical properties and chemical composition of Seinat (*Cucumis melo* var. *tibish*) seed oil and its antioxidant activity. *Grasas y Aceites*, 65(1), 1–9.

- Baik, M., Chinachoti, P., 2002. Effects of Glycerol and Moisture Redistribution on Mechanical Properties of White Bread. *Cereal Chemistry*, 79, 376-382.
- Bakke, A.J., Vickers, Z.M., 2007. Consumer liking of refined and whole wheat breads. *Journal of food science*, 72 7, S473-80 .
- Barracosa, P., Barracosa, M., Pires, E., 2019. Cardoon as a sustainable crop for biomass and bioactive compounds production. *Chemistry and Biodiversity*, 16(12), Article e1900498.
- Baskar, R., Shrisakthi, S., Sathyapriya, B., Shyampriya, R., Nithya, R., Poongodi, P., 2011. Antioxidant potential of peel extracts of banana varieties (*Musa sapientum*). *Food and Nutrition Sciences*, 02(10), 1128–1133.
- Baumgartner, B., Özkaya, B., Saka, İ., Özkaya, H, 2022. Functional and physicochemical properties of milled and microfluidized bulgur and chickpea brans. *Tarım Bilimleri Dergisi*.
- Bedrníček J, Jirotková D, Kadlec J, Laknerová I, Vrchotová N, Tríska J, Samková E, Smetana P., 2020. Thermal stability and bioavailability of bioactive compounds after baking of bread enriched with different onion by-products. *Food Chem*.
- Ben Rebah, F., Prévost, D., Yezza, A., Tyagi, R. D., 2007. Agro-industrial waste materials and wastewater sludge for rhizobial inoculant production: A review. *Bioresource technology*, 98, 3535 - 3546.
- Ben Salem, M., Affes, H., Athmouni, K., Ksouda, K., Dhouibi, R., Sahnoun, Z., ... Zeghal, K. M., 2017. Chemicals compositions, antioxidant and anti-inflammatory activity of *Cynara scolymus* leaves extracts, and analysis of major bioactive polyphenols by HPLC. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 4951937.
- Bender, A. B. B., Speroni, C. S., Salvador, P. R., Loureiro, B. B., Lovatto, N. M., Goulart, F. R., et al., 2016. Grape pomace skins and the effects of its inclusion in the technological properties of muffins. *Journal of Culinary Science & Technology*.

- Benítez V., E. Mollá, M.A. Martín-Cabrejas, Y. Aguilera, F.J. Lopez-Andreu, K. Cools, L.A. Terry, R.M. Esteban, 2011a. Characterization of industrial onion wastes (*Allium cepa* L.): dietary fibre and bioactive compounds, *Plant Foods Hum. Nutr.* 66 (1) 48–57.
- Benítez, V., Mollá, E., Martín-Cabrejas, M. A., Aguilera, Y., López-Andréu, F. J., Esteban, R. M., 2011b. Effect of sterilisation on dietary fibre and physicochemical properties of onion by-products. *Food chemistry*, 127(2), 501–507.
- Beres, C. Freitas, S., Godoy, R., Oliveira, D., Deliza, R., Iacomini, M., Mellinger-Silva, C., Cabral, L., 2019. Antioxidant dietary fibre from grape pomace flour or extract: Does it make any difference on the nutritional and functional value?. *Journal of Functional Foods*. 56. 276-285.
- Berto, A., Ribeiro, A. B., Souza, N. E., Fernandes, E., Chisté, R. C., 2015. Bioactive compounds and scavenging capacity of pulp, peel and seed extracts of the Amazonian fruit *Quararibea* cordata against ROS and RNS. *Food Research International*, 77, 236–243.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E. and Sapirstein, H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82 (4), 390-393.
- Bhatt, S. M., Gupta, R. K., 2015, Bread (composite flour) formulation and study of its nutritive, phytochemical and functional properties, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4 (2), 254-268.
- Bhushan, S., Kalia, K., Sharma, M., Singh, M., Ahuja, P.S., 2008. Processing of apple pomace for bioactive molecules, *Crit. Rev. Biotechnol.* 27:285–296.
- Bilgiçli, N., 2002. Fitik Asitin Beslenme Açısından Önemi ve Fitik Asit Miktarı Düşürülmüş Gıda Üretim Metotları. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (30): 79-83.
- Bjelak, A., 2020. Dana Eti Miyofibril Er Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bazı Et Katkı Maddelerinin Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.

- Blandino, M., Sovrani, V., Marinaccio, F., Reyneri, A., Rolle, L., Giacosa, S., Locatelli, M., Bordiga, M., Travaglia, F., Coisson, J.D., Arlorio, M., 2013. Nutritional and technological quality of bread enriched with an intermediated pearled wheat fraction. *Food chemistry*, 141 3, 2549-57.
- Bleis, F.L., Chaunier, L., Chiron, H., Valle, G.D., Saulnier, L., 2015. Rheological properties of wheat flour dough and French bread enriched with wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 65, 167-174.
- Bocco, A., Cuvelier, M.E., Richard, H., Berset, C., 1998. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *J. Agric. Food Chem.* 46, 2123–2129.
- Boita, E.R., Oro, T., Bressiani, J., Santetti, G.S., Bertolin, T.E., & Gutkoski, L.C., 2016. Rheological properties of wheat flour dough and pan bread with wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 71, 177-182.
- Borchani, C., Masmoudi, M., Besbes, S., Attia, H., Deroanne, C., & Blecker, C.S., 2011. Effect Of Date Flesh Fiber Concentrate Addition On Dough Performance And Bread Quality. *Journal of Texture Studies*, 42, 300-308.
- Borderías, A.J., Sanchez-Alonso, I., Pérez-Mateos, M., 2005. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. *Trends in Food Science & Technology*. 16. 458-465.
- Boubaker, M., Omri, A. E., Blecker, C., Bouzouita, N., 2016. Fibre concentrate from artichoke (*Cynara scolymus* L.) stem by-products: Characterization and application as a bakery product ingredient. *Food Science and Technology International*, 22(8).
- Braddock, R.J., 1999. *Handbook of Citrus By-products and Processing Technology*. John Wiley, New York.
- Brady, P. L. and Mayer, S. M., 1985, Correlations of sensory and instrumental measures of bread texture, *Cereal Chemistry*, 62 (1), 70-72.

- Braga, L. C., Shupp, J. W., Cummings, C., Jett, M., Takahashi, J. A., Carmo, L. S., et al. 2005. Pomegranate extract inhibits *Staphylococcus aureus* growth and subsequent enterotoxin production. *Journal of Ethnopharmacology*, 96(1–2), 335–339.
- Branković, G., Dragicevic, V., Dodig, D., Knezevic', D., Kandic, V., Šurlan-Momirovic', G., Seanski, M., 2015. Phytic acid, inorganic phosphorus, antioxidants inbread and durum wheat and their associations with agronomic traits. *Agricultural and Food Science*, 24, 183–194.
- Brat, P., Georgé, S. P., Bellamy, A., Chaffaut, L. D., Scalbert, A., Mennen, L., Arnault, N., Amiot, M. J. P., 2006. Daily polyphenol intake in France from fruit and vegetables. *The Journal of Nutrition*, 136(9), 2368–2373.
- Cankurtaran Kömürcü, T., 2021. Çimlendirilmiş Bazı İlkel Buğdayların Fonksiyonel Özellikleri İle Erişte Ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Cardona, C. A.; Quintero, J. Á.; Paz, L. C. 2010, Production of Bioethanol from the Sugar Cane Bagasse: Status and Perspectives. *Bioresource Tech.* 101(13), 4754–4760.
- Cauvain, S.P., 1998. *Technology of Breadmaking*. Technology of Breadmaking.
- Cepeda, E, Collado, I, 2014. Rheology of tomato and wheat dietary fibers in water and in suspensions of pimento pure'e. *J Food Eng* 134:67–73.
- Chakrabarty, N., Mourin, M. M., Islam, N., Haque, A. R., Akter, S., Siddique, A. A., 2020. Assessment of the potential of watermelon rind powder for the value addition of noodles. *Journal of Biosystems Engineering*, 1–9.
- Chareonthaikij, P., Uan-On, T., Prinyawiwatkul, W., 2016. Effects of pineapple pomace fibre on physicochemical properties of composite flour and dough, and consumer acceptance of fibre-enriched wheat bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(5), 1120–1129.

- Chau, C.F., Sheu, F., Huang, Y.L., Su, L.H., 2005. Improvement in intestinal function and health by the peel fibre derived from *Citrus sinensis* L cv Liucheng. *J. Sci. Food Agric.* 85, 1211–1216.
- Chen, H., Rubenthaler, G. L., Leung, H. K., Baranowski, J. D. 1988. Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran. *Cereal Chemistry*, vol. 65, no. 3, p. 244-247.
- Chevallier S, Colonna P, Lourdin D., 2010. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. *J. Cereal Sci.* 31: 241-252.
- Chowdhury, A., Bhowal, A., Datta, S., 2012. Equilibrium, thermodynamic and kinetic studies for removal of copper (II) from aqueous solution by onion and garlic skin. *Water*, 4 , 37–51.
- Claus, T., Maruyama, S. A., Palombini, S. V., Montanher, P. F., Bonafé, E. G., de Oliveira Santos Junior, O., ... Visentainer, J. V., 2015. Chemical characterization and use of artichoke parts for protection from oxidative stress in canola oil. *Lebensmittel- Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 61(2), 346–351.
- Colantuono, A., Ferracane, R., Vitaglione, P., 2018. Potential bioaccessibility and functionality of polyphenols and cynaropicrin from breads enriched with artichoke stem. *Food Chemistry*, 245, 838–844.
- Correa, M. J., Ferrero, C., 2015. A comparative study of commercial modified celluloses as bread making additives. *Int J Food Prop*, 18(4): 849-861.
- Corsetti A, Settanni L, 2007. Lactobacilli in Sourdough Fermentation. *Food Research International*, 40, 539-558.
- Crizel, T., Jablonski, A., Rios, A., Rech, R., Flôres, S., 2013. Dietary fiber from orange byproducts as potential fat replacer. *LWT - Food Science and Technology*. 53. 9–14.
- Curti, E., Carini, E., Diantom, A., Vittadini, E., 2016. The use of potato fibre to improve bread physico-chemical properties during storage. *Food chemistry*, 195, 64-70 .

- Czech, A., Zarycka, E., Yanovych, D., Zasadna, Z., Grzegorzczak, I., Klys, S., 2020. Mineral Content of the Pulp and Peel of Various Citrus Fruit Cultivars. *Biol Trace Elem Res* 193, 555–563.
- Dalgetty, D.D., Baik, B.K., 2003. Isolation and characterization of cotyledon fibers from peas, lentils, and chickpeas. *Cereal Chemistry*, 80(3), 310-315.
- de Campos, L. M. A. S., Leimann, F. V., Pedrosa, R. C., Ferreira, S. R. S., 2008. Free radical scavenging of grape pomace extracts from Cabernet sauvignon (*Vitis vinifera*). *Bioresource Technology*, 99(17), 8413–8420.
- de Melo, M. L. S., Narain, N., Bora, P. S., 2000. Characterisation of some nutritional constituents of melon (*Cucumis melo* hybrid AF-522) seeds. *Food Chemistry*, 68(4), 411–414.
- De Noni, I. and Pagani, M. A., 2010, Cooking properties and heat damage of dried pasta as influenced by raw material characteristics and processing conditions, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50 (5), 465-472.
- De Vuyst L, Vrancken G, Ravyts F, Rimaux T, Weckx S, 2009. Biodiversity, ecological determinants, and metabolic exploitation of sourdough microbiota. *Food Microbiology* 26 (7): 666-675.
- Del Rio, D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J.P., Tognolini, M., Borges, G., Crozier, A., 2013. Dietary (poly)phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxid. Redox Signal.* 18, 1818–1892.
- Demir, B., 2018, Çimlendirilmiş kinoa ununun glutenli ve glutensiz makarna üretiminde kullanım imkanları, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Deng, Q., Penner, M. H., Zhao, Y., 2011. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*, 44(9), 2711–2719.

- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., Patil, R.T., 2012. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 255-266.
- Diñeiro García, Y., Valles, B. S., Picinelli Lobo, A. 2009. Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. *Food Chemistry*, 117, 731–738.
- Doxastakis, G., I. Zafiriadis, M. Irakli, H. Marlani C. Tananaki 2002. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. *Food Chem.* 77(2):219-227.
- Dranca, F., Oroian, M., 2017. Total monomeric anthocyanin, total phenolic content and antioxidant activity of extracts from eggplant (*Solanum melongena* L.) peel using ultrasonic treatments [article]. *Journal of Food Process Engineering*, 40(1).
- Dreese, P.C., Hoseney, R.C., 1982. Baking Properties of the Bran Fraction from Brewer's Spent Grains, *Cereal Chem* 59:89 - 91.
- Drewnowski, A., Gomez-Carneros, C., 2000. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(6), 1424-1435. PMID:11101467.
- Duda, A, Adamczak, J., Chełmińska, P., Juskiewicz, J., Kowalczewski, P. 2019. Quality and Nutritional/Textural Properties of Durum Wheat Pasta Enriched with Cricket Powder. *Foods*, 8, 46.
- Dugmore, T. I. J., Clark, J. H., Bustamante, J., Houghton, J. A., Matharu, A. S. 2017. Valorisation of biowastes for the production of green materials using chemical methods. *Topics in Current Chemistry*, 375(2), 46.
- Durante, M., Montefusco, A., Marrese, P., Soccio, M., Pastore, D., Piro, G., Mita, G., Lenucci, M., 2017. Seeds of pomegranate, tomato and grapes: An underestimated source of natural bioactive molecules and antioxidants from agri-food by-products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 63.
- Ejinkeonye, U., Nduka, O., OffiaOlua, B., 2018. Effect of fermentation duration on the nutritional and antinutritional content of watermelon seeds and sensory properties

- of their ogiri products. *European Journal of Food Science and Technology*, 6, 1–16.
- El-Adawy, A., Taha, K.M., 2001. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. *Food Chem*49: 1253–1259
- Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2001, Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü, Konya Ticaret Borsası Yayınları, Yayın No: 2, Konya.
- Elkhalifa, A. E. O., El-Tinay, A. H., 2002. Effect of cystine on bakery products from wheat sorghum blends. *Food Chemistry*, 77, 133e137.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H., 2011. Dietary fibre and fiberich by-products of food processing. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421.
- Epler, S., Chambers, E., Kemp, K. E., 1998, Hedonic scales are a better predictor than just-about-right scales of optimal sweetness in lemonade, *Journal of Sensory Studies*, 13 (2), 191-197.
- Ercan, R., Özkaya, H., 1985. Ekmeğin Bayatlaması. *Gıda*, 10:6.
- Erkol, B. E., 2023. Baklagil Tüketimi ve Diyetteki Önemi, *Eternal*, 9:10:20.
- Ertaş, N., Aslan, M., Yağcılar, E., 2019. Kefir Kültürü ve İstant Maya Kullanımının Boza Kalitesi Üzerine Etkisi ve Havuç Tozları ile Bozanın Zenginleştirilmesi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c.1, s.2.
- Ertugay, Z. ve Kotancılar, G., 1988, Nişastanın bazı fizikokimyasal özellikleri ile ekmek içi sertliği arasındaki ilişkiler, *Gıda*, 13 (2).
- Eshak, N. S., 2016. Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber, *Annals of Agricultural Science*, 61(2), 229–235.
- Esparza, I., Jiménez-Moreno, N., Bimbela, F., Ancín-Azpilicueta, C., Gandía, L. M., 2020. Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. *Journal of Environmental Management*, 265, Article 110510.

- Eyidemiir, E., 2006. Kayısı çekirdeği ilavesinin eriştinin bazı kalite kriterlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Farhadi, K., Esmaeilzadeh, F., Hatami, M., Forough, M., Molaie, R., 2016. Determination of phenolic compounds content and antioxidant activity in skin, pulp, seed, cane and leaf of five native grape cultivars in West Azerbaijan province, Iran. *Food Chem.* 199, 847–855.
- Faustino, M., Veiga, M., Sousa, P., Costa, E. M., Silva, S., Pintado, M., 2019. Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. *Molecules*, 24(6), 1056.
- Febles, C.I., Arias, A., Gutiérrez, A., Rodríguez-Alvarez, C., Sierra, A., 2002. Phytic Acid Level in Wheat Flours. *Journal of Cereal Science*. 36. 19-23.
- Feizy, J., Jahani, M., Ahmadi, S., 2020. Antioxidant activity and mineral content of watermelon peel. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*. 3.
- Ferarsa, S., Zhang, W., Moulai-Mostefa, N., Ding, L., Jaffrin, M. Y., Grimi, N., 2018. Recovery of anthocyanins and other phenolic compounds from purple eggplant peels and pulps using ultrasonic-assisted extraction, 2018/05/01/ *Food and Bioproducts Processing*, 109, 19–28.
- Ficco, D., Riefolo, C., Nicastro, G., De Simone, V., Gesù, A.M., Beleggia, R., Platani, C., Cattivelli, L., De Vita, P., 2009. Phytate and mineral elements concentration in a collection of Italian durum wheat cultivars. *Field Crops Research*. 111. 235-242.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estevez, A.M., Chiffelle, I. Asenjo, F., 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry* 91 : 395–401.
- Fonseca, G. M., Passos, T. C., Ninahuaman, M. F. M. L., Caroci, A. S., Costa, L. S. 2014. Avaliação da atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* Liliaceae) e de seu extrato aquoso. *Revista brasileira de plantas medicinais*, 16 .

- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, C.S., 2013. The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *J. Cereal Sci.* 58 (2), 216–227.
- Francis, F. J., 1998, Colour analysis, in: S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis*, An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersnurg, USA, pp. 599-612.
- Fратиanni, F., Tucci, M., Palma, M. De, Pepe, R., Nazzaro, F., 2007. Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food Chem* 104, 1282–1286.
- Frutos MJ, Guilabert-Anton L, Tomas-Bellido A, et al. 2008. Effect of artichoke (*Cynara scolymus* L.) fiber on textural and sensory qualities of wheat bread. *Food Science and Technology International* 14(5 Suppl): 49–55.
- Fu, J., Chang, Y., Shiau, S. 2015. Rheological, antioxidative and sensory properties of dough and Mantou (steamed bread) enriched with lemon fiber. *Lwt - Food Science and Technology*, 61, 56-62.
- Fu, L., Tian, J., Sun, C., Li, C., 2008. RVA and Farinograph Properties Study on Blends of Resistant Starch and Wheat Flour. *Agricultural Sciences in China*, 7, 812-822.
- Gaglio, R., Tesoriere, L., Maggio, A., Viola, E., Attanzio, A., Frazzitta, A., Badalamenti, N., Bruno, M., Franciosi, E., Moschetti, G., Sottile, F., Settanni, L., & Francesca, N., 2023. Reuse of almond by-products: Functionalization of traditional semolina sourdough bread with almond skin. *International journal of food microbiology*, 395, 110194. Advance online publication.
- Galanakis, C.M., 2018. *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications* Woodhead Publishing.
- Gãmbaro, A., Varela, P., Gimenez, A., Aldrovandi, A., Fiszman, S. M. and Hough, G., 2002, Textural quality of white pan bread by sensory and instrumental measurements, *Journal of Texture Studies*, 33 (5), 401-413.

- Gbaa, S., Ahemen, S., Eke, M., Ochelle, P., 2019. Effect of watermelon rind (*Citrullus lanatus*) addition on the chemical and sensory quality of sorghum based mumu. *Asian Food Science Journal*, 11, 1–15.
- Gebruers, K., Dornez, E., Boros, D., Fraś, A., Dynkowska, W.M., Bedo, Z., Rakszegi, M., Delcour, J.A., & Courtin, C.M., 2008. Variation in the content of dietary fiber and components thereof in wheats in the HEALTHGRAIN Diversity Screen. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56 21, 9740-9 .
- Gerçekaslan, K.E., Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., Ertugay, M.F., 2007. Ekmek Bayatlaması ve Bayatlama Derecesini Ölçmede Kullanılan Yöntemler: II. Gıda the *Journal of Food*, 33, 305-315.
- Giami SY, 2001. Rheological and bread-making properties of wheat fluted pumpkin seed flour blends. *J Dairy Foods Home Sci* 20:41–45
- Giami, S.Y., Barber, L.I., 2004. Utilization of protein concentrates from ungerminated and germinated fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seeds in cookie formulations. *J Sci Food Agric* 84:1901–1907.
- Girard, A. L., Castell-Perez, M. E., Bean, S. R., Adrianos, S. L., Awika, J. M., 2016. Effect of condensed tannin profile on wheat flour dough rheology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(39), 7348–7356.
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P. and Masoero, F., 2015, Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour, *Food Chemistry*, 175, 43-49.
- Giuseppe Perri, G. Perri, Marcello Greco Miani, M. Greco Miani, Gianfranco Amendolagine, G. Amendolagine, Erica Pontonio, E. Pontonio, Carlo Giuseppe Rizzello, C. Giuseppe Rizzello, 2022. Defatted durum wheat germ to produce type-II and III sourdoughs: Characterization and use as bread ingredient. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 163, 113566.
- Goesaert, H., Slade, L., Levine, H. and Delcour, J. A., 2009, Amylases and bread firming—an integrated view, *Journal of Cereal Science*, 50 (3), 345-352.

- Goldstein, A., Ashrafi, L., Seetharaman, K., 2010. Effects of cellulosic fibre on physical and rheological properties of starch, gluten and wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1641e1646.
- Gomes, A.A.B., Ferreira, M.E., Pimentel, T.C., 2016. Bread with flour obtained from green banana with its peel as partial substitute for wheat flour: physical, chemical and microbiological characteristics and acceptance. *Int. Food Res. J.* 23 (5), 2214–2222.
- Gómez, M., Ronda, F., Blanco, C.A., Caballero, P.A., Apesteguía, A., 2003. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology*, 216, 51-56.
- Gómez-García, R., Campos, D. A., Oliveira, A., Aguilar, C. N., Madureira, A. R., & Pintado, M., 2021. A chemical valorisation of melon peels towards functional food ingredients: Bioactives profile and antioxidant properties. *Food chemistry*, 335, 127579.
- Gondim, J. A. M., Moura, M. D. F. V., Dantas, A. S., Medeiros, R. L. S., Santos, K. M., 2005. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), 825–827.
- González-Montelongo, R., Lobo, M. G., González, M., 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*, 119(3), 1030–1039.
- Gopinath, V., Saravanan, S., Al-Maleki, A.R., Ramesh, M., Vadivelu, J., 2018. A review of natural polysaccharides for drug delivery applications: Special focus on cellulose, starch and glycogen. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, 107, 96-108 .
- Gorinstein, S., Cvikrova, M., Machackova, I., Haruenkit, R., Park, Y. S., Jung, S.T., Yamamoto, K., Ayala, A.L.M., Katrich, E., Trakhtenberg, S., 2004. Characterization of antioxidant compounds in Jaffa sweeties and white grapefruits. *Food Chem.* 84, 503–510.

- Gostin, A., Waisundara, V., 2019. Edible Flowers as Functional Food: A Review on Artichoke (*Cynara cardunculus* L.). *Trends in Food Science & Technology*. 86.
- Graf, E., 1983. Applications of phytic acid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60, 1861-1867.
- Graf, E., Eaton, J. W., 1990. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radical Biology and Medicine*, Volume 8, Issue 1, Pages 61-69.
- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., Smith, B., 2002. Onions – A global benefit to health. *Phytotherapy Research*, 16, 603–615.
- Grigelmo-Miguel N, Gorinstein S, Martí'n-Belloso O, 1999. Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chem* 65:175–181
- Guardado-Félix, D., Lazo-Vélez, M. A., Pérez-Carrillo, E., Panata-Saquicili, D. E. and Serna-Saldívar, S. O., 2020, Effect of partial replacement of wheat flour with sprouted chickpea flours with or without selenium on physicochemical, sensory, antioxidant and protein quality of yeast-leavened breads, *LWT- Food Science and Technology*, 129, 109517.
- Guevara-Arauz JC, Barcenas DG, Ortega-Rivas E, et al. 2014. Effect of fiber fractions of prickly pear cactus (nopal) on quality and sensory properties of wheat bread rolls. *Journal of Food Science and Technology* 52(5): 2990–2997.
- Guil-Guerrero, J., Ramos, L., Moreno, C., Zúñiga-Paredes, J.C., Carlosama, M., Ruales, P., 2016. Antimicrobial activity of plant-food by-products: A review focusing on the tropics. *Livestock Science*. 189.
- Gull, A., Prasad, K., Kumar, P., 2016. Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 147–153.
- Gumul, D., Korus, J., Ziobro, R., Kruczek, M., 2019. Enrichment of wheat bread with apple pomace as a way to increase pro-health constituents. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11(3), 231–240.

- Gumul, D., Kruczek, M., Ivanišová, E., Ślupski, J., Kowalski, S., 2023. Apple Pomace as an Ingredient Enriching Wheat Pasta with Health-Promoting Compounds. *Foods* (Basel, Switzerland), 12(4), 804.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., Meybeck, A., 2011. Global food losses and food waste - extent, causes and prevention. *SAVE FOOD: An initiative on food loss and waste reduction*.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from ghane: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32 (6), 661-667.
- Hadi Nezhad M., Butler F, 2009. Effect of flour type and dough rheological properties on cookie spread measured dynamically during baking. *J Cereal Sci* 49:178–183.
- Hallén, E., İbanoğlu, Ş. and Ainsworth, P., 2004, Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour, *Journal of Food Engineering*, 63 (2), 177-184.
- Hameed, B. H., Ahmad, A. A., 2009. Batch adsorption of methylene blue from aqueous solution by garlic peel, an agricultural waste biomass. *Journal of Hazardous Materials*, 164 , 870–875.
- Han, H. M., Koh, B.-K., 2011. Effect of phenolic acids on the rheological properties and proteins of hard wheat flour dough and bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(13), 2495–2499.
- Haridas Rao, P., Malini Rao, H., 1991, Effect of incorporating wheat bran on the rheological characteristics and bread making quality of flour, *Journal of Food Science and Technology*, 28 (2), 92-97.
- Harini, K., Chandra Mohan, C., Ramya, K., Karthikeyan, S., Sukumar, M., 2018. Effect of *Punica granatum* peel extracts on antimicrobial properties in Walnut shell cellulose reinforced Bio-thermoplastic starch films from cashew nut shells. *Carbohydrate Polymers*, 184, 231–242.

- Harris, G.K., Marshall, M.R., 2017. Ash Analysis. In: Nielsen, S.S. (eds) Food Analysis. Food Science Text Series. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_16)
- Haug, W., Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hayta, M., Alpaslan, M., Baysal, A., 2002. Effect of drying methods on functional properties of tarhana: a wheat flour-yogurt mixture. *Journal of Food Science*, 67(2), 740-744.
- Hayta, M., ÜÇÖK, G., Aslan, H., Şeker, İ., 2014. Effect of Grape (*Vitis Vinifera* L.) Pomace on the Quality, Total Phenolic Content and Anti-Radical Activity of Bread: Grape Pomace Added Bread. *Journal of Food Processing and Preservation*.
- He, H. and Hosney, R., 1990, Changes in bread firmness and moisture during long-term storage, *Cereal Chemistry*, 67 (6), 603-605.
- He, Y., Lu, Q. 2015. Impact of apple pomace on the property of french bread. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 8(3), 167–172. <https://doi.org/10.19026/ajfst.8.1487>.
- Helkar, P. B., Sahoo, A. K., Patil, N. J., 2016. Review: Food Industry By-Products used as a Functional Food Ingredients. *International Journal of Waste Resources*, 6:3.
- Helou, C., Gadonna-Widehem, P., Robert, N., Branlard, G., Thebault, J., Librere, S., Jacquot, S., Mardon, J., Piquet-Pissaloux, A., Chapron, S., Chatillon, A., Niquet-Léridon, C. and Tessier, F. J., 2016, The impact of raw materials and baking conditions on Maillard reaction products, thiamine, folate, phytic acid and minerals in white bread, *Food & Function*, 7 (6), 2498-2507.
- Henríquez, C., Speisky, H., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Simpson, R., Almonacid, S., 2010. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fiber. *Journal of food science*, 75(6), H172–H181.

- Herbafood., 2002. Herbacel AQ Plus. Apple and citrus fibre. Available from [www.herbafood.de/eaqplus.pdf](http://www.herbafood.de/eaqplus.pdf).
- Hidvegi M, Lasztity R., 2002. Phytic acid content of cereals and legumes and interaction with proteins. *Periodica Polytechnica Series Chemistry English*, 46, 59-64.
- Hikal, W. M., Said-Al Ahl, H. A. H., Bratovcic, A., Tkachenko, K. G., Sharifi-Rad, J., Kačániová, M., Elhourri, M., Atanassova, M., 2022. Banana Peels: A Waste Treasure for Human Being. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2022, 7616452.
- Ho, L.-H., Che Dahri, N., 2016. Effect of watermelon rind powder on physicochemical, textural, and sensory properties of wet yellow noodles. *CyTA Journal of Food*, 14(3), 465–472.
- Hooda, S., Jood, S., 2005, Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour, *Food Chemistry*, 90 (3), 427-435.
- Hruskova, M., I. Svec, O. Jirsa., 2006. Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties. *J. Food Engg.* 77(3):439-444.
- Hudecová, A., Valík, L., Liptáková, L., Pelikánová, J., Čížniar, M., 2018. Effect of temperature and lactic acid bacteria on the surface growth of *Geotrichum candidum*. *Czech Journal of Food Sciences*, 29.
- Ibukun, E. O., Anyasi, O. J., 2013. Changes in antinutrient and nutritional values of fermented sesame (*Sesamum indicum*), musk melon (*Cucumis melo*) and white melon (*Cucumer opsismannii*). *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 4(1), 131–141.
- Ide, N., Nelson, A.B., Lau,B.H.,1997.Aged garlic extract and its constituents inhibit Cu (+2)-induced oxidative modification of low density lipoprotein. *PlantaMed.* 63, 263–264.

- Ifesan, B. O., 2017. Chemical composition of onion peel (*Allium cepa*) and its ability to serve as a preservative in cooked beef. *Int. J. Sci. Res. Methodol*, 7(4), 1-10.
- Imoisi, C., Iyasele, J., Michael, U., Imhontu, E., 2020. The effects of watermelon rind flour on the functional and proximate properties of wheat bread. *Journal of Chemical Society of Nigeria*, 45, 978–986.
- Indrani, D., G.V. Rao. 2007. Rheological characteristics of wheat flour dough as influenced by ingredients of parotta. *J. Food Engg.* 79(1):100- 105.
- Ismail, T., Akhtar, S., Riaz, M., Ismail, A., 2014. Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *International Journal Of Food Sciences And Nutrition*, 65, 661-666.
- Iuga, M., Mironeasa, S., 2021. Use of Grape Peels By-Product for Wheat Pasta Manufacturing. *Plants (Basel, Switzerland)*, 10(5), 926.
- Izydorczyk, M.S., Hussain, A., MacGregor, A.W., 2001. Effect of barley and barley components on rheological properties of wheat dough. *Journal of Cereal Science* 34, 251–260.
- Jacometti, G.A., Mello, L.R., Nascimento, P.H., Sueiro, A.C., Yamashita, F., Mali, S., 2015. The physicochemical properties of fibrous residues from the agro industry. *LWT-Food Sci. Technol.* 62 (1), 138–143.
- Jaime, L., Molla, E., Fernández, A., Martín-Cabrejas, M.A., López-Andréu, F. J., & Esteban, R. M., 2002. Structural carbohydrate differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 122–128.
- Jannati, N. Hojjatoleslami, M., Hosseini, E., Mozafari, H., Siavoshi, M., 2018. Effect of apple pomace powder on rheological properties of dough and Sangak bread texture. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 10. 77-84.
- Jeune, M.A., Kumi-Diaka, J., Brown, J., 2005. Anticancer activities of pomegranate extracts and genistein in human breast cancer cells. *J. Med. Food* 8, 469–475.

- Jiang, X., Wang, X., Zhou, S., 2022. Effect of flaxseed marc flour on high-yield wheat bread production: Comparison in baking, staling, antioxidant and digestion properties. *LWT*.
- Jiménez-Moreno, N., Cimminelli, M. J., Volpe, F., Ansó, R., Esparza, I., Mármol, I., ... Ancín-Azpilicueta, C., 2019. Phenolic composition of artichoke waste and its antioxidant capacity on differentiated Caco-2 cells. *Nutrients*, 11(8), 1723.
- Johnson, J., Owang, E., Hemen, J., Ddey, M., Effiong, E., Eteng, D., 2012. Evaluation of anti-nutrient contents of watermelon *Citrullus lanatus*. *Annals of Biological Research*, 3, 5145-5150.
- Jr, C. H., Ross, C. F., 2011. Total phenolic content, consumer acceptance, and instrumental analysis of bread made with grape seed flour. *Journal of Food Science*, 76(7), S428–S436.
- Jyothi lakshmi A. A., Kaultiku, P., 2011. Nutritional potential, bioaccessibility of minerals and functionality of watermelon (*Citrullus vulgaris*) seeds. *LWT - Food Science and Technology*. 44. 1821-1826.
- Kaack, K., Pedersen, L., Laerke, H.N., Meyer, A.S., 2006. New potato fibre for improvement of texture and colour of wheat bread. *European Food Research and Technology*, 224, 199-207.
- Kaboré, K., Konaté, K., Bazie, D., Dakuyo, R., Sanou, A., Sama, H., Santara, B., Dicko, M., 2022. Effects of growing zones on nutritional and bioactive compounds of by-products of two tomato cultivars. *Journal of Agriculture and Food Research*. 10.
- Kai, H., Jiu-Gang, S., Hong-Min, Z., Inoue, K., 2011. Removal of fluoride from aqueous solution onto Zr-loaded garlic peel (Zr-GP) particles. *Journal of Central South University of Technology*, 18, 1448–1453.
- Kallel, F., Driss, D., Chaari, F., Belghith, L., Bouaziz, F., Ghorbel, R., Chaabouni, Ellouz, S., 2014. Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. *Industrial Crops and Products*. 62. 34–41.

- Kamel, B., Rasper, V., 1988. Effects of emulsifiers, sorbitol, polydextrose, and crystalline cellulose on the texture of reduced calorie cakes. *Journal of Texture Studies*, 19(3), 307–320.
- Kammerer, D., Claus, A., Schieber, A., Carle, R., 2005. A novel process for the recovery of polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) pomace. *Journal of Food Science*, 70, 157–163.
- Kandylis, Panagiotis. 2021. "Grapes and Their Derivatives in Functional Foods" *Foods* 10, no. 3: 672.
- Karimi, A., Kazemi M., Amiri Samani, S., Simal-Gandara, J, 2021. Bioactive compounds from by-products of eggplant: Functional properties, potential applications and advances in valorization methods. *Trends in food science & technology*, 112, 518-531.
- Kaur, C., Kapoor, H. C., 2002. Antioxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 153–161.
- Kaushal, P., Sharma, H.K., 2014. Effect of incorporating taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*), and pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour blends on noodle properties. *International Journal of Food Properties*, 17, 765–781.
- Kazemi, M., Khodaiyan, F., Hosseini, S.S., 2019. Eggplant peel as a high potential source of high methylated pectin: Ultrasonic extraction optimization and characterization. *LWT*.
- Khan, G.M., Khan, N.M., Khan, Z.U., Ali, F., Jan, A.K., Muhammad, N., Elahi., R. 2018. "Effect of extraction methods on structural, physiochemical and functional properties of dietary fiber from defatted walnut flour" *Food science and biotechnology* 27, no. 4: 1015-1022.
- Khatkar, BS, 2004. Dynamic rheological properties and bread-making qualities of wheat gluten: effects of urea and dithiothreitol. *J Sci Food Agric* 85:337–341

- Koh, B.-K., Ng, P. K. W., 2009. Effects of ferulic acid and transglutaminase on hard wheat flour dough and bread. *Cereal Chemistry Journal*, 86(1), 18–22.
- Ktenioudaki, A. O'Shea, N. Gallagher, E.. 2013. Rheological Properties of Wheat Dough Supplemented with Functional By-Products of Food Processing: Brewer's Spent Grain and Apple Pomace. *J. Food Eng*, 116, 362–368.
- Kultys, E., Moczowska, M., 2022. Effect of using carrot pomace and beetroot-apple pomace on physicochemical and sensory properties of pasta. *LWT*. 168. 113858.
- Kumari, A., Rao, J., Kumari, J., Sharma, N., Jain, P., Dave, V., Sharma, S., 2013. Analgesic activity of aqueous extract of *Citrullus lanatus* peels, *Adv. Pharmacol. Pharm.* 1 (3) : 135–138 .
- Kurhade, A., Patil, S., Sonawane, S., Waghmare, J., Arya, S., 2015. Effect of Banana peel powder on bioactive constituents and microstructural quality of chapatti-unleavened Indian flat bread. *Journal of Food Measurement & Characterization*.
- Kurhade, A., Patil, S., Sonawane, S.K., Waghmare, J.S., Arya, S.S., 2016 Effect of banana peel powder on bioactive constituents and microstructural quality of chapatti: unleavened Indian flat bread. *Food Measure* 10, 32–4.
- Labat, E., Morel, M. H., Rouau, X., 2000. Effects of laccase and ferulic acid on wheat flour doughs. *Cereal Chemistry*, 77(6), 823–828.
- Landi A. 1995. Durum Wheat, semolina and pasta quality characteristics for an Italian food company. In : Di Fonzo N. (ed.), Kaan F. (ed.), Nachit M. (ed.). *Durum wheat quality in the Mediterranean region* . Zaragoza : CIHEAM,. p. 33-42 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 22)
- Lanzotti, V. 2006. The analysis of onion and garlic. *Journal of Chromatography. A*, 1112(1–2), 3–22.
- Lario, Y. E., Sendra, E., Fuentes, C., Sayas-Barberá, E, Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J., 2004. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 5. 113-117.

- Larrauri, J.A, 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends in Food Science & Technology* 10 : 3±8.
- Larrauri, J.A., Borroto, B., Perdomo, U., Tabarés, Y., 1995. Elaboración de una bebida en polvo a base de fibra dietética: Fibrilax (pp. 23–25). Marzo: Alimentaria.
- Larrea, M. A., Chang, Y. K., Martinez-Bustos, F., 2005. Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. *LWT- Food Science and Technology*, 38(3), 213–220.
- Leroy, G., Grongnet, J. F., Mabeau, S., Corre, D. L., Baty-Julien, C., 2010. Changes in inulin and soluble sugar concentration in artichokes (*Cynara scolymus* L.) during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(7).
- Leyva-Corral, J., Quintero-Ramos, A., Camacho-Dávila, A.A., Zazueta-Morales, J.D., Aguilar-Palazuelos, E., Ruiz-Gutiérrez, M.G., Meléndez-Pizarro, C.O., Ruíz-Anchondo, T. 2016. Polyphenolic compound stability and antioxidant capacity of apple pomace in an extruded cereal. *Lwt - Food Science and Technology*, 65, 228–236.
- Li, G., Guo, W., Gao, X., Wang, Y., Sun, S., 2020. Effect of superfine grinding on physicochemical and antioxidant properties of soybean residue powder. *Food science & nutrition*, 8(2), 1208–1214.
- Li, S., Lo, C.Y., Ho, C.T., 2006. Hydroxylatedpolymethoxy-flavones and methylated flavonoids in sweet orange (*Citrus sinensis*) peel. *J. Agric. Food Chem.* 54, 4176–4185.
- Li, S., Lo, C.Y., Ho, C.T., 2006. Hydroxylatedpolymethoxy-flavones and methylated flavonoids in sweet orange (*Citrus sinensis*) peel. *J. Agric. Food Chem.* 54, 4176–4185.
- Li, X., Wang, L., Jiang, P., Zhu, Y., Zhang, W., Li, R., Tan, B., 2023. The effect of wheat bran dietary fibre and raw wheat bran on the flour and dough properties: A comparative study, *LWT*, Volume 173, 114304:0023-6438.

- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S., 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254–260.
- Lingua, M. S., Fabani, M. P., Wunderlin, D. A., Baroni, M. V., 2016. In vivo antioxidant activity of grape, pomace and wine from three red varieties grown in Argentina: Its relationship to phenolic profile. *Journal of Functional Foods*, 20, 332–345.
- Liu, W., Liu, Y., Tao, Y., Yu, Y., 2014. Comparative study of adsorption of Pb(II) on native garlic peel and mercerized garlic peel. *Environmental Science and Pollution Research*, 21, 2054–2063.
- Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F., 2007. The antioxidant potential of milling fractions from breadwheat and durum. *Journal of Cereal Science*, 45, 238–247.
- Llavata, B., Picinelli, A., Simal, S., Cárcel, J.A., 2022. Cider apple pomace as a source of nutrients: Evaluation of the polyphenolic profile, antioxidant and fiber properties after drying process at different temperatures. *Food Chemistry*: X, 15.
- Llobera, A., Cañellas, J., 2007. Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): Pomace and stem. *Food Chemistry*, 101(2), 659–666.
- Lombardo, S., Pandino, G., Mauromicale, G., Knodler, M., Carle, R., Schieber, A., 2010. Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke [*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori]. *Food Chem* 119, 1175–1181.
- M'hiri, N., Ghali, R., Nasr, I.B., Boudhrioua, N., 2018. Effect of different drying processes on functional properties of industrial lemon byproduct. *Process Safety and Environmental Protection*.
- Magallanes-López, A. M., Hernandez-Espinosa, N., Velu, G., Posadas-Romano, G., Ordoñez-Villegas, V. M. G., Crossa, J., Ammar, K., Guzmán, C., 2017. Variability in iron, zinc and phytic acid content in a worldwide collection of

- commercial durum wheat cultivars and the effect of reduced irrigation on these traits. *Food chemistry*, 237, 499–505.
- Majzoobi, M., Jalali, A.R., Farahnaky, A., 2016. Impact of Whole Oat Flour on Dough Properties and Quality of Fresh and Stored Part-Baked Bread. *Journal of Food Quality*, 39, 620-626.
- Makris, D.P., Boskou, G., Andrikopoulos, N.K., 2007. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 125-132.
- Mallek-Ayadi, S., Bahloul, N., Kechaou, N., 2017. Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo* L. peels. *Food Chemistry*, 221, 1691–1697.
- Manthey, J.A., Grohmann, K., 2001. Phenols in citrus peel byproducts. Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *J. Agric. Food Chem.* 49 (7), 3268– 3273.
- Marco, C., C.M. Rosell. 2008. Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. *J. Food Engg.* 88(1):94-103.
- Marin, F. R., Soler-Rivas C, Benavente-Garcia O, Castillo J, Perez-Alvarez J.A., 2007. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibers. *Food Chem*; 100:736–41.
- Marti, A., Cardone, G., Pagani, M. A. and Casiraghi, M. C., 2018, Flour from sprouted wheat as a new ingredient in bread-making, *LWT-Food Science and Technology*, 89, 237-243.
- Martins, S. I. F. S., Jongen, W. M. F., Van Boekel, M. A. J. S., 2001. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 364–373.
- Martirosyan, D. M., Singh, J., 2015. A new definition of functional food by FFC: What makes a new definition unique, *Functional Foods in Health and Disease*. 5 (6), 209–223.

- Masoodi, F.A., Chauman, G.S., 2002. Use of apple pomace as a source of dietary fibre in cakes, *Plant Foods Hum. Nutr.* 57 : 121–128.
- Matsuhiro, B., Lillo, L., Saenz, C., Urzúa, C. Zárate, O., 2006. Chemical Characterization of the Mucilage from Fruits of *Opuntia ficus indica*. *Carbohydrate Polymers*. 63.
- Mayo, C.S., 2021. Dietary Fiber, Essential for a Healthy Diet.
- Meena, L., Neog, R., Yashini, M., Sunil, C.K., 2022. Pineapple pomace powder (freeze-dried): Effect on the texture and rheological properties of set-type yogurt. *Food Chemistry Advances* 1:100101.
- Mehra, M., Pasricha, V., Gupta, R. K., 2015. Estimation of nutritional, phytochemical and antioxidant activity of seeds of musk melon (*Cucumis melo*) and water melon (*Citrullus lanatus*) and nutritional analysis of their respective oils. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(6), 98–102.
- Meiyanto, E., Hermawan, A., 2012. Natural products for cancer targeted therapy: citrus flavonoids as potent chemopreventive agents. *Asian Pacific J. Canc. Prevent.* 13 (2), 427–436.
- Memon, J.R., Memon, S.Q., Bhanger, M.I., Memon, G.Z., El-Turki, A., Allen, G.C., 2008. Characterization of banana peel by scanning electron microscopy and FT-IR spectroscopy and its use for cadmium removal. *Colloids Surf. B: Biointerf.* 66 (2), 260–265.
- Mendes, J. A. S., Prozil, S. O., Evtuguin, D. V., Lopes, L. P. C., 2013. Towards comprehensive utilization of winemaking residues: Characterization of grape skins from red grape pomaces of variety Touringa Nacional. *B.V. Industrial Crops and Products*, 43, 25–32.
- Messia, M.C., Reale, A., Maiuro, L., Candigliota, T., Sorrentino, E., Marconi, E., 2016. Effects of pre-fermented wheat bran on dough and bread characteristics. *Journal of Cereal Science*, 69, 138-144.

- Mildner-Szkudlarz, S., Zawirska-Wojtasiak, R., Szwengiel, A., & Pacyński, M., 2011. Use of grape by-product as a source of dietary fibre and phenolic compounds in sourdough mixed rye bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), 1485–1493.
- Millar, K. A., Barry-Ryan, C., Burke, R., McCarthy, S., and Gallagher, E., 2019, Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 56, 102189.
- Mir, S., Bosco, S., Shah, M., Swaminathan, S., Mir, M., 2015. Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based cracker. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 20.
- Mirab, B., Gavligi, H., Asrtesnizi, R. A., Azizi, M. H., Udenigwe, C. C., 2020. Production of low glycemic potential sponge cake by pomegranate peel extract (PPE) as natural enriched polyphenol extract: Textural, color and consumer acceptability. *LWT Food Science and Technology*, 134, 109973.
- Miś, A., Grundas, S., Dziki, D., Laskowski, J., 2012. Use of farinograph measurements for predicting extensograph traits of bread dough enriched with carob fibre and oat wholemeal. *Journal of Food Engineering*, 108, 1e12.
- Miskelly, D. M. and Moss, H. J., 1985, Flour quality requirements for Chinese noodle manufacture, *Journal of Cereal Science*, 3 (4), 379-387.
- Mohamed Ahmed, I., Özcan, M., AL Juhaimi, F., Babiker, E., Ghafoor, K., Banjanin, T., Osman, M., Gasseem, M., Alqah, H., 2020. Chemical composition, bioactive compounds, mineral contents, and fatty acid composition of pomace powder of different grape varieties. *Journal of Food Processing and Preservation*. 44.
- Mohd Jusoh, Y., Chin, N., Yusof, Y.A. Abdul Rahman, R. 2009. Bread crust thickness measurement using digital imaging and L a b colour system. *Journal of Food Engineering*. 94. 366-371.
- Mohsen, A., Shahab, B., 2010. Introducing of green garlic plant as a new source of allicin. *Food Chem.* 120, 179–183

- Morais, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Bonafe, E. G., Suzuki, R. M., Souza, N. E., ... Visentainer, J. V., 2017. Proximate composition, mineral contents and fatty acid composition of the different parts and dried peels of tropical fruits cultivated in Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 28(2), 308–318.
- Murray, M., Dordevic, A. L. Ryan, Bonham, M. P., 2018. An emerging trend in functional foods for the prevention of cardiovascular disease and diabetes: Marine algal polyphenols, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 58 (8), 1342-1358.
- Naknaen, P., Itthisoponkul, T., Sondee, A., Angsombat, N., 2016. Utilization of watermelon rind waste as a potential source of dietary fiber to improve health promoting properties and reduce glycemic index for cookie making. *Food Science and Biotechnology*, 25(2), 415–424.
- Nakov, G., Brandolini, A., Hidalgo, A., Vasileva, N., Stamatovska, V., Dimov, I., 2020. Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. *LWT- Food Science and Technology*. 134.
- Nawaz, H., Aslam, M., Rehman, T., Mehmood, R. 2021. Modification of Emulsifying Properties of Cereal Flours by Blending with Legume Flours. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
- Nayak, A., Bhushan, B., 2019. An overview of the recent trends on the waste valorization techniques for food wastes. *Journal of Environmental Management*, 233, 352–370.
- Ndife, J., Abdulraheem, L. O. and Zakari, U. M., 2011, Evaluation of the nutritional and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya bean flour blends, *African Journal of Food Science*, 5 (8), 466-472.
- Niamah, A., 2015. Determination, identification of bioactive compounds extracts from yellow banana peels and used in vitro as antimicrobial. *Int. J. Phytomed.* 6 (4), 625–632.
- Nicks, F., Richel, A., Dubrowski, T., Wathelet, B., Wathelet, J.-P., Blecker, C., Paquot, M. 2013. Effect of new synthetic PEGylated ferulic acids in comparison with

- ferulic acid and commercial surfactants on the properties of wheat flour dough and bread: Effect of ferulic acid on flour dough and bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(10), 2415–2420.
- Niu, L., Wu, J., Liao, X., Chen, F., Wang, Z., Hu, X., 2008. Physicochemical Characteristics of Orange Juice Samples From Seven Cultivars. *Agricultural Sciences in China*.
- Nivelle, M.A., Beghin, A.S., Vrinten, P.L., Nakamura, T., Delcour, J.A., 2020. Amylose and amylopectin functionality during storage of bread prepared from flour of wheat containing unique starches. *Food chemistry*, 320, 126609 .
- Noor Aziah, A. A., Lee Min, W., Bhat, R., 2011. Nutritional and sensory quality evaluation of sponge cake prepared by incorporation of high dietary fiber containing mango (*Mangifera indica* var. Chokanan) pulp and peel flours *International Journal Of Food Sciences And Nutrition*, 62, 559-567.
- O'Dell, B.L., De Boland, A.R ve Koirtiyohann, S.R 1972. Disribution of phytate and nutritionally Impartant element among the morphological of cereal grains. *J. Agric. Food Chem.* 20: 718.
- Obadi, M., Jun Sun, Bin Xu, 2021. Highland barley: Chemical composition, bioactive compounds, health effects, and applications, *Food Research International*, Volume 140, 110065, 0963-9969.
- Obatolu, V. A., Fasoyiro, S. B., Ogunsunmi, L. O., 2007. Processing and functional properties of yam beans (*Sphenostylis sternocarpa*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 31(2), 240–249.
- Ocen, D., Xu, X., 2013. Effect of Citrus Orange (*Citrus sinensis*) By-product Dietary Fiber Preparations on the Quality Characteristics of Frozen Dough Bread. *American Journal of Food Technology*. 8.
- Okpala, L. C., Akpu, M. N., 2013. Effect of orange peel flour on the quality characteristics of bread. *British Journal of Applied Science & Technology*, 4(5), 823–830.

- Olaerts, H. and Courtin, C. M., 2018, Impact of preharvest sprouting on endogenous hydrolases and technological quality of wheat and bread: a review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (3), 698-713
- Olaitan, N., Eke, M., Agudu, S., 2017. Effect of watermelon (*Citrullus lantus*) rind flour supplementation on the quality of wheat based cookies. *International Journal of Engineering Science*, 6, 38–44.
- Omigie, I.O., Agoreyo, F.O., 2014. Effects of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed on blood glucose and electrolyte parameters in diabetic wistar rats, *J. Appl. Sci. Environ Manage* 18 (2) : 231–233.
- Opara, L. U., Al-Ani, M. R., & Al-Shuaibi, Y. S., 2009. Physico-chemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 2(3), 315–321.
- O'Shea, N., Arendt, E., Gallagher, E., 2012. Dietary Fibre and Phytochemical Characteristics of Fruit and Vegetable By-Products and Their Recent Applications as Novel Ingredients in Food Products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*.
- Özalp Özen, B., Soyer, A., 2018. Effect of plant extracts on lipid and protein oxidation of mackerel (*Scomber scombrus*) mince during frozen storage. *Journal of Food Science & Technology*, 55(1), 120–127.
- Özkaya, B., Turksoy, S., Özkaya, H., Baumgartner, B., Özkeser, İ., Köksel, H., 2018. Changes in the functional constituents and phytic acid contents of firiks produced from wheats at different maturation stages. *Food chemistry*, 246, 150–155.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1990, Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 14, 152.
- Palermo, M., Colla, G., Barbieri, G., Fogliano, V., 2013. Polyphenol metabolite profile of artichoke is modulated by agronomical practices and cooking method. *J. Agric. Food Chem.* 61, 7960–7968.

- Pandino, G., Lombardo, S., Lo Monaco, A., Mauromicale, G., 2013. Choice of time of harvest influences the polyphenol profile of globe artichoke. *J. Funct. Foods* 5, 1822–1828.
- Panth, N., Manandhar, B., Paudel, K. R., 2017. Anticancer activity of *Punica granatum* (pomegranate): A review. *Phytotherapy Research*, 31(4), 568–578.
- Park, E., Pezzuto, J.M., 2012. Flavonoids in cancer prevention. *Anti- Cancer Agents Med. Chem.* 12 (8), 836–851.
- Park, S. H. Morita, N., 2005, Dough and breadmaking properties of wheat flour substituted by 10% with germinated quinoa flour, *Food Science and Technology International*, 11 (6), 471-476.
- Pasqualone, A., Bianco, A.M., Paradiso, V.M., Summo, C., Gambacorta, G., Caponio, F., 2014. Physico-chemical, sensory and volatile profiles of biscuits enriched with grape marc extract. *Food Res. Int.* 65 (Part C), 385e393.
- Pereira, S. S. A. A., Pêgas, M. M., Fernández, T. L., Magalhães, M., Schöntag, T. G., Lago, D. C., et al., 2012. Inhibitory action of aqueous garlic peel extract on the corrosion of carbon steel in HCl solution. *Corrosion Science*, 65 , 360–366.
- Peressini, D., Cavarape, A., Brennan, M. A., Gao, J., Brennan, C. S., 2020. Viscoelastic properties of durum wheat doughs enriched with soluble dietary fibres in relation to pasta-making performance and glycaemic response of spaghetti. *Food Hydrocolloids*, 102, Article 105613.
- Peressini, D., Sensidoni, A., 2009. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs, *Journal of Cereal Science* 49,190–201
- Perez-Pirotto, C., Gemma, M., Quiles, A., Hernando, I., Cozzano, S., Arcia, P., 2022. Techno functional characterization of green-extracted soluble fibre from orange by-product. *LWT*. 166. 113765.

- Pertuzatti, P., Mendonça, S., Alcoléa, M., Guedes, C., Amorim, F., Beckmann, A., 2020. Gama, Loyane & Américo, Madileine. Bordo grape marc (*Vitis labrusca*): Evaluation of bioactive compounds in vitro and in vivo. *LWT*. 129. 109625.
- Peterson CJ, Johnson VA, Mattern PJ., 1986. Influence of cultivar and environment on mineral and protein concentrations of wheat flour, bran and grain. *Cereal Chem.*;63:183–186.
- Petropoulos, S. A., Pereira, C., Tzortzakis, N., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., 2018. Nutritional value and bioactive compounds characterization of plant parts from *Cynara cardunculus* L. (Asteraceae) cultivated in central Greece. *Frontiers of Plant Science*, 9.
- Philippi, K., Tsamandouras, N., Grigorakis, S., Makris, D. P., 2016. Ultrasoundassisted green extraction of eggplant peel (*Solanum melongena*) polyphenols using aqueous mixtures of glycerol and ethanol: Optimisation and kinetics [article]. *Environmental Processes*, 3(2), 369–386.
- Pieszka, M.; Gogol, P.; Pietras, M.; Pieszka, M. 2015. Valuable Components of Dried Pomaces of Chokeberry, Black Currant, Strawberry, Apple and Carrot as a Source of Natural Antioxidants and Nutraceuticals in the Animal Diet. *Ann. Anim. Sci.*, 15, 475–491.
- Piwińska, M., Wyrwisz, J., Marcin Andrzej Kurek, Wierzbicka, A., 2016. Effect of drying methods on the physical properties of durum wheat pasta. *CyTA - Journal of Food*, 14(4), 523–528.
- Pomeranz, Y., 1988. Chemical composition of kernel structures. *Wheat Chemistry and Technology*, Vol. I, (cd. Y. Pomeranz) American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, pp. 97-158.
- Posner, E.S., and Hibbs, A.N., 2011. “The Flour Mill Laboratory.” *Wheat Flour Milling*, 2nd printing, American Association of Cereal Chemists, Inc., pp. 47–99.
- Prasad, K., Laxdal, V.A., Yu, M., Raney, B.L., 1995. Antioxidant activity of allicin, an active principle in garlic. *Mol. Cell. Biochem.* 148, 183–189.

- Protonotariou, S., Stergiou, P., Christaki, M. Mandala, I. G., 2020, Physical properties and sensory evaluation of bread containing micronized whole wheat flour, Food Chemistry, 318, 126497.
- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S.A., Bashir, N., Nazir, F., Nayik, G. A., 2018. Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 201, 17, 351–358
- Raigón, M., Prohens, J., Muñoz, J., Nuez, F., 2008. Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. Journal of Food Composition and Analysis. 21.
- Raina, C.S., Singh, S., Bawa, A.S., Saxena, D.C., 2005. Textural characteristics of pasta made from rice flour supplemented with proteins and hydrocolloids. Journal of Texture studies, 36 (4), 402–420.
- Ramful, D., Baborun, T., Bourdon, E., Tarnus, E., Auroma, O.I., 2010. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. Toxicology 278, 75–87.
- Ramli, S.B., Alkarkhi, A.F., ShinYong, Y., Easa, A.M., 2009. Utilization of banana peel as a functional ingredient in yellow noodle. Asian Journal of Food and Agro-Industry, 2, 321-329.
- Rana, S., Gupta, S., Rana, A., Bhushan, S., 2015. Functional properties, phenolic constituents and antioxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient. Food Science and Human Wellness 4 : 180–187.
- Rashid, U., Rehman, H. A., Hussain, I., Ibrahim, M., Haider, M. S., 2011. Muskmelon (*Cucumis melo*) seed oil: A potential non-food oil source for biodiesel production. Energy, 36(9), 5632–5639.
- Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P., 2009. Shallot (*Allium ascalonicum* L.) oil: Diallyl sulfide content and antimicrobial activity against food-borne pathogenic bacteria. African Journal of Microbiology Research, 3(11), 747–750.

- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., and Rice-Evans, C. A., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radicals in Biology and Medicine*, 26, 1231-1237.
- Ribeiro, L. F., Ribani, R. H., Francisco, T. M. G., Soares, A. A., Pontarolo, R., Haminiuk, C. W. I., 2015. Profile of bioactive compounds from grape pomace (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) by spectrophotometric, chromatographic and spectral analyses. *Journal of Chromatography B*, 1007, 72–80.
- Rimando, A.M., Perkins-Veazie, P.M., 2005. Determination of citrulline in watermelon rind, *J. Chromatogr. A* 1078 (1–2) :196–200 .
- Rodriguez-Mateos, A., Vauzour, D., Krueger, C.G., Shanmuganayagam, D., Reed, J., Calani, L., Mena, P., Del Rio, D., Crozier, A., 2014. Bioavailability, bioactivity and impact on health of dietary flavonoids and related compounds: an update. *Arch. Toxicol.* 88, 1803–1853.
- Roldán, E., Sánchez-Moreno, C., de Ancos, B., Cano, M. P. 2008. Characterisation of onion (*Allium cepa* L.) by-products as food ingredients with antioxidant and antibrowning properties. *Food chemistry*, 108(3), 907–916.
- Romagnolo, D.F., Selmin, O.I., 2012. Flavonoids and cancer prevention: a review of the evidence. *J. Nutr. Geront. Geriat.* 31 (3), 206– 238.
- Romelle, F. D., Rani, A., & Manohar, R. S., 2016. Chemical composition of some selected fruit peels. *European Journal of Food Science and Technology*, 4, 12–21.
- Rosales-Juárez, M., González-Mendoza, B., López-Guel, E. C., Lozano-Bautista, F., Chanona-Pérez, J., Gutiérrez-López, G., Farrera-Rebollo, R. and Calderón-Domínguez, G., 2008, Changes on dough rheological characteristics and bread quality as a result of the addition of germinated and non-germinated soybean flour, *Food and Bioprocess Technology*, 1 (2), 152-160.
- Roussos, P. A., 2011. Phytochemicals and antioxidant capacity of orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana) juice produced under organic and integrated farming system in Greece. *Scientia Horticulturae*, 129(2), 253–258.

- Ruberto, G., Renda, A., Daquino, C., Amico, V., Spatafora, C., Tringali, C., et al., 2007. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. *Food Chemistry*, 100(1), 203–210.
- Rupasinghe, H.P.V., Wang, L., Huber, G.M. Pitts, N.L., 2008. Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder, *Food Chem.* 107 : 1217–1224.
- Sabater, C., Corzo, N., Olano, A., Montilla, A., 2018. Enzymatic extraction of pectin from artichoke (*Cynara scolymus* L.) by-products using Celluclast®1.5L. *Carbohydrate Polymers*, 190, 43–49.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., Lobo, M. G., 2018. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 512–531.
- Salinas, M. V. and Puppo, M. C., 2015, Optimization of the formulation of nutritional breads based on calcium carbonate and inulin, *LWT-Food Science and Technology*, 60 (1), 95-101.
- Sangnark, A., Nookhorm, A., 2004. Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. *Food Research International*, 37, 66e74.
- Sant’Anna, V., Christiano, F., Marczak, L., Tessaro, I., Thys, R., 2014. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. *LWT - Food Science and Technology*.
- Sarabandi, K., Jafari, S. M., Mahoonak, A. S., Mohammadi, A., 2019. Application of gum Arabic and maltodextrin for encapsulation of eggplant peel extract as a natural antioxidant and color source. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140: 59-68.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L., 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 45, 287–306.

- Scheuer, P. M., Luccio, M. D., Zibetti, A. W., de Miranda, M. Z., de Francisco, A., 2016, Relationship between instrumental and sensory texture profile of bread loaves made with whole-wheat flour and fat replacer, *Journal of Texture Studies*, 47 (1), 14-23.
- Segundo, C., Román, L., Gómez, M., & Martínez, M. M., 2017. Mechanically fractionated flour isolated from green bananas (*M. cavendishii* var. *nanica*) as a tool to increase the dietary fiber and phytochemical bioactivity of layer and sponge cakes. *Food Chemistry*, 219, 240–248.
- Sellappan, S., & Akoh, C. C. (2002). Flavonoids and antioxidant capacity of Georgiagrown *Vidalia* onions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5338–5342
- Selvamani, V., Ravikumarb, R., Suryanarayanana, V., Velayuthama, D., Gopukumarb, S. 2016. Garlic peel derived high capacity hierarchical N-doped porous carbon anode for sodium/lithium ion cell. *Electrochimica Acta*, 190 , 337–345.
- Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A., 2010. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT- Food Science and Technology*, 43(4), 708–714.
- Senevirathne M, Jeon YJ, Ha JH, Kim SH., 2009. Effective drying of citrus byproduct by high speed drying: a novel drying technique and their antioxidant activity. *J Food Eng* ;92:157–63.
- Serrem, C.A., Kock, H.L., & Taylor, J.R., 2011. Nutritional quality, sensory quality and consumer acceptability of sorghum and bread wheat biscuits fortified with defatted soy flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 74-83.
- Shad, M., Nawaz, H., Noor, M., Badar, H., Hussain, M., Choudhry, M., 2013. Functional properties of maize flour and its blends with wheat flour: Optimization of preparation conditions by response surface methodology. *Pakistan Journal of Botany*. 45. 2027-2035.

- Shiau, S. Y., Wu, M. Y., Liu, Y. L., 2015. The effect of pineapple core fiber on dough rheology and the quality of mantou. *Journal of food and drug analysis*, 23(3),493–500.
- Siddiq, M., Nasir, M., Ravi, R., Dolan, K.D., Butt, M., 2009. Effect of Defatted Maize Germ Addition on the Functional and Textural Properties Of Wheat Flour. *International Journal of Food Properties - INT J FOOD PROP.* 12.
- Sindhu, R., Gnansounou, E., Rebello, S., Binod, P., Varjani, S., Thakur, I. S., Nair, R. B., & Pandey, A. (2019). Conversion of food and kitchen waste to value-added products. *Journal of environmental management*, 241, 619–630.
- Singleton V. L., Rossi J. A., 1965, Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP-AES (Vartian-Vista). A Short Guide to Vista Series ICP-AES Operation, Variant Int. AG, Zug, Switzerland.
- Slimestad, R., Fossen, T., Vågen, I. M., 2007. Onions: A source of unique dietary flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(25), 10067–10080.
- Soccol, C.; Vandenberghe, L.; Medeiros, A. B. P.; Karp, S.; Buckeridge, M.; Ramos, L. 2010, Bioethanol from Lignocelluloses: Status and Perspectives in Brazil. *Bioresource Tech.* 101(10), 4820–4825.
- Someya, S., Yoshiki, Y., Okubo, K., 2002. Antioxidant compounds from banana (*Musa cavendish*). *Food Chem.* 79, 351–354.
- Spinei, M.; Oroian, M., 2022. The Influence of Extraction Conditions on the Yield and Physico-Chemical Parameters of Pectin from Grape Pomace. *Polymers*, 14, 1378.
- Šporin, M., Avbelj, M., Kovač, B., & Možina, S.S.,2018. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. *Food Science and Technology International*, 24, 251 - 263.

- Sroan, B. S., Bean, S. R., MacRitchie, F., 2009. Mechanism of gas cell stabilization in bread making. I. The primary gluten-starch matrix. *Journal of Cereal Science*, 49, 32e40.
- Stampfli, L., Nersten, B., Molteberg, E.L., 1996. Effects of emulsifiers on farinograph and extensograph measurements. *Food Chemistry* 57, 523–530.
- Stathopoulos, C.E., A.A. Tsiami, J. David Schofield and B.J. Dobraszczyk. 2008. Effect of heat on rheology, surface hydrophobicity and molecular weight distribution of glutens extracted from flours with different bread-making quality. *J. Cereal Sci.* 47(2):134-143.
- Su-Chen, H., Chun-Ting, K., 2014. Hesperidin, nobiletin, and tangeretin are collectively responsible for the anti-neuroinflammatory capacity of tangerine peel (*Citri reticulatae* pericarpium). *Food Chem. Toxicol.* 71, 176–182.
- Sud, D., Mahajan, G., Kaur, M. P., 2008. Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solutions - a review. *Bioresource Technology*, 99, 6017 - 6027.
- Sudha, M.L., Baskaran, V., Leelavathi, K., 2007. Food Chemistry Apple Pomace As a Source of Dietary Fiber and Polyphenols and Its Effect on the Rheological Characteristics and Cake Making, 104: pp. 686–692.
- Sun, L., Sun, J., Meng, Y., Yang, X., Guo, Y., 2017. Purification, characterization, antioxidant and antitumour activities of polysaccharides from apple peel pomace obtained by pre-pressing separation, *Int. J. Food Eng.* 759–768.
- Sun, Q., Gong, M., Li, Y. and Xiong, L., 2014, Effect of dry heat treatment on the physicochemical properties and structure of proso millet flour and starch, *Carbohydrate Polymers*, 110, 128-134.
- Szczesniak, A.S., 1963. Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28, 385-389.

- Tabiri, B., Agbenorhevi, J.K., Wireko-Manu, F.D., Ompouma, E.I., 2016. Watermelon Seeds as Food: Nutrient Composition, Phytochemicals and Antioxidant Activity. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5, 139.
- Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Barbi, R. C. T., Ribani, R. H., 2018. Sapucaia nut (*Lecythis pisonis* Cambess.) flour as a new industrial ingredient: Physicochemical, thermal, and functional properties. *Food research international* (Ottawa, Ont.), 109, 572–582.
- Terpstra, A.H., Lapre, J.A., Vries, H.T., Beynen, A.C., 2002. The hypocholesterolemic effect of lemon peels, lemon pectin, and the waste stream material of lemon peels in hybrid F1B hamsters. *Eur. J. Nutr.* 41 (1), 19–26.
- Thakur, B. R., Singh, R. K., Handa, A. K., 1997. Chemistry and uses of pectin- A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(1), 47–73.
- Theuwissen E, Mensink RP, 2008. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. *Physiol Behav*, 94:285-292.
- Torbica, A., Skrobot, D., Hajnal, E. J., Belovic, M., Zhang, N., 2019. Sensory and physico-chemical properties of wholegrain wheat bread prepared with selected food by-products. *LWT - Food Science and Technology* 114 – 108414.
- Tömösközi, S., R. Lásztity, R. Haraszi and O. Baticz. 2001. Isolation and study of the functional properties of pea proteins. *Nahrung*. 45(6):399-401.
- Umana, M., Wawrzyniak, P., Rossello, C., Llavata, B., Simal, S., 2021. Evaluation of the addition of artichoke by-products to O/W emulsions for oil microencapsulation by spray drying. *LWT - Food Science and Technology* 151:112146.
- Van Hung, P., Maeda, T. and Morita, N., 2007, Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution, *Food Research International*, 40 (2), 273-279.

- Ververi, M., Goula, A.M., 2019. Pomegranate peel and orange juice by-product as new biosorbents of phenolic compounds from olive mill wastewaters, *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification* 138:86–96.
- Vishwakarma, V. K., Gupta, J. K., Upadhyay, P. K., 2017. Pharmacological importance of *Cucumis melo* L.: An overview. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(3), 8–12.
- Viuda-Martos, M., López-Marcos, M. C., Fernández-López, J., Sendra, E., López-Vargas, J. H., Pérez-Álvarez, J. A., 2010. Role of fiber in cardiovascular diseases: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(2), 240–258.
- Vu, H.T., Scarlett, C.J., Vuong, Q.V., 2018. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. *Journal of Functional Foods*, 40, 238–248.
- Wang, H.X., Ng, T.B., 2003. Isolation of cucurmoschin, a novel antifungal peptide abundant in arginine, glutamate and glycine residues from black pumpkin seeds. *Peptide* 24:969–972
- Wang, J., Rosell, C.M., de Barber, C.B., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performances and bread quality. *Food Chemistry* 79, 221–226.
- Wang, L., Wang, J., Fang, L., Zheng, Z., Dexian, Z., Wang, S., Li, S., Ho, C.T., Zhao, H., 2014. Anticancer activities of citrus peel polymethoxyflavones related to angiogenesis and others. *Biomed. Res. Int.*
- Wang, X.; Kristo, E.; LaPointe, G. 2019. The Effect of Apple Pomace on the Texture, Rheology and Microstructure of Set Type Yogurt. *Food Hydrocoll.*, 91, 83–91.
- Wanga J., Rosella C.M., Barbera C.B., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79: 221–226.
- Wani, A. A., Sogi, D. S., Singh, P., Khatkar, B. S., 2015. Influence of watermelon seed protein concentrates on dough handling, textural and sensory properties of cookies. *J Food Sci Technol*, 52(4):2139–2147.

- Wani, A.A., Sogi, D.S., Singh, P., Shivhare, U.S., 2011a. Characterisation and functional properties of Watermelon (*Citrullus lanatus*) seed protein isolates and salt assisted protein concentrates. *Food Sci Biotechnol* 20:877–887
- Wani, A.A., Sogi, D.S., Singh, P., Wani, I.A., Shivhare, U.S., 2011b. Characterisation & functional properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed proteins. *J Sci Food Agric* 91:113–191.
- Waszczynskyj, N., Witte, G., Protzek, E., Sossela, R., Teixeira, P., 2001. Tecnologia para obtencao de fibras alimentares a partir de materias primas regionais. Experiencia do Brasil (pp. 237–243). In: F. Lajolo (Ed.), *Fibra dietetica en Iberoamerica. Tecnologia y salud. Obtencion, caracterizacion, efecto fisiogico y aplicacion en alimentos* (469 p).
- Wilderjans, E., Luyts, A., Goesart, H., Brijs, K., Delcour, J., 2010. A model approach to starch and protein functionality in a pound cake system. *Food Chemistry*, 120(1), 44–51.
- Wolfe, K.L., Liu, R.H., 2003 Apple peels as a value-added food ingredient, *J. Agric. Food Chem.* 51:1676–1683.
- Wu, M., Chang, Y., Shiau, S., Chen, C., 2020. Rheology of fiber-enriched steamed bread: Stress relaxation and texture profile analysis. *Journal of Food and Drug Analysis*.
- Xiao, F., Zhang, X., Niu, M., Xiang, X., Chang, Y., Zhao, Z., Xiong, L., Zhao, S., Rong, J., Tang, C., Wu, Y., 2021. Gluten development and water distribution in bread dough influenced by bran components and glucose oxidase. *LWT*. 137.
- Xu, J., Wang, W., Li, Y., 2019. Dough properties, bread quality, and associated interactions with added phenolic compounds: A review. *Journal of Functional Foods*.
- Yamsaengsung R., Schoenlechner R., Berghofer E., 2010. The effects of chickpea on the functional properties of white and whole wheat bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 610–620.

- Yang, X., Yang, S., Guo, Y., Jiao, Y., Zhao, Y., 2013. Compositional characterisation of soluble apple polysaccharides, and their antioxidant and hepatoprotective effects on acute CCl<sub>4</sub>-caused liver damage in mice, *Food Chem.* 138:1256–1264.
- Yates M., Ramos M., Martin-luengo M.A., Maria A., Serrano M., Zurdo V., 2017. MultivalORIZATION of apple pomace towards materials and chemicals. Waste to wealth, *J. Clean. Prod.* 143:847–853,
- Yeoh, S. Y. , Alkarkhi, A. F. , Ramli, S. B. , Easa, A. M., 2011. Effect of cooking on physical and sensory properties of fresh yellow alkaline noodles prepared by partial substitution of wheat flour with soy protein isolate and treated with cross-linking agents. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(4), 410–417.
- Yılmaz, V. A., 2012, Siyez (*Triticum monococcum*, L.) ve durum (*Triticum durum*) buğdaylarının kalite, biyoaktif bileşenler ve antioksidan aktivitedeki değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yi, J., Kerr, W.L., 2009. Combined effects of freezing rate, storage temperature and time on bread dough and baking properties. *Lwt - Food Science and Technology*, 42, 1474-1483.
- Yuan, Z., Fang, Y., Zhang, T., Fei, Z., Han, F., Liu, C., et al. (2018). The pomegranate (*Punica granatum* L.) genome provides insights into fruit quality and ovule developmental biology. *Plant Biotechnology Journal*, 16(7), 1363–1374.
- Zema, D. A., Calabró, P. S., Folino, A., Tamburino, V., Zappia, G., & Zimbone, S. M., 2018. Valorisation of citrus processing waste: A review. *Waste Management*, 80, 252–273.
- Zhang, L., Cheng, L., Jiang, L., Wang, Y., Yang, G., He, G., 2010. Effects of tannic acid on gluten protein structure, dough properties and bread quality of Chinese wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(14), 2462–2468.

- Zhang, W., Sun, C., He, F., Tian, J., 2010. Textural characteristics and sensory evaluation of cooked dry Chinese noodles based on wheatsweet potato composite flour. *International Journal of Food Properties*, 13, 294–307
- Zhang, Y., Sun, Y., Zhang, H., Mai, Q., Zhang, B., Li, H., Deng, Z., 2020. The degradation rules of anthocyanins from eggplant peel and antioxidant capacity in fortified model food system during the thermal treatments, 2020/12/01/ *Food Bioscience*, 38, Article 100701.
- Zhao, X., Haitao, Z., Zhang, G., Tang, W., 2015. Effect of superfine grinding on the physicochemical properties and antioxidant activity of red grape pomace powders. *Powder Technology*, 286, 838-844.
- Zhu, X., Tao, H., Wang, Xu, X., 2023. Impact of water soluble arabinoxylan on starch-gluten interactions in dough, *LWT Volume* 173, 114289.
- Zlatanović, S., Ostojic, S., Micić, D., Rankov, S., Dodevska, M.S., Vukosavljević, P.V., & Gorjanović, S., 2019. Thermal behaviour and degradation kinetics of apple pomace flours. *Thermochimica Acta*.
- Zweifel, C., Handschin, S., Escher, F., Conde-Petit, B., 2003. Influence of hightemperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta. *Cereal Chemistry*, 80(2), 159–167.

**EKLER**

**EK-1** Gıda endüstrisi yan ürünü tozu ilaveli ekmek örnekleri dış görünüşü



**Üst sıra sırasıyla;** kontrol, %5 karpuz, %5 portakal, %5 elma, %5 üzüm, %5 muz  
**Alt sıra sırasıyla;** kontrol, %10 karpuz, %10 portakal, %10 elma, % 10üzüm, %10 muz

**EK-2 Gıda endüstrisi yan ürünü tozu ilaveli ekmek örnekleri iç görünüşü**

**Üst sıra sırasıyla; kontrol, %5 karpuz, %5 portakal, %5 elma, %5 üzüm, %5 muz**  
**Alt sıra sırasıyla; kontrol, %10 karpuz, %10 portakal, %10 elma, %10 üzüm, %10 muz**

**EK- 3** Gıda endüstrisi yan ürünü tozu ilaveli makarna örnekleri

**Üst sıra sırasıyla;** kontrol grubu, % 5 karpuz, % 5 portakal, % 5 elma, % 5 üzüm, % 5 muz

**Alt sıra sırasıyla;** % 10 karpuz, % 10 portakal, % 10 elma, % 10 üzüm, % 10 muz