

KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEK YAPIMINDA KULLANILAN *TRİTİCUM SPELT* UNU VE  
AHLAT ARMUT UNUNUN SOMUN EKMEĞİN KARAKTERİSTİK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS

Ayşe YÜRÜK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

OCAK 2024



KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEK YAPIMINDA KULLANILAN *TRİTİCUM SPELT* UNU VE  
AHLAT ARMUT UNUNUN SOMUN EKMEĞİN KARAKTERİSTİK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe YÜRÜK  
(200871203)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah BADEM  
Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nazlı ŞAHİN

OCAK 2024



## TEZ ONAYI

Ayşe Yürük tarafından hazırlanan ekmek yapımında kullanılan *Triticum spelt* unu ve ahlat armutunun somun ekmeğinin karakteristik özelliklerine etkisinin belirlenmesi adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda (**YÜKSEK LİSANS TEZİ**) olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

İkinci Danışman:

(Dr. Öğr. Üyesi, Abdullah BADEM) (Dr. Öğr. Üyesi Nazlı ŞAHİN)

Jüri Üyeleri

İmza:

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah BADEM

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KOYUNCU

Dr. Öğr. Üyesi Ali CİNGÖZ

Tez Savunma Tarihi: 18.01.2024

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Murat MAYDA**  
**Enstitü Müdürü**



## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

**(Ayşe YÜRÜK)**







*Biricik aileme,*



## ÖNSÖZ

Araştırma konusu seçiminde ve tez çalışmam boyunca bana yol gösteren ve her zaman bilgi ve tecrübeleriyle büyük katkı sağlayan danışman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Abdullah BADEM ve Dr. Öğr. Üyesi Nazlı ŞAHİN'e sonsuz teşekkür ederim.

Tezimin değerlendirilmesine önemli katkı sağlayan jüri üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KOYUNCU ve Dr. Öğr. Üyesi Ali CİNGÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmalarımın her aşamasında beni her konuda destekleyen annem, babam, abim, kardeşim ve değerli büyüklerime çok teşekkür ederim.

Rasayana Organik Tarım Tic. A. Ş.'ye katkıları için teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yapılabilmesi için destek veren Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Projeleri Koordinatörlüğü Birimine (Proje no: 10.YL.22) teşekkür ederim.

Ocak 2024

Ayşe YÜRÜK  
(Gıda Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                               |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖNSÖZ.....                                                                    | ix    |
| İÇİNDEKİLER....                                                               | xi    |
| KISALTMALAR .....                                                             | xiii  |
| SEMBOLLER....                                                                 | xv    |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                                                          | xvii  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                            | xix   |
| ÖZET.....                                                                     | xxi   |
| ABSTRACT.....                                                                 | xxiii |
| 1. GİRİŞ.....                                                                 | 1     |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ .....                                                      | 3     |
| 2.1.Buğday Çeşitleri .....                                                    | 3     |
| 2.1.1 Atalık buğdaylar.....                                                   | 3     |
| 2.1.2 Modern buğdaylar .....                                                  | 6     |
| 2.2 Ekmek Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Etkileri.....                         | 9     |
| 2.3 Kompozit Unlar ve Tahıl Ürünlerinin Fonksiyonel Olarak Zenginleştirilmesi | 11    |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                    | 17    |
| 3.1 Materyal .....                                                            | 17    |
| 3.2 Metot .....                                                               | 18    |
| 3.2.1 Deneyisel tasarım .....                                                 | 18    |
| 3.2.2 Ekmek üretimi.....                                                      | 18    |
| 3.2.3 Ekmek hamurunda yapılan termo-reolojik özellik analizi.....             | 19    |
| 3.2.4 Hammaddelerde ve ekmek örneklerinde analizler.....                      | 19    |
| 3.2.4.1 Renk tayini .....                                                     | 19    |
| 3.2.4.2 Ekmek ağırlığı, hacmi ve pişme kaybı tayini.....                      | 19    |
| 3.2.4.3 Kimyasal analizler.....                                               | 20    |
| 3.2.4.4 Ekmek iç doku özelliklerinin belirlenmesi (TPA analizi).....          | 22    |
| 3.2.4.5 Duyusal değerlendirme .....                                           | 22    |
| 3.2.5 İstatistiksel analizler.....                                            | 22    |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....                                                  | 23    |
| 4.1 Hammadde Analiz Sonuçları .....                                           | 23    |
| 4.2 Hamur Reoloji Özellikleri.....                                            | 24    |
| 4.3 Ekmek Analiz Sonuçları.....                                               | 28    |
| 4.3.1 Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk değerlerine ait sonuçlar.....            | 28    |
| 4.3.2 Ekmek ağırlığı, hacmi ve pişme kaybına ait sonuçlar .....               | 30    |
| 4.3.3 Ekmek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları .....                   | 34    |
| 4.3.4 Ekmek tekstür değerlerine ait sonuçlar .....                            | 40    |
| 4.3.5 Ekmek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları .....                    | 45    |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....                                                     | 47    |
| 5.1 Sonuçlar.....                                                             | 47    |
| 5.2 Öneriler.....                                                             | 49    |
| KAYNAKLAR....                                                                 | 50    |
| EKLER.....                                                                    | 56    |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                 | 61    |



## KISALTMALAR

|             |                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------|
| <b>TK</b>   | : Toplam karbonhidrat                                  |
| <b>DPPH</b> | : 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil                         |
| <b>TEAC</b> | : Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite                |
| <b>ABTS</b> | : 2,2-azinobis (3-etilbenzothiazollin-6-sulfonik asit) |
| <b>GAE</b>  | : Gallik asit eşdeğeri                                 |
| <b>MEB</b>  | : Milli Eğitim Bakanlığı                               |
| <b>MKU</b>  | : Mango kabuğu unu                                     |
| <b>MÇU</b>  | : Mango çekirdeği unu                                  |
| <b>MÖ</b>   | : Milattan önce                                        |





## SEMBOLLER

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| <b>B<sub>1</sub></b>  | : Tiamin              |
| <b>B<sub>2</sub></b>  | : Riboflavin          |
| <b>B<sub>3</sub></b>  | : Niasin              |
| <b>cm<sup>3</sup></b> | : Santimetreküp       |
| <b>µm (µ)</b>         | : Mikrometre          |
| <b>µL</b>             | : Mikrolitre          |
| <b>nm</b>             | : Nanometre           |
| <b>NM</b>             | : Newtonmetre         |
| <b>ml</b>             | : Mililitre           |
| <b>Fe</b>             | : Demir               |
| <b>Mg</b>             | : Magnezyum           |
| <b>Zn</b>             | : Çinko               |
| <b>Cu</b>             | : Bakır               |
| <b>°C</b>             | : Santigrat derece    |
| <b>g</b>              | : gram                |
| <b>ppm</b>            | : mg/kg               |
| <b>kcal</b>           | : Kilokalori          |
| <b>dak</b>            | : Dakika              |
| <b>dev/dak</b>        | : devir/dakika        |
| <b>HCL</b>            | : Hidroklorik asit    |
| <b>N</b>              | : Azot                |
| <b>mMOL</b>           | : Milimol             |
| <b>L*</b>             | : Açıklık             |
| <b>a*</b>             | : Kırmızılık-yeşillik |
| <b>b*</b>             | : Sarılık-mavilik     |



## ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

|                                                                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Çizelge 3.1:</b> Ekmek üretiminde kullanılan formülasyon tablosu.....                                                                       | <b>19</b> |
| <b>Çizelge 4.1 :</b> Hammaddelerin renk özellikleri ve kimyasal bileşimi.....                                                                  | <b>24</b> |
| <b>Çizelge 4.2 :</b> Farklı oranlarda <i>Triticum spelt</i> ve armut unu ilaveli un karışımlarının miksolab sonuçları.....                     | <b>26</b> |
| <b>Çizelge 4.3 :</b> Farklı oranlarda <i>Triticum spelt</i> ve armut unu ilaveli un karışımlarının Chopin protokol+ indeks tipi sonuçları..... | <b>27</b> |
| <b>Çizelge 4.4 :</b> Ekmeklerin renk değerleri.....                                                                                            | <b>29</b> |
| <b>Çizelge 4.5 :</b> Ekmeklerin pişme kaybı ve hacim değerlerine ait sonuçlar.....                                                             | <b>31</b> |
| <b>Çizelge 4.6 :</b> Ekmeklerin kimyasal analiz sonuçları.....                                                                                 | <b>38</b> |
| <b>Çizelge 4.7 :</b> Ekmeklerin biyoaktif bileşen sonuçları.....                                                                               | <b>39</b> |
| <b>Çizelge 4.8 :</b> Ekmek örneklerine ait ilk gün (üretimden 2 saat sonra) tekstür analiz sonuçları.....                                      | <b>42</b> |
| <b>Çizelge 4.9 :</b> Ekmek örneklerine ait ikinci gün (24 saat sonra) tekstür analiz sonuçları.....                                            | <b>43</b> |
| <b>Çizelge 4.10 :</b> Ekmek örneklerine ait üçüncü gün (72 saat sonra) tekstür analiz sonuçları.....                                           | <b>44</b> |
| <b>Çizelge 4.11 :</b> Ekmeklerin duyuusal değerlendirme sonuçları.....                                                                         | <b>46</b> |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

- Şekil 3.1 :** Ahlat armudu öğütme işlemi. .... 17
- Şekil 4.1 :** 1, 2 ve 3 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %100, %95, %90; *Triticum spelt* %0, %0 %0; armut unu %0, %5, %10)..... 32
- Şekil 4.2 :** 4, 5 ve 6 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %75, %70, %65; *Triticum spelt* %25, %25 %25; armut unu %0, %5, %10)..32
- Şekil 4.3 :** 7, 8 ve 9 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %50, %45, %40; *Triticum spelt* %50, %50 %50; armut unu %0, %5, %10)..33
- Şekil 4.4 :** 10, 11 ve 12 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %25, %20, %15; *Triticum spelt* %75, %75 %75; armut unu %0, %5, %10). .... 33
- Şekil 4.5 :** 13, 14 ve 15 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %0, %0, %0; *Triticum spelt* %100, %95 %90; armut unu %0, %5, %10)... 33



**ÖZET**  
**Yüksek Lisans**

**EKMEK YAPIMINDA KULLANILAN *TRİTİCUM SPELT* UNU VE  
AHLAT ARMUT UNUNUN SOMUN EKMEĞİN KARAKTERİSTİK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Ayşe YÜRÜK**

**Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah BADEM  
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nazlı ŞAHİN**

**Ocak, 2024, 87 sayfa**

Bu çalışmada, ekmek üretimleri için yer değiştirme prensibi ile antik buğdaylardan *Triticum spelt* (spelt) unu 5 farklı oranda (%0, %25, %50, %75 ve %100) ve ahlat armut unu 3 farklı oranda (%0, %5,0 ve %10,0) kullanılarak, 15 farklı ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. Karışımların termo-reolojik özellik analizleri miksolab cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Üretilen ekmeklerde fiziksel (renk, pişme kaybı, hacim), kimyasal (nem, kül, yağ, protein, toplam karbonhidrat, toplam fenolik madde, DPPH antioksidan kapasite ve Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC), tekstürel (sertlik, elastikiyet, iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve esneklik) ve duyu analizler (renk, tat, koku-aroma, hacim, ekmek iç gözenek homojenliği, sertlik ve genel beğeni) gerçekleştirilmiştir. Ekmek kabuk rengi ve ekmek iç renginde L\* değeri spelt ve armut ilavesi oranlarının artması ile azalırken, a\* değeri ise artmıştır. Ekmek kabuk rengi ve ekmek iç renginin b\* değerleri ise spelt unu ilavesi ile artmış, armut unu oranı arttıkça azalmıştır. Ekmek pişme kaybı %11,09-13,82 arasında değişim göstermiştir. Üretilen ekmeklerde spelt ve armut unları ilavesiyle ekmek hacimlerinde önemli bir azalma belirlenmiştir (p<0,05). Spelt ve armut unu ilavesi ile ekmek örneklerinin kül ve yağ içerikleri artmış, protein içerikleri ise spelt unu oranı ile artarken, armut ununun artması ile azalmıştır. Ekmek örneklerinde toplam karbonhidrat oranı %66,80-78,56 arasında değişim göstermiştir. Hem spelt hem de armut ununun en yüksek olduğu ekmek formülasyonunda en düşük (%66,80) toplam karbonhidrat hesaplanmıştır. Spelt ve armut unu ilave oranlarının artışı ile ekmeklerin toplam fenolik madde, DPPH antioksidan kapasite ve TEAC değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Ekmeklere spelt ve armut unları ilavesi tekstürel ve duyu özelliklerini önemli derecede etkilemiştir (p<0,05). Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, genel puanlamada, en çok beğenilen ekmek örnekleri %5 armut unu içerenler olmuştur. Ekmeklik buğday unu-armut unu (%95-%5) ile ekmeklik buğday unu- armut unu- spelt unu (%70-%5-%25) karışımları, fonksiyonel tatlı ekmek üretimi için uygun formülasyonlar olarak belirlenmiştir. Antik buğdaylardan spelt unu ve meyve unlarından da armut unu ilavesi ile tüketicilerin tercih edebileceği daha besleyici; fonksiyonel ve "tatlı ekmek" üretilebileceği belirlenmiş; armut unu ilavesinin ekmeklerde bayatlamayı geciktirici etki sağladığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ekmek, *Triticum spelt*, ahlat armudu, tatlı ekmek, fonksiyonel.



## ABSTRACT

MsThesis

### DETERMINATION OF THE EFFECT OF TRITICUM SPELT FLOUR AND PEAR FLOUR USED IN BREAD MAKING ON THE CHARACTERISTICS OF LOAF BREAD

Ayşe YÜRÜK

Karamanoğlu Mehmetbey University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Abdullah BADEM

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nazlı ŞAHİN

January, 2024, 87 pages

This study evaluated the feasibility of substituting Triticum spelt flour (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%) and ahlat pear flour (0%, 5%, and 10%) to enhance the bread's flavor in production. The thermo-rheological properties of fifteen distinct bread formulations were assessed through the use of Mixolab. The bread's physical, chemical, textural, and sensory properties were also evaluated. The research revealed that the L\* value in the bread crust and crumb color decreased as the proportion of spelt and ahlat pear flour increased, while the a\* value increased. The addition of spelt flour increased the b\* values of the crust and crumb color of the bread, whereas the proportion of ahlat pear flour had the opposite effect. The baking loss of the bread samples varied from 11.09% to 13.82%. Incorporating spelt and ahlat pear flour significantly reduced the bread's volume, with statistical significance ( $p < 0.05$ ). Additionally, the bread samples' ash and fat content increased with spelt and ahlat pear flour. Conversely, the protein content increased with an increase in the ratio of spelt flour, while it decreased with an increase in the proportion of ahlat pear flour. The total carbohydrate content in the bread samples ranged from 66.80% to 78.56%. Notably, the bread formulation with the highest amount of spelt and pear flour recorded the lowest total carbohydrate content at 66.80%. Incorporating spelt and ahlat pear flour into bread can significantly improve its nutritional and functional properties and its overall appeal to consumers. The study demonstrated a substantial difference in the total phenolic substance, DPPH antioxidant capacity, and TEAC values as spelt and ahlat pear flour rates in the bread increased. Additionally, the inclusion of these ingredients had a significant impact on the texture and sensory characteristics of the bread ( $p < 0.05$ ). According to the sensory evaluation result, in the overall scoring, the most liked bread samples were those containing 5% pear flour. Bread wheat flour-pear flour (95%-5%) and bread wheat flour-pear flour spelt flour (70%-5%-25%) mixtures were determined as suitable formulation for the production of functional sweet bread. Overall, these findings suggest that adding spelt and ahlat pear flour to bread can produce a more nutritious, sweeter, and appealing. Also, it has been observed that the addition of pear flour has a delaying effect on bread staling.

**Keywords:** Bread, *Triticum spelt*, ahlat pear, sweet bread, functional



## 1. GİRİŞ

Ucuz ve doyurucu olan ekmek fazla tüketilen bir tahıl ürünüdür. Mayalı olan ekmeklerin demir, çinko, bakır gibi mineral emilimleri kolaydır ve besleyici özelliği de yüksektir. Ekmeğin karbonhidratça zengin olması insan vücudu için gerekli olan temel enerji kaynağı olmasında önemli rol oynamaktadır (Postoğlu, 2018). Ekmek proteince et ve süt ürünlerine göre düşük olsa da yüksek proteinli gıdalarla tüketildiğinde insan beslenmesinde daha yararlı hale gelmektedir. Ekmek hem doyurucu olması hem de maliyetinin düşük olması sebebiyle zenginleştirmede kullanımı yaygın bir gıda maddesidir (Yılmaz, 2017).

Günümüzde kalp damar hastalıkları ve obezite gibi sağlık sorunlarının artmasıyla tüketicilerin sağlıklı beslenme bilinci oluşmuş ve fonksiyonel gıdalara ilgi artmıştır. Tüketicilerin sağlıklı beslenme bilinci arttıkça gıda üreticileri de gıda zenginleştirme ve fonksiyonel gıdalarla ilgili çalışmalara yönelmiştir. Fonksiyonel gıdalar; temel besin ögesi olmayıp insan sağlığına ekstra faydalar sağlayan ve hastalıklardan korunmada etkili rol oynayan gıda veya gıda bileşenleri olarak tanımlanabilir (Dayısoylu ve diğerleri, 2014).

Kompozit unlar meyve ve sebze unları ve buğday unu ile karışım yapılan veya unu yapılmayan unlu mamullerinin üretiminde kullanılmaktadır. İnsan beslenmesindeki besin öğelerinin artırılması amacı ile hazırlanan bu karışımlara "kompozit un" denmektedir (Aydın, 2020).

Latince adı *Pyrus elaeagrifolia subsp. elaeagrifolia* Pall. olan iğde yapraklı yabani armut; 600'den fazla çeşidi olan *Rosaceae* familyasından olan ahlat armudunun karoten, tanen, şeker, meyve asidi, pektin, C ve B vitamini ve fenolik bileşiklerce zengin olduğu bilinmektedir. Geleneksel tıpta kullanılan bu meyve ishal ve diş eti tedavisinde, göz ve böbrek hastalıklarında ve yılan sokması sonucu zehirlenmelerin detoksifikasyonunda kullanılmaktadır. Ülkemizde farklı bölgelerde bu meyvenin turşu, pekmez ve reçeli de yapılmaktadır. Literatür incelendiğinde, ahlat armudu fırıncılık ürünlerinde kullanılmış olup ilave edildiği ürünü fenolik bileşikler ve

antioksidanca zenginleştirdiği tespit edilmiştir (Murathan ve diğerleri, 2019; Tüysüz ve diğerleri, 2021).

Günümüzde tüketici bilincinin artmasıyla yerel buğdaylara ilgi artırmış ve ekmek yapımında kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu amaçla kullanılan buğdaylardan bir tanesi de *Triticum spelt* buğdayıdır. *Triticum spelt* buğdayı yüksek protein, fitokimyasallar ve lif içeriklerinden dolayı başta ekmek olmak üzere içeriği zenginleştirilmiş fırıncılık ürünleri üretilebilmektedir. Bu buğday, %5,7-9,1 lif, %14,7-17 protein, %62-67 karbonhidrat, %2,1-2,7 yağ ve çeşitli vitamin-mineraller içermektedir (Yüksel, 2019). Alman buğdayı ve dinkel buğdayı olarak da bilinmektedir. Ekmeklik buğday ile yapılan ekmek ile spelt buğdayından yapılan ekmek kıyaslandığında ekmeğin iç gözenek yapısı ve hacmi birbirine yakın bulunmuş ve duysal olarak da tüketiciler açısından tercih edilebilir bulunmuştur (Tokaç Er ve Yabancı Ayhan, 2023).

Bu çalışmada, 5 farklı oranda *Triticum spelt* unu (%0, %25, %50, %75 ve %100), 3 farklı oranda armutunun (%0, %5,0 ve %10,0) buğday unu ile yer değiştirilerek beyaz ekmek üzerine etkileri incelenmiştir. Üretilen ekmeklerde fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duysal analizler gerçekleştirilmiştir. Teknolojik, fonksiyonel ve duysal özellikleri geliştirilmiş bir ekmek üretimi amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Buğday Çeşitleri

#### 2.1.1 Atalık buğdaylar

Buğday ve insan arasındaki ilişkinin "Verimli Hilal" olarak bilinen Güneydoğu Anadolu, Mezopotamya bölgesinde 14 bin yıl önce başladığı düşünülmektedir. İnsanın yerleşik yaşama geçişi buğdayın yetiştirilmesini de önemli kılmıştır. Bereketi simgeleyen buğday kutsal kabul edilmektedir (Cankurtaran Kömürcü, 2021). Arkeolojik çalışmalarda, ilk kentleşmenin görüldüğü Mezopotamya'da, buğday evcilleştirilmesi yani kültüre alınması önemli hale gelmiştir. İnsanların farklı yerlere taşınmasıyla beraber buğday da taşınmıştır. Buğday 14 bin yıldır fazlaca değişime uğradığından, bu değişikliklerin sayısı, çeşit ve türler de göz önünde bulundurulduğunda, milyonları bulmaktadır (Yıldız ve Özkaya, 2019).

Günümüzden yaklaşık 330-500 bin yıl öncesinde yabani çim bitkisi (*Aegilops spaldoides*,  $2n=14$ , BB genomik formülü) ve yabani diploid buğdayı (*Triticum urartu*,  $2n=104$ , AuAu genom formülü) doğal melezlenme ile kromozomları katlanarak yabani emmer (gernik) (*Triticum dicoccoides*,  $2n=28$ , AuAuBB genomik formüllü) adındaki buğdayı oluşturmuşlardır. İnsanoğlunun yerleşik düzene geçmesiyle birlikte kültürü ilk yapılan buğday formlarının diploid formdaki einkorn ( $2n=14$ , AA genomlu) ve tetraploid formdaki emmer (gernik) ( $2n=28$  AABB genomu) olduğu tespit edilmiştir. Bu buğdaylar tarımın gelişip yaygınlaşmasına önemli rol oynamışlardır ve gen merkezlerinin ise Türkiye'de Güney Doğu Anadolu Bölgesi (Diyarbakır-Karacadağ) olduğu bilinmektedir. Milattan önce 7000-9000 yıllarında emmer buğday türü doğal süreçte keçi çimi olarak isimlendirilen diploid (*Aegilops tauschii*,  $2n=14$  kromozoma sahip DD genomik formüllü) ile melezlenmesi sonucunda kromozomları katlanarak spelt buğdayını (*Triticum spelta*,  $2n=42$ , AABBDD genomik formüllü) oluşturmuşlardır. Emmer ve spelt buğdayları yaklaşık 8500 yıl kadar önce doğal mutasyona uğramışlardır ve bunun sonucunda kavuzlu formları kolay harmanlanabilir forma dönüşmüştür. Sonuçta, doğal ve yapay seleksiyonlar ile modern ıslah çeşitleri oluşarak ülkemizdeki yabani çıplak taneli kültür formları meydana gelmiştir. Binlerce yıldır oluşan melezlenmeler, doğal etkileşimler geçirerek meydana gelmiştir (Atak, 2017).

Yabani buğdayların kültüre alınma süresince fizyolojik ve morfolojik özellikleri hem doğal hem de doğal olmayan değişikliğe uğramıştır. Harmanlanabilme ve başak kırıcılığı özellikleri bu değişikliklerden başlıca olanlardır. *Triticum boeoticum* başak kırma özelliğine sahiptir ve *Triticum monococcum* türüne bir geçişi olmuştur. *Triticum dicoccoides* türü ise *Triticum dicoccum* türüne geçmiştir. Kromozom sayılarına göre *Triticum* cinsi üç gruba ayrılır. Bunlar; diploid ( $2n=14$ ), tetraploid ( $2n=28$ , makarnalık buğday), hekzaploid ( $2n=42$ , ekmeklik buğday)'dir. Diploid kromozomu  $2n=14$ , AA yapısındadır. Tetraploid  $2n=28$ , AABB genomlarını içerirken, hekzaploid  $2n=42$ , AABBDD genomlarını içerir ve bunların kromozom takımlarının her biri farklı bir yabani türde bulunmaktadır (Aktaş ve diğerleri, 2018).

*Triticum* ailesine ait olan buğday, mevsim olarak hem yazın hem de kışın yetiştirilebilmektedir (Öztürk, 2018). Tahıl ve ürünleri besleyici olması sebebiyle insanoğlu için önemli bir besin maddesi olmuştur. Buğday, dünyada en çok üretimi yapılan tahıllar arasındadır. Buğdaylar; antik buğdaylar ve modern buğday çeşitlerinden oluşmaktadır. Antik buğdayların günümüzde hala bazı bölgelerde tarımı yapılabilmektedir. Antik buğdaylar; spelt (*Triticum spelt*), kavlca (*Triticum dicoccum*) ve siyez (*Triticum monococcum*) olarak örneklendirilebilir. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*), makarnalık buğday (*Triticum durum*) ve bisküvilik buğday (*Triticum compactum*) ise en yaygın üretilen modern buğdaylara örnek verilebilir (Yılmaz, 2021).

Antik buğday; antik uygarlıkların yetiştirmiş olduğu yüzlerce yıl genetik modifikasyona uğramadan kalabilmiş buğday türleri şeklinde tanımlanabilir (Yılmaz, 2021). *Triticum* ve *Aegilops* (çim bitkisi) cinsleri yabani ve kültürü yapılan buğdaylardır (Cankurtaran Kömürcü, 2021). Yapılan arkeolojik çalışmalar buğday öğütme sorunlarının yanında insanların, ağız ve diş iskelet yapılarından diş aşınma sorunları yaşadıklarını düşündürmektedir. İnsanlar tahıl öğütme işlemini kolaylaştırmak için M.Ö 1100-9300 yılları arasında tahıl kavurma yerleri yaparak sindirimi kolaylaştırmayı amaçlamışlar (Yılmaz, 2021).

Son zamanlarda tüketici bilincinin artmasıyla yerel buğdaylara ilgi artmış ve ekmek yapımında kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu buğdaylardan bir tanesi de *Triticum spelt* buğdayıdır. *Triticum spelt* buğdayı yüksek protein, fitokimyasallar ve lif içeriklerinden dolayı başta ekmek olmak üzere içeriği zenginleştirilmiş fırıncılık ürünlerinde kullanılabilmektedir. Bu buğday, %5,7-9,1 lif, %14,7-17 protein, %62-

67 karbonhidrat, %2,1-2,7 yağ ve çeşitli vitamin- mineraller içermektedir (Yüksel, 2019). Spelt unundaki glüten daha az elastik olmasından dolayı bu undan yapılan hamurlar daha zayıf özellik göstermektedir. Scehober ve diğerleri (2006)'da yaptıkları çalışmada bunun sebebini, spelt unundaki düşük glütenin ve yüksek gliadin oranı olduğunu belirtmişlerdir. Bojnanska ve Francokava (2002), modern buğday ununa kavılca unu karışımı ile hazırlanan ekmeklerin hacminin iyi olduğunu, güçlü bir koku içerdiğini, özel bir tada sahip olduğunu ve tazeliğini uzun süre koruyabildiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada, spelt unu yaş glüten içeriği %41,0 bulunurken, ekmeklik buğday unu yaş glüten içeriği %31,55 olduğu belirlenmiş ve içeriği fazla olmasına rağmen şişme analizinde glüten kalitesi düşük çıkmıştır. Ekmeklik buğday unu 18 cm<sup>3</sup> çıkarken kavılca unu 6 cm<sup>3</sup> çıkmıştır. Bu durum, spelt buğday glüteninin çok az esnek olmasına bağlanmıştır (Bojnanska ve Francokava, 2002; Scehober ve diğerleri, 2006; Yüksel, 2019).

Glüten içeriği ve yaş glüten pişirme kalitesi açısından önemli bir parametredir. Spelt unu, ekmeklik unu ile karşılaştırıldığında glüten içeriği daha yüksek olmasına rağmen daha az esnektir (Moudry ve Vlasak, 1996; Stehno ve diğerleri, 1998). Bu sebeple, spelt ekmek hacminin daha düşük olduğu belirtilmiştir. Spelt unu, ekmeklik una göre daha az esnediği için (Adbel ve diğerleri, 1998) spelt ununun ekmeklik un ile karıştırılarak kullanılması önerilmiştir. Ekmeklik buğday glüteninin kalitesi şişmesine bağlıdır. Şişme kabiliyeti iyi olan buğdaylardaki şişme değeri 13 ml iken *Triticum spelt* buğdayında bu değer 4-13 ml arasında değişmektedir (Bojnanska ve Francakova 2002).

Armentia ve diğerlerinin (2012)'de buğday alerjisi olan hastaları spelt buğdayının nasıl etkilediğine dair gerçekleştirilen çalışmaya göre, spelt buğdayının buğday alerji sorunu yaşayan kişilerin tüketebileceği antik bir buğday türü olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar, yetersiz olmakla birlikte antik buğdayların kardiyovasküler sistem üzerinde pozitif etkisi olduğu belirtilmektedir (Şenoğlu, 2019). Glüten proteinine maruz kalındığında gelişen bir immün hastalık olan çölyak hastalığının antik buğdaylarla ilişkisinin incelenmesi için yapılan çalışmaların yetersizliği sebebiyle farklı sonuçlar alınmaktadır. Cresci ve Escuro (2016), çölyak hastalarının kamut buğdayı ve spelt buğdayını da diyetlerinden çıkarmaları gerektiği kanısına varmışlardır.

Ekmeklik buğday ile kıyaslandığında spelt buğdayı mantar ve hastalıklara karşı daha dirençli olduğundan daha az gübrelemeye ve daha az herbisit ve pestisit kullanımına ihtiyaç duyar. Spelt buğdayının ekmeklik buğdaya oranla daha fazla doymamış yağ asidi ve lipit içerdiği ancak daha az protein içerdiği tespit edilmiştir (Şenoğlu, 2019). Ekmeklik buğdaylarda yapılan ekmek ile spelt buğdayından yapılan ekmek kıyaslandığında ekmeğin iç gözenek yapısı ve hacmi birbirine yakın bulunmuş ve duysal olarak da tüketiciler tarafından tercih edilebilir bulunmuştur (Tokaç Er ve Yabancı Ayhan, 2023). Zielinski ve diğerleri (2008)'de spelt ekmeği ve buğday ekmeği üretimi gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, spelt ekmeğinin toplam flavonoid, toplam fenolik bileşik ve indirgenmiş glutatyon oranlarını buğday ekmeği ile benzer bulmuşlardır. Tokoferol ve tokotrienel seviyeleri ise buğday ekmeğine göre iki kat daha düşük seviyede çıkmıştır (Şenoğlu, 2019).

### **2.1.2 Modern buğdaylar**

Buğdayın besinsel değerini ve verimliliğini artırmak için ıslah çalışmaları yapılmıştır. Çevresel faktörler, zararlılar ve hastalıklara hassasiyet artırılırken, kültür formlarındaki genetik çeşitlilik azaltılmıştır (Aktaş ve diğerleri, 2017). Antik buğdaylar ve ıslah buğdayları kıyaslanmış ve ıslah edilen buğdayların mikro elementleri daha az içerdiği tespit edilmiştir. Akçura ve diğerlerinin (2013)'te yaptıkları araştırmaya göre, modern buğdaylarda azotlu gübre artması sebebiyle verim artarken, Fe, Zn, Mg, Cu gibi minerallerin azaldığını tespit etmişlerdir (Akçura ve diğerleri, 2013; Yılmaz, 2021).

Endüstriyel tarımın hedefi verimliliği artırarak kâr sağlamaktır. Bu durum fosfor ve azotu önemli hale getirmiş ve sentetik gübre kullanımını artırmıştır. Türkiye'de ise gıdanın kalitesi önemsense de diğer ülkelerde olduğu gibi verimlilik ön plana çıkmaktadır. Türkiye'de ilk kez 1963'te 308 sayılı "Tohumluk Kanunu" çıkarılsa da yeni oluşumların gerçekleşmesi sebebiyle ihtiyaç dâhilinde birçok değişiklik yapılmıştır (Yılmaz, 2021). Gelişmiş ülkelerin 1948-1951 yıllarında Marshall Planı ile beraber gelişmekte olan ülkelere yardım yapmaları, tarım alanında dönüşümlere sebep olmuştur. Böylece, ürün verimi artarak üretimde tek tipleşme gerçekleşmiş, gübre ve kimyasal ilaç kullanımı yaygınlaşmıştır. Bütün bunlar yeşil devrim adındaki süreci hızlandırmıştır (Yıldız ve Özkaya, 2019). 1960'lı yılların başında Yeşil Devrim'le beraber Norman Borlaug tarafından kullanılmış olan bir Japon buğdayı

olan Norin10'dan alınan cücelik genleri (Rht) buğday geliştirmede daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde bu genler Yeşil Devrim genleri olarak anılmaktadırlar (Ateş ve diğerleri, 2016).

Çevirisi “Buğday Göbeği” olan 2011 yılında William Davis adındaki kardiyoloji uzmanının yazmış olduğu kitapta, modern buğdayın yan etkilerinden bahsedilmiştir. Yazar, kitapta modern buğdayların; obezite, bağışıklık problemleri, diyabet, psikolojik rahatsızlıklar ve en önemlisi de glüten hassasiyeti (çölyak hastalığı gibi)’ne sebep olduğunu ifade etmiştir (Yıldız ve Özkaya, 2019).

Tarımcılar arasında, yapılan ıslah çalışmalarının sağlığı olumsuz etkilemeyeceği ve buğday üretiminin ancak yapılan modern ıslah çalışmalarıyla artan nüfusa yetebileceği kanısı daha hâkimdir. Doktor ve diyetisyenler ise bu ıslah çalışmaları ürünlerinin tüketiminin olumsuz sağlık etkileri üzerinde durulması gerektiği kanısına varmışlardır. Her iki görüş de göz önünde bulundurularak, bu ürünlerin sağlığı olumsuz etkilediği faktörler ortadan kaldırılarak üretiminin devam ettirilmesi yolları aranmaktadır. Tam bu noktada yerel buğday çeşitleri önemli bir rol üstlenmektedir (Yıldız ve Özkaya, 2019).

Modern buğdayların atası olarak *Triticum aestivum* buğdayı bilinmektedir. Modern buğdayda tür seçilirken dane sertliği ve glüten miktarı önemli birer etkindir. Ekmek yapımında glüten karbondioksiti tutarak hamurun daha hacimli olmasını sağlamaktadır. Glüten teknolojik açıdan ekmekte faydalı olsa da insan sağlığı için glüten proteini intoleransı açısından sorun oluşturabilmektedir (Yıldız ve Özkaya, 2019). *Triticum aestivum* buğdayı hekzaploid ( $2n=42$ , AABBDD) formundadır (Cankurtaran Kömürcü, 2021).

*Triticum aestivum* L., tahıllar içerisinde bulunan bir ekmeklik buğday cinsidir. Buğday temel besin gruplarından karbonhidrat, vitamin, mineral, lif ve içeriğindeki diğer besin öğeleriyle Türkiye’de ve dünyada insan diyetinde önemli bir yere sahiptir. Dünyadaki açlık sorununa çözüm olarak en temel tahıl ürünü olan bir besin maddesidir (Aykut Tonk ve diğerleri, 2017).

Ekmek kalitesini etkileyen en önemli hammadde undur ve dolayısıyla buğday kalitesi önemli bir parametredir. Buğday kalitesini etkileyen en önemli etkenlerden biri de buğdayın türü ile çeşit özellikleri ve genetik yapısıdır. Bu tür değişik renk,

sertlik ve camsılıkta olabilir. Protein miktarı orta olmasına rağmen kalitesi yüksek bir buğdaydır (Ertugay ve diğerleri, 1990).

Buğday ve unun kalite özelliklerinin tespitinde hamurun su kaldırma kapasitesi, gözenek yapısı, hacim gibi parametreler tespit edilmektedir. Eğer ekmek bu koşulları sağlayamamışsa buğday kalitesinden söz edilememektedir (Ertugay ve diğerleri, 1990).

Buğday depolama koşulları da kaliteyi etkileyen etmenlerdendir. Bazı depolama şartları aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- Depo ortam sıcaklığı 10-15°C olmalıdır.
- Hasatın ardından ürün beklemeden hemen depo edilmelidir.
- Hububat tam olgun halde olup çimlenmeye başlamamış olmalıdır.
- Hububattaki nem miktarı en fazla %14 olmalıdır.
- Hububat ezik ve kırıklı olmamalı, sağlam olmalıdır.
- Üründe hayvan atığı ve kıl-tüy gibi yabancı maddeler bulunmamalıdır.
- Standardizasyonu sağlayabilmek için ürünler sınıflandırılarak depolanmalıdır (Ertugay ve diğerleri, 1990).

Öğütme işlemi kalite parametrelerinden olup mekanik bir işlemdir. Kepek ve embriyo parçacıkları öğütme sırasında una fazla karışırsa ekmek daha esmer olup hacim oluşturma özelliği azalacağından ekmeklik un kalitesi düşmektedir (Ertugay ve diğerleri, 1990).

Buğday tanesi; endosperm, rüşeym (germ, embriyo) ve kepek (kabuk+aleuron) olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır (Badem, 2022). Endosperm tanenin %83-85'lik kısmını oluşturur ve embriyo ile kepek çıkarıldıktan sonraki kalan kısımdır. En fazla nişastanın yer aldığı endosperm kısmından beyaz ekmek elde edilir. Aynı zamanda buğdayın sahip olduğu enerji ve besinlerin depo yeridir. Yağ ve mineral madde içeriği düşüktür (Badem, 2022). Rüşeym tanenin %2-3'lük kısmını oluşturur. Filizlenerek yeni bir bitki olan kısımdır ve en fazla yağ içeriğine sahiptir. Rüşeym kısmının yağ içeriği E vitamini açısından zengin olduğundan önemli bir tokoferol kaynağıdır (Demirci, 2022). Omega 3 ve Omega 6 yağ asitleri ile demir, magnezyum, çinko, folik asit, tiamin ve E vitaminince, karotenoid ve fenolik bileşiklerce zengindir (Badem, 2022; Demirci, 2022). Kepek; kabuk ve aleuron tabakalarından oluşmaktadır ve tanenin %12-14'lük kısmını oluşturmaktadır. Sert bir

yapısı vardır ve beyaz un üretiminde öğütme sırasında ayrılmaktadır. Kepekli un üretiminde ise bu kısım ayrılmamaktadır (Badem, 2022). Buğday embriyosu ve kepeği fenolik ve antioksidan bileşikler içermektedir. B<sub>1</sub> (tiamin), B<sub>2</sub> (riboflavin), B<sub>3</sub> (niasin) ve E vitamini (tokoferoller) ile mineraller ve lifçe zengindir (Şahin, 2017). Aleuron tabakası tek hücre kalınlığında olup rüşeym ve endospermi tamamen kaplamaktadır. Selülozik bir yapıdadır. Öğütme ile nuseller epidermis, perikarp, tohum kabuğu ve aleuron tamamen ayrılır ve bunların hepsine birden kepek denilmektedir. Bu tabaka 3-4 µm kalınlığında olup hücre boyutu 50 µm'dir (Çetiner, 2020).

## 2.2 Ekmek Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Etkileri

Ekmek, Türk Gıda Kodeksi 2012/2 numaralı Tebliğe göre, buğday ununa; tuz, su, maya (*Saccharomyces cerevisiae*), gerektiğinde şeker, enzimler (enzim kaynağı olarak malt unu), vital glüten ve izin verilen katkı maddeleri eklenip yoğurulmasının ardından şekil verildikten sonra fermantasyona bırakılıp ardından pişirilmesi ile elde edilen bir unlu mamuldür. Ekmek üretimine en uygun tahıl grupları buğday ve çavdardır. Diğer tahıl gruplarında hamurun elastikiyetini sağlayan glüten proteini yeterli miktarda bulunmamaktadır (Yıldız ve diğerleri, 2021).

Ekmek yapımı tarihte Neolitik çağlara kadar dayanmaktadır. M.Ö Mısırlılar ezilmiş tahılı su ile karıştırıp pişirerek ekmeği elde etmişlerdir. Selçuklu döneminden günümüze kadar yapılan ekmek çeşitleri; buğday, arpa, çavdar, kepekli, mısır ekmeği olarak sayılabilir. Yine tandır, pide, yufka ve bazlama gibi ekmekler de günümüzdeki ekmek çeşitlerindendir (Badem, 2021). Tahıllar ucuz, doyurucu ve nötr bir tatla olmaları sebebiyle beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Ekmek, vitamin, mineral, protein ve fenolik bileşiklerce zenginleştirilebilir bir yapıdadır. Böylece, insan sağlığı için gerekli bileşikler eklenerek fonksiyonel bir ekmek üretmek mümkündür (Badem, 2021).

### **Ekmekğin bileşenleri**

**Un:** Buğday, arpa gibi tahılların öğütülüp elenerek elde edilen tozlarına un denilmektedir ve yarı işlenmiş bir gıdadır. İşleme tamamen gerçekleşene kadar elde edilen un; kepek, rüşeym ve endosperm kısımları ayrılmadığından tam buğday

unudur (Öztürk, 2018). Kaliteli bir un 105-150 mikron parçacık arasında olmalıdır. Un; glüten, nişasta, şeker, su ve yağ bileşenlerini içermektedir. Farklı tahıllardan ekmek üretimi yapılsa da ekmek denilince buğday unu ile yapılan ekmek akla gelmektedir. Kullanım amacına göre buğday paçal işlemi yapılarak üretimi gerçekleştirilmektedir. Klasik ekmekte su kaldırma kapasitesi %55-60 olarak kabul edilir. Randımanı %60-70 olacak şekilde yapılan un, kepek kısmı istenilen ölçüde ayrıştığı için ekmek üretiminde teknolojik açıdan aranılan bir yapıda olsa da beslenme açısından vitamin-mineral içeriği yönünden fakirleşmiştir (MEB, 2018).

Buğday olgunlaştığında %85'lik kısmı karbonhidrattır, bunun ise %80'i nişastadır ve nişasta sadece endosperm kısmında bulunmaktadır. Buğday ununun %85'i prolamin ve glütelin ve %15'i albümin ve globülinden oluşur. Buğdayda prolaminin %52'si ve glütelinin %48'i glütenini oluşturur. Unun su ile muamelesi sonucu glüten yapısı oluşmaktadır. Glüten fermantasyon aşamasında hamurda gaz tutarak kabarmayı sağlar. Hamurun viskoelastik özelliğini kazandırıp hamur stabilitesini sağlamaktadır (Öztürk, 2018).

**Tuz:** Tuz hamurun kolay işlenmesini sağlamaktadır. Hamur için en önemli etkisi ise lezzet verici olmasıdır (Yılmaztekin, 2011). Ekmeğe katılan tuz, temiz ve beyaz olmalıdır. Nem çekmemeli ve çözünür boyutta olmalıdır (Yurdatapan, 2014). Türk Gıda Kodeksi, ekmekteki tuz oranını en çok %1,5 olarak belirlemiştir (Öztürk, 2018). Tuz glütenini güçlendirip maya çalışmasında etkin rol oynamaktadır. İstenmeyen asitlik ve tat oluşumunu önler. Ekmeklerin mikrobiyal bozulmasını geciktirir. Hamur stabilitesini sağlayıp işlenmesini kolaylaştırmaktadır. Ekmek iç yapısını düzgün ve gözenek yapısını ince hale getirmektedir (Yurdatapan, 2014).

**Su:** Su ekmekte hamurun %40'lık kısmını oluşturur. Kullanılan suyun kalitesi ve miktarı doğrudan hamur kalitesini oluşturmaktadır. Ekmeğe katılan su, temiz ve içilebilir olmalı, mikrobiyal yük içermemeli ve orta sertlikte (50-100 ppm) olmalıdır (MEB, 2018). Undaki nişasta suyu emerek şişmekte, proteinler ise elastik özelliği kazanmaktadır (Öztürk, 2018).

**Maya:** Ekmek üretiminde genellikle, hem oksijenli hem de oksijensiz ortamda çalışabilen ekmek mayası olan *Saccharomyces cerevisiae* kullanılmaktadır. Substratı glikoz olup, maya şekeri fermente etmektedir. Maya faaliyeti sonunda karbondioksit ve etil alkol açığa çıkarmakta; hamurun kabarmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda,

aroma bileşikleri oluşmaktadır. Maya ekmek içyapısını gözenekli hale getiren bileşendir. Glütenin elastik olma özelliğine de destek vermektedir. Endüstriyel olarak maya; yaş maya, kuru maya ve instant maya olmak üzere 3 çeşittir (Öztürk, 2018).

### **Ekmeğin besin değeri**

Ekmek fazla tüketilen bir tahıl ürünüdür ve bunlardan mayalı olan ekmeklerin demir, çinko, bakır gibi mineral emilimleri kolaydır ve besleyici özelliği de yüksektir. Ekmeğin karbonhidratça zengin olması ve insan vücudu için gerekli olan temel enerji kaynağı olması onu daha önemli hale getirmektedir. Tahıl proteinleri miktar ve kalite bakımından et ve süt ürünlerine göre düşük olsa da proteince yüksek gıdalarla birlikte tüketildiklerinde insan vücudu için daha faydalı hale gelebilmektedir. Tahıllar A ve C vitamini bakımından fakir olsalar da B grubu vitaminlerinden, özellikle B<sub>1</sub> (tiamin) vitamini yönünden zengindir (TÜBER, 2022). Tam tahıllarda elzem yağ asitleri, lif düzeyinin yüksek olması, B ve E vitaminleri ve diğer biyoaktif bileşiklerce zengin olması sebebiyle daha çok tüketimi tavsiye edilmektedir (Öztürk, 2018).

Tahılların günde ortalama 3-7 porsiyon tüketilmesi gerekmektedir. Günlük enerji ihtiyacı fazla olan bireylerde bu sayı artırılabilir. Burada, 1 porsiyon 50 g (2 ince dilim) ekmeğe eş değerdir (TÜBER, 2022). 50 g ekmeğin verdiği kalori 100-130 kkal arasındır, içerdiği yağ 1, protein 3,5-4 gramdır ve karbonhidrat içeriği ise 21-27 gramdır. Bir porsiyon beyaz ekmek bir porsiyon tam buğday ekmeğine göre yarısı kadar demir, çinko, potasyum ve kalsiyum içermektedir (Öztürk, 2018).

### **2.3 Kompozit Unlar ve Tahıl Ürünlerinin Fonksiyonel Olarak Zenginleştirilmesi**

Günümüzde kalp damar hastalıkları ve obezite gibi sağlık sorunlarının artmasıyla tüketicilerde sağlıklı beslenme bilinci oluşmuş ve gelişen gıda teknolojisiyle de fonksiyonel gıdalara olan ilgi artmıştır (Demir ve Olcay, 2020). Tüketicilerin sağlıklı beslenme bilinci arttıkça gıda üreticileri de gıda zenginleştirme ve fonksiyonel gıdalarla ilgili çalışmalara yönelmiştir. Fonksiyonel gıdalar, temel besin ögesi olmayıp, insan sağlığına ekstra faydalar sağlayan gıda veya gıda bileşenleridir. Hastalıklardan korunmada etkili rol oynaması sebebiyle de insanın daha sağlıklı bir yaşam sürmesine katkı sağlamaktadırlar (Özçelik, 2007; Yılmaz, 2019). Fonksiyonel

gıda, fonksiyonel etkeni içeren doğal bir gıda olabileceği gibi (Ör; lahanası), fonksiyonel etkeni ilave edilen ya da çıkartılan bileşenler olabilir. Sağlığı güçlendirmek amacıyla gıdanın yapısında bulunan bileşenler kimyasal olarak modifiye edilebilir veya biyoyararlılığı artırılabilir (Dayısoylu ve diğerleri, 2014).

Ekmek başta olmak üzere kek, bisküvi ve makarna gibi diğer fırıncılık ürünlerinde besinsel değerin artırılması için kompozit un kullanımı günümüzde önemli rol oynamaktadır (Tuna, 2015). Böylece ekmek besin değeri zenginleştirilirken aynı zamanda tarımsal ürünler daha kullanılır hale gelmiştir (Yılmaz, 2017).

Kompozit unlar; nişasta ve proteince zengin meyve ve sebze unları ile buğday unu karıştırılarak veya buğday unu ilave edilmeden unlu mamullerin üretiminde kullanılmaktadır. Yani, kompozit unlar buğday unu içersin veya içermesin birden fazla unun farklı oranlarda karıştırılması ile elde edilerek hazırlanmaktadır. İnsan beslenmesindeki besin öğelerinin artırılması amacı ile hazırlanan bu karışıma "kompozit un" denmektedir. Meyve sebze unları ya doğrudan elde edilir ya da çekirdek veya kabuk gibi gıda sanayi yan ürünlerinden elde edilebilmektedir. Kompozit unlar ile üretilen unlu mamullerde yapı ve özellik buğday unu ile üretilenlere göre farklıdır. Kompozit un görünüş ve besin içeriğini iyileştirebileceği gibi istenmeyen tat, aroma, renk ve tekstür de meydana getirebilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, meyve sebze unlarının son ürünün teknolojik özelliklerini geliştirip tüketici beğenisini de en iyi yansıtan oranı seçmektir (Aydın, 2020).

Ekmek hem doyurucu olması hem de maliyetinin düşük olması sebebiyle zenginleştirmede kullanımı yaygın olan bir gıda maddesidir. Demir ve Olcay (2020) yaptıkları çalışmada, portakal, limon ve mandalınanın albedo kısımlarını kurutarak öğütmüş ve %0, %2,5, %5,0, %7,5 ve %10,0 oranlarında una ikame ederek ekmek üretmişlerdir. Sonuç olarak, albedo miktarı arttıkça ekmekte ham lif ve kül miktarı artmış, fitik asit değeri ise düşmüştür. Albedo içeriklerinin artışı ekmek hacmini düşürürken, ağırlık ve sertliği artırmıştır. Turunçgillerin ikame oranları arttıkça tüm örneklerde kabuk ve iç kısım L\* değeri azalmış, a\* ve b\* değerleri artmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre ise %2,5 oranlı örnekler kontrole benzer özellikler göstermiş, fakat %2,5 ikame oranından sonraki örneklerin duyusal özellikleri olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Badem ve Koyuncu (2022)'de şalgam ununu % 0, %0,5, %1,0, %1,5, %2,0 ve %2,5 oranlarında normal unla yer değiştirme esasına göre ekmek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak şalgam oranı arttıkça ekmekteki nem içeriği artmış, bunun sebebi de şalgamdaki diyet lif ve hidrokolloid maddelerin pişme aşamasında suyun bir kısmını tutmasına bağlanmıştır. Protein ve kül miktarları kontrole göre farklılık göstermemiştir. Hammadde analizlerinde şalgam unu ile normal unun antioksidan kapasiteleri birbirine yakın çıkmıştır. Bunun sebebinin ise kurutma süresinin uzun sürmesi ve bu sürede antioksidan maddelerin özelliklerini kaybetmiş olduğu kanısına varılmıştır. Termo-reolojik analiz sonuçlarına göre ise şalgam ilaveli unlar kendi içinde birbirine yakın değerler olsa da standart unun bayatlama özelliği şalgam ilaveli ekmeklerden daha fazla çıkmıştır.

Yapılan bir çalışmada, biyoaktif bileşiklerce zengin olan mango kabuk (MKU) ve çekirdek (MÇU) unlarından %5, %10, %15 ve %20 oranlarında (MKU) ve (MÇU) hazırlanmış ve bisküvi üretimi yapılarak değerlendirilmiştir. MÇU ile yapılan örneklerde protein ve yağ daha fazla iken MKU ile yapılan örneklerin kül ve diyet lif içerikleri daha yüksek çıkmıştır. Duyusal değerlendirmede ise %10 orana sahip ürünlerin değişime sebep olmadığı tespit edilmiştir (Ashoush ve Gadallah, 2011; Tuna, 2015).

Bir gıda atığı olan nar, vişne, kabak ve kayısı çekirdeklerinin ikame oranları %5, %10 ve % 15 olarak belirlenerek kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, bütün çekirdek unlarında kül miktarında bir artış gözlemlenmesi çekirdek unlarının mineral madde içeriklerinin yüksek olduğunu göstermiştir. En yüksek yağ oranı vişne çekirdek ununda, en düşük protein miktarı nar çekirdek ununda tespit edilmiştir. Kabak çekirdek unu oranı arttıkça keklerde hacimce düşme gözlemlenirken, diğer çekirdek un hacimlerinde istatistiksel bir fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Duyusal olarak ise en fazla %10 oranlarındaki kekler kabul görmüştür (Tuna, 2015).

Yapılan bir çalışmada, biyolojik aktif bileşiklerce zengin kuruyemiş olarak da tüketilebilen yaban mersini meyvesinin muffin keklere katılmasıyla bazı duyusal, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Yaban mersini (*Vaccinium sp.*) üzümü meyvelerdendir ve antioksidan etkiye sahiptir. Fenolik bileşiklerce ve lif içeriği açısından da zengindir. Araştırmada katkısız (kontrol) ve kek miks ağırlığı üzerinden %8, %16 ve %24 olarak 4 farklı muffin kek üretilmiştir. Keklere eklenen yaban

mersini oranı arttıkça; kekteki kül, protein ve yağ içerikleri, hacim indeks değerleri önemli ( $p<0,05$ ) derecede düşmüştür, toplam diyet lif oranları, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri önemli ( $p<0,05$ ) derecede artmıştır. Kek dış renginde koyulaşma ve sarılık değerinde azalmaya sebep olmuştur. Kek iç renginde ise  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri önemli ( $p<0,05$ ) derecede azalırken,  $a^*$  değeri önemli ( $p<0,05$ ) derecede artmıştır. Duyusal olarak ise yaban mersinli kekler "orta" anlamındaki 4 puanın altına düşmemiştir. Daha çok "iyi" anlamındaki 5 üzerinde puanlar almıştır (Işık ve diğerleri, 2017).

Bir başka çalışmada, farklı teknikler ile kurutulan kamkat meyveleri 500  $\mu$  elekten geçebilecek halde öğütülerek meyve unu haline getirilerek bisküvi ve kek üretiminde kullanılmıştır. Kamkat tozu ikameli bisküvi üretiminde meyve unları, buğday ağırlığının %0, %10, %20 ve %30'u olarak 4 farklı formülasyonda kullanılmıştır. Hamurlar 8 dakika yoğrulup 160°C'de 15 dakika pişirilmiştir. Kamkat tozu ikamesi bisküvi örneklerini koyulaştırmıştır. Mikrodalga uygulaması yapılan ürünlerin en iyi renk değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Kamkat tozu bisküvilerin daha fazla yayılmasına sebep olmuştur. Mikrodalga uygulaması ile yapılmış ürünlerin en iyi fiziksel özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Kamkat tozu bisküvilerin kırılgenliğini ve sertliğini azaltmıştır. Kamkat tozu örneklerin enerji değerini düşürmüştür; nem ve karbonhidrat içeriği artmış, kül, yağ ve protein içerikleri ise azalmıştır. Nem artarken enerjinin düşmesini örneklerdeki diyet lif miktar artışına bağlanmıştır. Kamkat tozu örneklerin, fitik asit oranını düşürürken, fenolik asit içeriğinde büyük oranda artışa sebep olmuştur. Konveksiyonel kurutma da sıcaklık daha uzun sürede uygulandığından fenolik bileşikler olumsuz etkilenecek bu uygulama yapılan ürünlerde toplam fenolik madde az miktarda bulunmuştur. Vakumlu kurutma uygulanan kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği bisküvi örnekleri, duyusal olarak en beğenilen örnekler olmuştur (Olca, 2019).

#### **Ahlat armudu (*Pyrus elaeagrifolia subsp. elaeagrifolia* Pall.) ve kompozit un olarak kullanımı**

Latince adı *Pyrus elaeagrifolia subsp. elaeagrifolia* Pall. olan iğde yapraklı yabani armut, 600'den fazla çeşidi olup *Rosaceae* familyasındandır. Kırım, Arnavutluk, Bulgaristan ve Türkiye'nin de farklı illerinde (Ankara, Konya, Mersin, Muş vb.) yaygın olarak yetişmektedir. Yenilebilir yabani armut farklı bölgelerde; ahlat, boz, çövr ve kerte gibi farklı şekilde isimlendirilmişlerdir (Murathan ve diğerleri, 2019).

Yabani meyve grubundan olup nesli tükenmekte olan ahlat meyvesini bir çok uygarlık mutfağında kullanmıştır (Erçetin ve diğerleri, 2021). Nisan-Mayıs aylarında çiçek açan meyve, Ekim-Kasım aylarında tüketilebilir forma dönüşmektedir. Biyo-endüstriyel kaynaklarda da kullanılabilir. Toplam şeker içeriği %8,36-19,31 g/100 g'dır. Toplam fenolik içeriği 42,79-119,14 mg GAE/100 g ve toplam asitliği ise 0,20-1,40 g/100 g'dır. Glisemik indeksi düşük olan ahlat meyvesi diyet açısından da zengin bir meyvedir. Alkol gibi uçucu bileşiklere sahip olan meyve malik asit içeriğine sahiptir. Kurutulup öğütülerek un haline getirilen ahlat meyvesi genellikle fırıncılıkta unlu mamullerde kullanılmaktadır. Günümüzde glutensiz ürünlere olan ilginin artmasıyla ahlat meyvesi çölyak ve diyabet hastaları için de önem kazanmaktadır (Erçetin ve diğerleri, 2021). Yapılan bir nitel araştırmada; Konya bölgesinde eskiden kıtlık zamanlarında ahlat armut unuyla ekmek yapıldığını göstermektedir. Meyvenin tatlı olması sebebiyle yapılan ekmek "tatlı ekmek" olarak da bilinmektedir. Yufka şeklinde yapılan ekmek kuru şekilde muhafaza edildiğinden raf ömrü de oldukça uzundur (Badem, 2021).

Ahlat meyvesi, olgunlaşma aşamasında ve hasattan sonra da yenilebilir durumdadır. Geleneksel tıpta kullanılan bu meyve ishal ve dış eti tedavisinde, göz ve böbrek hastalıklarında, yılan sokması sonucu zehirlenmelerin detoksifikasyonunda kullanılmaktadır. Ülkemizde farklı bölgelerde bu meyvenin turşu, pekmez ve reçeli de yapılmaktadır. Karoten, tanen, şeker, meyve asidi, pektin, C ve B vitamini açısından zengin olduğu bilinmektedir (Murathan ve diğerleri, 2019; Tüysüz ve diğerleri, 2021).

Kartal (2013) yaptığı çalışmada, olgunlaşma aşamasından sonra topladığı ahlat armudunu yıkayıp güneşte kurutmuştur. Üretimden önce 425 µm elekten geçirerek toz bir ürün şeklinde ahlat lifini üretmiştir. Bu ahlat lifi ile bisküvi ve kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Kek formülasyonlarında kontrol (katkısız) ve %10, %20 ve %30 (un bazında) olmak üzere 4 farklı üretim 175°C'de 15 dakika uygulanarak pişirilmiştir. Bisküvi üretimi de kontrol, %10, %20 ve %30 (un bazında) olarak 4 formülasyon üretilmiş, 200°C'de 11 dakikada pişirilmiştir. Kek sonuçlarına bakıldığında %10 ikamesi kek hacmini artırmış, %30 ise hacmi düşürmüştür. Sertlik değeri ise %10 ve %20'de azalırken %30 ikamesinde artmıştır. Oran arttıkça L değeri azalmış, rutubet miktarları da önemli derecede azalmıştır. ( $p<0,05$ ). Besinsel lif miktarı analizi sonuçlarına göre oranın artması lif içeriğini de artırmıştır. Kontrol

kekte toplam besinsel lif %0,61 iken %30 oranlı kekte %6,5 olarak belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre %10 ilaveli kekler en yüksek puanı alırken, diğerlerinde puanlar azalsa da kabul edilebilir bulunmuştur. Bisküvi sonuçlarında ise %10 ikameli bisküvilerde çap ve kalınlıkta değişim olmazken, diğerlerinin çap ve kalınlığı azalmıştır. Yayılma %10 ilave edilmiş bisküvilerde artarken diğerlerinde değişim görülmemiştir. Rutubet miktarları %10 ikame edilenlerde önemsiz iken diğerlerinde önemli derecede artmıştır ( $p<0,05$ ). Oran arttıkça esmerleşme oluşmuş L değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Oranın artması toplam lif içeriğini de artırmıştır. Kontrol olarak üretilen bisküvide toplam besinsel lif %0,75 çıkarken %30 ikameli bisküvide bu değer %10,5 olarak tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede, en yüksek puanı alan %10 ikameli bisküvilerde tat ve koku gözlemlenirken %30 ikameli bisküvilerin tat ve koku değerleri azalmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

*Triticum aestivum* unu, tuz ve yaş maya Karaman'daki yerel marketlerden tedarik edilmiştir. *Triticum spelt L.* unu Rasayana Organik Tarım Tic. A. Ş.'den satın alınmıştır.

#### **Ahlat armut (*Pyrus elaeagrifolia subsp. elaeagrifolia Pall.*) unu üretimi**

Ahlat armut unu, Konya bölgesinden Ekim ayında 10-20. günde toplanıp güneşte 7 gün çekirdeği çıkarılmadan kurutulmuştur. Laboratuvarında, geleneksel yöntemle taş değirmende tüm halde öğütülmüştür. Öğütülen armut 600 µm elekten elenerek armut unu elde edilmiştir.



**Şekil 3.1 : Ahlat armudu öğütme işlemi.**

### 3.2 Metot

#### 3.2.1 Deneysel tasarım

Bu çalışmada, *Triticum spelt L.* unu 5 farklı oranda (%0, %25, %50, %75 ve %100) ve ahlat armut unu 3 farklı oranda (%0, %5,0 ve %10,0) buğday unu (*Triticum aestivum*) ile yer değiştirilerek ekmek üretimleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, (5x3)x2 faktöriyel deneme deseni kullanılarak 30 ekmek üretilmiştir. Formülasyonlara eklenen su miktarı Mixolab cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Üretilen ekmeklere fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal analizler yapılarak incelenmiştir. Ekmekler analizleri yapılarına kadar 4°C’de kilitli poşetlerde saklanmıştır.

#### 3.2.2 Ekmek üretimi

Ekmek üretimi, Türk Gıda Kodeksi (TGK) 2012/2 numaralı Tebliğ’e göre, Çizelge 3.1’de verilen formülasyon kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 2012a). Belirlenen formülasyonlara göre un karışımları hazırlanmıştır. Hamur hazırlama doğrudan hamur yapma yöntemi ile yapılmıştır. İlk olarak, un ve tuz hamur yoğurma kabına alınmış maya ve su ilave edilerek yoğurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yoğurma süresi ön denemelerle belirlenip, laboratuvar tipi yoğurucuda (Kitchenaid, USA) 10 dakika yoğurularak hamur hazırlanmıştır. Yoğrulan hamur, ilk olarak 30°C’de kitle fermantasyonu için 30 dakika süreyle fermantöre bırakılıp, sonrasında ara fermantasyon için elde yuvarlanan hamurlar tekrar 30°C’de 30 dakika fermantasyona bırakılmıştır. Buradan çıkarılan hamurlar merdane ile açılarak kendi etrafında sarılıp metal tavalara aktarılıp 55 dakika boyunca 30°C’de son fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon aşaması tamamlanan hamurlar 250°C’ye ayarlanmış fırında 30 dakika süreyle pişirilmiştir. Fırından çıkarılan ekmekler oda sıcaklığında 1 saat bekletilerek soğutulmuştur. Soğuyan ekmeklerin analizleri gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.1:** Ekmek üretiminde kullanılan formülasyon.

| Ekmek No | <i>Triticum spelt</i> unu (%) | <i>Triticum aestivum</i> unu (%) | Armut unu (%) | Su (%) | Tuz (%) | Yaş maya (%) |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|---------------|--------|---------|--------------|
| 1        | 0                             | 100                              | 0             | 57,0   | 1,5     | 3            |
| 2        | 0                             | 95                               | 5             | 57,0   | 1,5     | 3            |
| 3        | 0                             | 90                               | 10            | 57,3   | 1,5     | 3            |
| 4        | 25                            | 75                               | 0             | 58,0   | 1,5     | 3            |
| 5        | 25                            | 70                               | 5             | 57,9   | 1,5     | 3            |
| 6        | 25                            | 65                               | 10            | 56,0   | 1,5     | 3            |
| 7        | 50                            | 50                               | 0             | 57,5   | 1,5     | 3            |
| 8        | 50                            | 45                               | 5             | 56,5   | 1,5     | 3            |
| 9        | 50                            | 40                               | 10            | 57,0   | 1,5     | 3            |
| 10       | 75                            | 25                               | 0             | 58,0   | 1,5     | 3            |
| 11       | 75                            | 20                               | 5             | 56,7   | 1,5     | 3            |
| 12       | 75                            | 15                               | 10            | 58,0   | 1,5     | 3            |
| 13       | 100                           | 0                                | 0             | 59,1   | 1,5     | 3            |
| 14       | 95                            | 0                                | 5             | 60,4   | 1,5     | 3            |
| 15       | 90                            | 0                                | 10            | 62,4   | 1,5     | 3            |

### 3.2.3 Ekmek hamurunda yapılan termo-reolojik özellik analizi

Deneme deseninde verilen 15 formülasyona ait karışımların hamur yoğurma ve termo-reolojik özellikler ICC tarafından onaylanmış olan miksolab (Chopin Technologies, Fransa) cihazında "Chopin+" protokolü (ICC Metod 173) ile belirlenmiştir (ICC, 2011).

### 3.2.4 Hammaddelerde ve ekmek örneklerinde analizler

#### 3.2.4.1 Renk tayini

Hammaddeler ile ekmek içi ve kabuk renkleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Üretilen ekmeklerin renk değerleri, L\* (parlaklık), a\* (kırmızı-yeşil) ve b\* (sarı-mavi) Hunter kolorimetresi (Color Flex, ABD) kullanılarak ölçümü yapılmıştır.

#### 3.2.4.2 Ekmek ağırlığı, hacmi ve pişme kaybı tayini

Fırından çıkan ekmeğin ağırlığı 1 saat sonra tartılarak kaydedilmiş ve pişme kaybı da başlangıç hamur ağırlığından ekmek ağırlığı çıkarılarak hesaplanmıştır. Ekmek hacmi ise fırından çıkan ekmek 1 saat bekletildikten sonra hesaplanmıştır. Hacim, kolza tohumlarıyla yer değiştirme prensibiyle ölçülmüştür (Şahin, 2017).

### 3.2.4.3 Kimyasal analizler

#### Nem

Hammaddelerin nem içerikleri gravimetrik olarak AACC 44-15A metodu kullanılarak tespit edilmiştir (AACC, 2000).

#### Kül

Hammaddelerin ve ekmek örneklerinin kül içerikleri kül fırınında (Nüve, MF106, Ankara) sabit ağırlığa gelinceye kadar 900°C’de yakılarak (AACC Metod 08-01) tespit edilmiştir (AACC, 2000).

#### Yağ

Analiz otomatik Gerhardt Ekstraksiyon Sistemi (Soxtherm, Almanya) kullanılarak yapılmıştır. Hammaddelerin ve ekmek örneklerinin toplam yağ içerikleri Soxhlet ekstraksiyon yöntemi (AACC metod 30-25) ile tayin edilmiştir (AACC, 2000).

#### Protein

Analiz, Kjeldahl Yarı Otomatik Sistem (S2, Behr Labor-Technik, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz, kjeldahl metodu (AACC 46-12) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### Toplam Karbonhidrat İçeriği

Hammaddelerin ve ekmek örneklerinin toplam karbonhidrat içerikleri Eşitlik 1’e göre hesaplanmıştır (Şahin, 2017).

$$\text{Toplam karbonhidrat (\%)} = 100 - \% (\text{Nem} + \text{Kül} + \text{Yağ} + \text{Protein}) \quad \text{Eşitlik (1)}$$

#### Toplam fenolik madde tayini

Ekmekler liyofilizatörde dondurularak kurutulduktan sonra öğütülerek 355 µm elekten geçirilmiştir. Bu analizde, toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteou yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (Singleton ve diğerleri, 1999). Hazırlanan ekmek örneğinden 1 g tartılmış ve 10 ml asitlendirilmiş metanol çözeltisi (HCL/metanol/saf su, 1/80/10, h/h) ilave edilerek 2 saat boyunca oda sıcaklığından 200 dev/dak hızda çalkalanmıştır. 2 saat sonunda santrifüjlenerek (1000×g, 10 dak.) süzülen çözeltinin supernant kısmı analizlerde kullanılmıştır. Örnek ekstresinden 250 µL, Folin-Ciocalteou fenol ayracından 250 µL ve saf sudan 5,75 ml saf su santrifüj tüpünde karıştırılıp 8 dakika bekletilmiştir. 8 dakika sonunda üzerine 2,5 ml sulu

sodyum karbonat çözeltisi ve 5 ml saf su da eklenerek karıştırılıp 2 saat oda sıcaklığında bekletilip spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Gallik asit standart çözeltileri kullanılmış ve belirlenen standart eğri ile örneklerin toplam fenolik madde içerikleri "mg Gallik Asit Eşdeğeri/100 g örnek" şeklinde hesaplanmıştır.

#### **DPPH antioksidan kapasite tayini**

Toplam antioksidan kapasite tayini 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali engelleme gücü Brand-Williams ve diğerleri (1995) belirttiği metoda göre tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde tayini için hazırlanmış olan örnek ekstreleri kullanılmıştır. Örnek ektresinden 100 µL ve 3,9 ml DPPH çözeltisi ( $6 \times 10^{-5}$  mol/L) bir santrifüj tüpünde birleştirilerek karıştırılıp oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilip, spektrofotometrede absorbansı 515 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Kontrol olarak DPPH çözeltisi, kör olarak ise asitlendirilmiş metanol çözeltisi kullanılmıştır. Örneklerin DPPH antioksidan kapasitesi Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{DPPH Radikali Engelleme Gücü} = \frac{\text{Kontrol}_{\text{abs}} - \text{Örnek}_{\text{abs}}}{\text{Kontrol}_{\text{abs}}} \times 10$$

Eşitlik (2)

#### **Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) tayini**

Re ve diğerleri (1999)'nin belirlediği metod kısmen modifiye edilmiş olup 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS•+) radikal katyonu kullanılarak belirlenmiştir. Bir balon jojeye 96 mg ABTS•+ radikali tartılarak 25 ml saf suyla tamamlanıp çözündürülmüştür. Ardından üzerine 2,45 mM 12,5 ml potasyum persülfat çözeltisi eklenip oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 12-16 saat bekletilerek ABTS radikal katyonu (ABTS•+) stok çözeltisi oluşturulmuştur. Örnek ekstrelerini seyreltmek ve kör çözeltileri için 0,1 M fosfat tamponu (pH 7,4) hazırlanmıştır. Spektrofotometrede ölçüm yapılmadan önce ABTS•+ stok çözeltisi fosfat tamponu ile seyreltilmiş ve 734 nm dalga boyundaki absorbansı  $0,700 \pm 0,020$  nm'ye ayarlanmıştır. Örnek ekstrelerini elde etmek için 2 g örnek ile %80'lik 5 ml etil alkol 30 dakika boyunca 150 dev/dak hızda çalkalanmıştır. Bu karışım 1500×g kuvvetinde 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Spektrofotometre küvetine 10 µL, 20 µL ve 30 µL ve 3 ml seyreltilmiş ABTS•+ 6 dakika boyunca karanlık bir ortamda bekletildikten sonra absorbansı 734 nm dalga boyunda okunmuştur. Troloks standart

eğrisi oluşturularak örneklerin troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) değerleri tespit edilmiştir.

#### **3.2.4.4 Ekmek iç doku özelliklerinin belirlenmesi (TPA analizi)**

Tekstür analizi, ekmek fırından çıktıktan 2 saat sonra yapılmıştır. Tekstür analiz cihazı (TA.TX2, Stable Micro Systems, İngiltere) kullanılarak 79-09.01 numaralı AACC metodu ile 0. (üretimden 2 saat sonra), 24. ve 72. saatlerde ölçüm yapılmıştır. Ekmekler 25 mm kalınlığında kesilerek iç kısımları analiz için kullanılmıştır. 36 mm çapındaki prob, 50 kg yük hücresi ve %25'lik sıkıştırma oranı ayarlanarak ölçüm gerçekleştirilmiştir (Şahin, 2017).

Bu analizde belirlenen elastikiyet, örneğin şeklinin geri kazanım oranının bir ölçüsüdür. Sertlik, örneği sıkıştırırken gereken maksimum kuvveti ifade eder. Esneklik, kuvvet uyguladıktan sonraki orijinal formuna geri dönme kabiliyetidir. Yapışkanlık, örnek çiğnendiğinde dişlere yapışma kuvvetini gösterir. Sakızımsılık, çiğneme esnasındaki gerekli enerjiyi gösterir. Çiğnenebilirlik, örnek ağızdayken dişlerin parçalayabilmesi için gerekli enerjiyi gösterir (Yüksel, 2019).

#### **3.2.4.5 Duyusal değerlendirme**

Yaş aralığı 25-45 olan, daha önceden hedonik duyusal değerlendirme için eğitim almış, 7 panelist duyusal analizde ekmek örneklerini renk, tat, koku-aroma, hacim, ekmek iç gözenek homojenliği, sertlik ve genel beğeni özellikleri bakımından 5'li hedonik skala (1; beğenmedim, 2; biraz beğendim, 3; ne beğendim ne beğenmedim, 4; beğendim ve 5; çok beğendim) kullanılarak değerlendirme yapmışlardır. Duyusal değerlendirme formu EK A'da verilmiştir.

#### **3.2.5 İstatistiksel analizler**

Elde edilen sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir. Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı (SPSS Inc., versiyon 16.0, Chicago, IL, USA) kullanılmıştır. Tespit edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Hammadde Analiz Sonuçları

Ekmek yapımında kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Miksolab grafikleri Ek B’de verilmiştir. Kullanılan unların  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla *Triticum spelt* ununda (79,30; 6,95; 9,99); *Triticum aestivum* ununda (87,76; 1,52; 10,59) ve armut ununda (23,54; 42,04; 40,38) olarak belirlenmiştir. Kullanılan *Triticum spelt* ununun kimyasal bileşimi; nem %8,31, kül %2,15 ve protein %14,30 şeklinde bulunmuştur. Biel ve diğerleri ise (2021)’de yaptığı çalışmada (nem; %9,3, kül; %1,86, protein; %12,8) olarak belirlemiştir. Spelt ununun %2,28 olan yağ değeri, Arzani ve Ashraf’ın (2017) yılında yaptıkları çalışmada %2,80 olarak belirlediği değere yakın hesaplanmıştır. Kullanılan *Triticum aestivum* (ekmeklik un)’un nem %8,65, kül %0,61 ve protein %9,24 olarak belirlenmiştir. Badem ve Koyuncu’nun (2022) yılında yaptıkları çalışmada belirlediği değerleri ile (nem; %8,06, kül; %0,78, protein; %12,06) benzerlik göstermektedir. Ekmeklik unun yağ değeri %0,95 şeklinde belirlenmiş olup, Şen’in (2013) yılında yaptığı çalışmada %1,05 olarak belirlediği değer ile benzerlik göstermektedir. Armut ununun nem %11,81, kül %2,55 ve protein %3,85 olarak belirlediği değerleri, Kartal’ın (2013) yılında yaptığı çalışmadaki değerleri ile (nem; %9,7, kül; %3,20) benzerlik göstermektedir. Bozdoğan’ın (2015) Santa maria tipi armut posasından elde edilen armut unu ile kek üretimi gerçekleştirmiştir. Çekirdekleri çıkarılıp 280 µm elekten geçirilen armut ununun kimyasal bileşimi; nem %4,90, kül %1,20, yağ %1,88, protein %2,89 olarak belirlenmiştir

En yüksek toplam karbonhidrat değeri %80,55 değeriyle ekmeklik un olurken, en düşük değer %72,96 ile spelt ununda çıkmıştır. Biel ve diğerleri (2021)’de toplam karbonhidrat değerini spelt ununda  $71,09 \pm 2,90$  olarak, ekmeklik unda ise  $74,5 \pm 2,99$  olarak bulmuşlardır.

Spelt ununun troloks eşdeğeri antioksidan kapasite değeri 6,60 mM Troloks/g un olarak belirlenirken, Mencin ve diğerleri (2021) bu değeri  $9,03 \pm 0,5$  mM Troloks/g un olarak belirlenmiştir. Ekmeklik ununun toplam fenolik madde içeriği 88,88 mg GAE/g km olarak belirlenmiş olup, Badem ve Koyuncu’nun (2022)’de belirlediği değerle (toplam fenolik madde; 90,06 mg GAE/g km) örtüşmektedir. Ahlat armut ununun toplam fenolik içeriği 1613,80 mg GAE/g km olarak troloks eşdeğeri

antioksidan kapasite değeri 12,99 mM Troloks/g un olarak belirlenmiştir. Tüysüz ve diğerleri (2021) ise armut ununun toplam fenolik madde içeriğini 493 mg GAE/100 g bulurken, troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesini ise 73,78 % TEAC olarak belirlemişlerdir.

**Çizelge 4.1 : Hammaddelerin kimyasal bileşimi.**

| Bileşen                                                     | <i>Triticum spelt</i><br>Unu | <i>Triticum aestivum</i><br>Unu | Armut<br>Unu |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------|
| L*                                                          | 79,30±0,01                   | 87,76±0,01                      | 23,54±0,04   |
| a*                                                          | 6,95±0,03                    | 1,52±0,04                       | 42,04±0,06   |
| b*                                                          | 9,99±0,04                    | 10,59±0,00                      | 40,38±0,00   |
| Nem (%)                                                     | 8,31±0,20                    | 8,65±0,11                       | 11,81±0,43   |
| Kül (%)*                                                    | 2,15±0,02                    | 0,61±0,02                       | 2,52±0,00    |
| Yağ (%)*                                                    | 2,28±0,03                    | 0,95±0,03                       | 3,61±0,31    |
| Protein (N×5,7) (%)*                                        | 14,30±0,18                   | 9,24±0,34                       | 3,85±0,02    |
| Toplam karbonhidrat (%)*                                    | 72,96±0,04                   | 80,55±0,44                      | 78,21±0,11   |
| Toplam fenolik madde<br>(mg GAE/g km)*                      | 174,63±0,55                  | 88,88±0,74                      | 1613,80±0,57 |
| DPPH antioksidan kapasite (%)*                              | 7,16±0,63                    | 4,33±0,13                       | 34,38±0,57   |
| Troloks eşdeğeri antioksidan<br>kapasite (mM Troloks/g un)* | 6,60±0,82                    | 4,33±0,16                       | 12,99±0,12   |

\*%14 nem esasına göre. Standart sapma değerleri iki sonucun ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

## 4.2 Hamur Reoloji Özellikleri

Hamurun termo-reolojik özellikleri Miksolab cihazında ölçülmüş ve değerler Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te verilmiştir Bu testte hedeflenen hamur kıvamını elde etmek için "Chopin+" protokolüne göre hedeflenen tork 1,1 Nm (+/- 0,05 Nm)'dir (Anonim, 2012b). Spelt ununun su kaldırma kapasitesi %60 (%14 nem esasına göre) olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda spelt ununa ait su kaldırma değerleri %57,7-60 oranında değişim göstermiştir (Bonofaccia ve diğerleri, 2000; Pruska Kedrizor ve diğerleri, 2008; Yüksel, 2019). Ekmeklik unun su kaldırma kapasitesi ise %57-60 değerleri arasında bulunmuştur (Şahin ve diğerleri, 2014). Spelt unu ilavesi hamur gelişme süresini artırırken hamur stabilitesini azaltmıştır. En hızlı ve stabil oluşan hamur sadece ekmeklik un ile yapılan hamur olmuştur. C2 torkunun spelt ununun artmasıyla azalması glüten kalitesinin ekmeklik una göre daha düşük olmasına bağlanmıştır. Armut ununun glüten içermemesi sebebiyle ve karışımın içindeki gluteni seyreltmesi sebebiyle C2 torkunda düşüş meydana gelmiştir. C3 torku 90°C sıcaklıkta nişasta jelatinizasyonu hakkında bilgi vermektedir. Armut unu ilavesiyle C3 değeri de azalmıştır. Spelt unu ilavesinin %25 olduğu formülasyonlarda C3 torku

artarken, diğer oranlarda ise azalmıştır. Nişasta jelinin stabilitesi ve amilaz aktivitesini ifade eden C4 torku spelt ve armut unları ilavesiyle düşüş göstermiştir. C5 torku 90°C' den 50°C'ye soğutulurken nişasta retrogradasyonunu ölçmektedir ve C5 torkunun düşmesi bayatlamamanın gecikmesi anlamına gelmektedir (Şahin ve diğerleri, 2014). Spelt ve armut ununun ilavesiyle C5 torkunu düşürmüştür. En düşük C5 torku %0 *Triticum aestivum*, %90 *Triticum spelt* ve %10 armut unu bulunan formülasyon olan 15. ekmekte çıkmıştır.

Farklı oranlarda spelt ve armut oranlı un karışımlarının Chopin protokol (+) indeks tipi sonuçları Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Su kaldırma, yoğurma, glüten, viskozite, amilaz ve retrogradasyon değerleri 0'dan 9'a puanlanarak değerlendirilmiştir. Su absorpsiyonu, yoğurma, glüten ve viskozite değerleri sayı büyüdükçe artışı ifade ederken, amilaz ve retrogradasyon değerlerinde sayı büyüdükçe azalışı ifade etmektedir (Anonim, 2012b). Kontrol unu olarak üretilen 1 numaralı ekmekte su kaldırması 3 iken farklı oranlarda spelt ve armut unu ilavesinde bu değer 8'e kadar çıkmıştır. Kontrol ununun yoğurma indeks değeri 3 iken %5 armut unu ilavesi ile bu değer 1'e düşmüştür. En kararlı hamur yoğurma 4, 5 ve 6 numaralı ekmek formülasyonlarından elde edilmiştir. Glüten indeks değerleri kontrol ununda 3 iken, spelt ve armut unu ilavesiyle glüten miktarında seyrelme ve kalitesinde azalma meydana gelerek, kontrol unundan daha düşük değerler (1-2) elde edilmiştir. Viskozite değerlendirilmesinde ise 1, 7, 10, 12 ve 13 numaralı un karışımları 5 puan ile en yüksek skoru aldığı, diğer formülasyonların ise 3 ve 4 değerlerini aldığı belirlenmiştir. Kontrol ununun amilaz indeks tipi değeri 8 iken spelt ve armut unu ilaveli ekmeklerin değerleri 1 ve 7 arasında değişmiştir. Retrogradasyon indeks tipi sonuçlarında ise kontrol ekmeği 6 çıkarken, spelt unu ilaveli ekmeklerde 6 ve 7 değerinde çıkmıştır. Bu durum spelt unundan yapılan ekmeklerin ekmeklik undan yapılan ekmeklere göre daha bayatlamaya yatkın olduğunu ifade etmektedir. Kontrol ununa sadece armut unu ilavesi ise indeks tipi değerlerini 4'e düşürmüştür ve durum bayatlamaya olumlu etkisini göstermektedir.

**Çizelge 4.2 :** Farklı oranlarda *Triticum spelt* ve armut unu ilaveli un karışımlarının miksolab sonuçları.

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i> unu (%) | <i>Triticum spelt</i> unu (%) | Armut unu (%) | Gelişme süresi (dak.) | Hamur stabilitesi (dak.) | C2 Torku (Nm) | C3 Torku (Nm) | C4 Torku (Nm) | C5 Torku (Nm) | A      | $\beta$ | $\gamma$ | Su absorpsiyonu (%) |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|---------|----------|---------------------|
| 1     | 100                              | 0                             | 0             | 1,920                 | 9,400                    | 0,452         | 1,726         | 1,850         | 2,614         | -0,094 | 0,462   | 0,024    | 57,0                |
| 2     | 95                               | 0                             | 5             | 1,230                 | 7,400                    | 0,390         | 1,587         | 1,545         | 2,168         | -0,078 | 0,454   | 0,000    | 57,0                |
| 3     | 90                               | 0                             | 10            | 1,280                 | 7,470                    | 0,348         | 1,520         | 1,408         | 2,049         | -0,078 | 0,424   | 0,024    | 57,3                |
| 4     | 75                               | 25                            | 0             | 2,320                 | 7,870                    | 0,364         | 2,522         | 1,527         | 2,377         | -0,084 | 0,406   | 0,006    | 58,0                |
| 5     | 70                               | 25                            | 5             | 4,170                 | 7,400                    | 0,383         | 1,542         | 1,471         | 2,270         | -0,078 | 0,402   | -0,020   | 57,9                |
| 6     | 65                               | 25                            | 10            | 3,620                 | 7,580                    | 0,313         | 1,508         | 1,333         | 2,027         | -0,092 | 0,406   | -0,050   | 56,0                |
| 7     | 50                               | 50                            | 0             | 2,980                 | 6,570                    | 0,359         | 1,589         | 1,501         | 2,487         | -0,086 | 0,488   | -0,024   | 57,5                |
| 8     | 45                               | 50                            | 5             | 2,980                 | 7,050                    | 0,322         | 1,523         | 1,353         | 2,212         | -0,082 | 0,484   | -0,036   | 56,5                |
| 9     | 40                               | 50                            | 10            | 3,370                 | 7,270                    | 0,288         | 1,538         | 1,249         | 2,000         | -0,086 | 0,298   | -0,056   | 57,0                |
| 10    | 25                               | 75                            | 0             | 2,730                 | 6,030                    | 0,315         | 1,558         | 1,388         | 2,450         | -0,078 | 0,588   | -0,044   | 58,0                |
| 11    | 20                               | 75                            | 5             | 2,370                 | 6,020                    | 0,333         | 1,557         | 1,332         | 2,256         | -0,076 | 0,452   | -0,036   | 56,7                |
| 12    | 25                               | 75                            | 10            | 2,220                 | 6,850                    | 0,304         | 1,586         | 1,155         | 2,032         | -0,098 | 0,442   | -0,070   | 58,0                |
| 13    | 0                                | 100                           | 0             | 3,180                 | 4,300                    | 0,331         | 1,622         | 1,250         | 2,404         | -0,068 | 0,670   | -0,072   | 59,1                |
| 14    | 0                                | 95                            | 5             | 2,920                 | 4,730                    | 0,333         | 1,568         | 0,919         | 2,222         | -0,074 | 0,438   | -0,122   | 60,4                |
| 15    | 0                                | 90                            | 10            | 3,320                 | 6,520                    | 0,327         | 1,492         | 1,108         | 1,782         | -0,080 | 0,444   | -0,080   | 62,4                |

**Çizelge 4.3 :** Farklı oranlarda *Triticum spelt* ve armut unu ilaveli un karışımlarının Chopin protokol+ indeks tipi sonuçları.

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i><br>unu (%) | <i>Triticum spelt</i><br>unu (%) | Armut<br>unu (%) | Su<br>kaldırma | Yoğurma | Gluten | Viskozite | Amilaz | Retrogradasyon |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------|---------|--------|-----------|--------|----------------|
| 1     | 100                                 | 0                                | 0                | 3              | 3       | 3      | 5         | 8      | 6              |
| 2     | 95                                  | 0                                | 5                | 3              | 1       | 3      | 4         | 7      | 4              |
| 3     | 90                                  | 0                                | 10               | 4              | 2       | 2      | 3         | 6      | 4              |
| 4     | 75                                  | 25                               | 0                | 5              | 4       | 2      | 4         | 6      | 6              |
| 5     | 70                                  | 25                               | 5                | 5              | 4       | 1      | 4         | 6      | 6              |
| 6     | 65                                  | 25                               | 10               | 2              | 4       | 1      | 4         | 4      | 5              |
| 7     | 50                                  | 50                               | 0                | 4              | 2       | 2      | 5         | 7      | 7              |
| 8     | 45                                  | 50                               | 5                | 3              | 3       | 1      | 4         | 5      | 6              |
| 9     | 40                                  | 50                               | 10               | 3              | 3       | 1      | 4         | 4      | 5              |
| 10    | 25                                  | 75                               | 0                | 5              | 2       | 2      | 5         | 6      | 7              |
| 11    | 20                                  | 75                               | 5                | 3              | 2       | 1      | 4         | 5      | 6              |
| 12    | 25                                  | 75                               | 10               | 5              | 2       | 1      | 5         | 1      | 6              |
| 13    | 0                                   | 100                              | 0                | 6              | 2       | 2      | 5         | 3      | 7              |
| 14    | 0                                   | 95                               | 5                | 7              | 2       | 2      | 4         | 1      | 7              |
| 15    | 0                                   | 90                               | 10               | 8              | 2       | 2      | 3         | 1      | 6              |

### 4.3 Ekmek Analiz Sonuçları

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

Ekmeklerin renk değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Ekmek kabuk  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 34,24-67,79; 4,15-12,05 ve 15,73-25,67 arasında değişim göstermiştir. Ekmeklerin iç renkleri ise  $L^*$  değeri 42,82-76,24;  $a^*$  değeri 0,94-7,95 ve  $b^*$  değeri 13,56-21,56 olarak ölçülmüştür. Ekmeklerin iç ve kabuk renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) istatistiksel olarak incelendiğinde farklılık önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.  $L^*$  değerinin en yüksek olduğu ekmek sadece en parlak un olan ekmeklik undan yapılan ekmeklerde çıkmıştır. Kabukta bu değer 67,79 iken ekmek iç kısmında 76,24 olarak belirlenmiştir. Bozdoğan'ın (2015) yılında yaptığı çalışmada en yüksek  $L^*$  değeri kontrol keklerde çıkmıştır. Ekmek kabuk renginin oluşumundaki Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları (Şahin, 2017) sebebiyle kabuk kısmı iç kısmına göre daha koyu olmuş ve  $L^*$  değeri daha düşük çıkmıştır. Spelt ununun ve armut ununun aşamalı olarak artırılması, genel olarak  $L^*$  değerinde düşüş gerçekleştirmiştir. Kabukta ve iç kısmındaki en düşük  $L^*$  değeri spelt ve armut ununun en fazla olduğu formülasyon olan 15. ekmekte çıkmış olup sırasıyla bu değerler 34,24 ve 42,82 şeklinde ölçülmüştür. Armut ununun  $L^*$  değerini azaltmasının sebebi, ahlat armudunun zengin renk pigmentleriyle alakalı olduğu düşünülmektedir (Şengül ve diğerleri, 2018).

Ekmeklerin  $a^*$  (kırmızılık) değerlerinde kabuk ve iç kısmında spelt ununun artmasıyla bir artış gözlemlenmiştir. Ekmek iç kısmı için armut unu ilavesi kendi içinde artış göstermiştir.  $b^*$  (sarılık) değeri incelendiğinde, spelt ununun artması iç kısmında  $b^*$  değerini artırırken, kabuk kısmında %100 *Triticum spelt* ununun kullanıldığı ekmek hariç yine artış gözlemlenmiştir. Armut ununun artması ise ekmeklerin hem kabuk hem de iç kısmında  $b^*$  değerini azaltmıştır.

Kartal, (2013) ahlat armut lifi ile %10, %20 ve %30 ikame ederek ürettiği kek örneklerinde en yüksek  $L^*$  değeri yüzey ve iç kısımlarının her ikisinde de kontrol kekleri olmuştur. Yüzey kısmının en yüksek  $a^*$  ve  $b^*$  değeri kontrol kekinde olurken, iç kısmındaki en yüksek  $a^*$  değeri %30 ahlat armut lif ikameli örnek olurken  $b^*$  değeri en yüksek değeri kontrol örneğinde çıkmıştır.

**Çizelge 4.4 : Ekmeklerin renk değerleri.**

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i> unu (%) | <i>Triticum spelt</i> unu (%) | Armut unu (%) | Ekmek kabuk rengi |               |              | Ekmek iç rengi |             |              |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------|----------------|-------------|--------------|
|       |                                  |                               |               | L*                | a*            | b*           | L*             | a*          | b*           |
| 1     | 100                              | 0                             | 0             | 67,79±0,42a       | 4,29±0,53f    | 19,78±0,00de | 76,24±0,31a    | 0,94±0,02l  | 17,18±0,07ef |
| 2     | 95                               | 0                             | 5             | 52,26±3,06c       | 4,15±1,36f    | 17,14±0,00f  | 58,53±0,13c    | 3,35±0,00k  | 14,27±0,07h  |
| 3     | 90                               | 0                             | 10            | 48,53±0,01d       | 6,60±0,15e    | 15,73±0,00g  | 52,04±0,46e    | 5,63±0,06i  | 13,56±0,15i  |
| 4     | 75                               | 25                            | 0             | 59,16±0,11b       | 10,48±1,37c   | 23,43±0,09bc | 62,51±0,42b    | 3,42±0,01k  | 20,31±0,52b  |
| 5     | 70                               | 25                            | 5             | 49,59±3,17d       | 8,94±0,06d    | 22,72±0,34c  | 51,58±0,07e    | 4,65±0,05j  | 16,79±0,18f  |
| 6     | 65                               | 25                            | 10            | 48,16±0,19d       | 5,95±0,04e    | 19,38±1,30e  | 49,89±0,06fg   | 6,51±0,18g  | 15,26±0,12g  |
| 7     | 50                               | 50                            | 0             | 49,04±0,21d       | 12,32±0,04a   | 25,36±0,00a  | 57,41±0,20d    | 5,43±0,21i  | 21,45±0,45a  |
| 8     | 45                               | 50                            | 5             | 46,79±0,49def     | 11,09±0,02bc  | 23,19±0,18c  | 51,90±0,08e    | 6,01±0,00h  | 18,46±0,19d  |
| 9     | 40                               | 50                            | 10            | 44,80±1,00fg      | 8,21±0,02 d   | 19,50±0,12e  | 49,37±0,69g    | 7,08±0,01de | 17,57±0,16e  |
| 10    | 25                               | 75                            | 0             | 45,69±0,23ef      | 12,05±0,12ab  | 25,67±0,21a  | 50,33±0,32f    | 6,71±0,06f  | 21,56±0,21a  |
| 11    | 20                               | 75                            | 5             | 42,39±0,38gh      | 11,35±0,02abc | 24,19±0,09b  | 48,51±0,26h    | 6,99±0,04e  | 19,28±0,07c  |
| 12    | 25                               | 75                            | 10            | 41,31±0,22h       | 10,27±0,12c   | 17,33±0,03f  | 45,42±0,73i    | 7,80±0,06b  | 17,49±0,02e  |
| 13    | 0                                | 100                           | 0             | 40,45±0,47hi      | 11,14±0,00abc | 20,60±0,33d  | 49,77±0,25fg   | 7,18±0,02d  | 21,26±0,05a  |
| 14    | 0                                | 95                            | 5             | 38,37±0,28i       | 10,42±0,02c   | 16,48±0,21fg | 45,60±0,09i    | 7,36±0,02c  | 18,55±0,05d  |
| 15    | 0                                | 90                            | 10            | 34,24±0,18i       | 10,80±0,26c   | 16,18±0,68g  | 42,82±0,05i    | 7,95±0,03a  | 17,34±0,025e |
| P     |                                  |                               |               | 0                 | 0             | 0            | 0              | 0           | 0            |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (p<0.05).

#### 4.3.2 Ekmek ağırlığı, hacmi ve pişme kaybına ait sonuçlar

Ekmeklerin pişme kaybı ve hacim değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Pişme kaybı değerleri başlangıç hamur ağırlığından ekmek ağırlığı çıkarılmasıyla elde edilmiştir (Şahin ve diğerleri, 2018). Ekmeklerin pişme kayıp değerleri %11,09-13,82 aralığında çıkmış olup değerler birbirine yakındır. Hamur ekmeğe dönüşürken gerçekleşen nem kaybı pişme sırasında gerçekleşen önemli bir parametredir (Tuluk ve diğerleri, 2018). Armut ununun her üç ekmekte %0, %5 ve %10 şeklinde arttığı formülasyonlu ekmeklerin her üçü incelendiğinde en fazla nem miktarı, %10 armut ikameli ekmeklerde çıkmıştır. Genel olarak lif miktarının artması nem miktarını artırırken pişme kaybı değerinde bir azalma gözlemlenmiştir. Bu sonuç lif miktarının artışına bağlanmıştır.

Somun hacmi, ekmek kalitesi için önemli bir göstergedir (Şahin, 2017). Ekmeklerin hacim sonuçlarına bakıldığında spelt ve armut ununun kademeli olarak artırılması ekmek hacmini düşürmüştür. En düşük hacimli ekmekler %0 *Triticum aestivum* un içeren formülasyonlu ekmeklerde olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin meyve sebze unlarının glüten içermemesi ve spelt ununun da glüten kalitesinin düşük olması sebebine bağlanmıştır. Bojnanska ve Francakova (2002) spelt unundan yaptığı somunları ekmeklik una göre yapılan somunlardan daha düşük hacimde bulmuştur. Spelt unu, ekmeklik una göre daha fazla gluten içermesine rağmen daha az esnektir (Moudry ve Vlasak, 1996; Stehno ve diğerleri, 1998). Bu sebeple ekmekte daha düşük hacim gözlenmektedir. Armut ununun artırılması da ekmekte hacmi azaltmıştır. Badem ve Koyuncu'nun (2022)'de yaptığı çalışmada, kompozit un karışımına eklenen şalgam ununun artışı da ekmek hacmini düşürmüştür.

**Çizelge 4.5 :** Ekmeklerin pişme kaybı ve hacim değerlerine ait sonuçlar.

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i><br>unu(%) | <i>Triticum spelt</i><br>unu(%) | Armut unu<br>(%) | Pişme kaybı  | Hacim         |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------|---------------|
| 1     | 100                                | 0                               | 0                | 13,74±0,09a  | 731,70±2,36a  |
| 2     | 95                                 | 0                               | 5                | 13,61±0,14a  | 631,70±2,36b  |
| 3     | 90                                 | 0                               | 10               | 13,08±0,39ab | 610,00±4,71c  |
| 4     | 75                                 | 25                              | 0                | 13,31±0,53ab | 640,00±4,71b  |
| 5     | 70                                 | 25                              | 5                | 13,36±0,11ab | 601,70±2,36c  |
| 6     | 65                                 | 25                              | 10               | 13,39±0,18ab | 570,00±0,00d  |
| 7     | 50                                 | 50                              | 0                | 13,68±0,39a  | 556,70±4,71d  |
| 8     | 45                                 | 50                              | 5                | 12,55±0,08bc | 525,00±11,79e |
| 9     | 40                                 | 50                              | 10               | 12,07±0,23cd | 500,00±14,14f |
| 10    | 25                                 | 75                              | 0                | 13,82±1,08a  | 506,70±4,71f  |
| 11    | 20                                 | 75                              | 5                | 13,40±0,48ab | 501,70±2,36f  |
| 12    | 25                                 | 75                              | 10               | 11,09±0,74e  | 460,10±14,19g |
| 13    | 0                                  | 100                             | 0                | 13,04±0,00ab | 470,00±9,43g  |
| 14    | 0                                  | 95                              | 5                | 13,31±0,09ab | 460,00±9,43g  |
| 15    | 0                                  | 90                              | 10               | 11,52±0,01de | 475,00±7,07g  |
| P     |                                    |                                 |                  | 0            | 0             |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (p<0.05).



**Şekil 4.1 :** 1, 2 ve 3 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %100, %95, %90; *Triticum spelt* %0, %0 %0; armut unu %0, %5, %10).



**Şekil 4.2 :** 4, 5 ve 6 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %75, %70, %65; *Triticum spelt* %25, %25; %25; armut unu %0, %5, 10).



**Şekil 4.3 :** 7, 8 ve 9 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %50, %45, %40; *Triticum spelt* %50, %50; %50; armut unu %0, %5, %10).



**Şekil 4.4 :** 10, 11 ve 12 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %25, %20, %15; *Triticum spelt* %75, %75; %75; armut unu %0, %5, %10).



**Şekil 4.5 :** 13, 14 ve 15 nolu ekmekler (soldan sağa, sırasıyla *Triticum aestivum* %0, %0, %0; *Triticum spelt* %100, %95, %90; armut unu %0, %5, %10).

#### 4.3.3 Ekmek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Ekmeklerin kimyasal ve biyoaktif bileşen analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de verilmiştir. Ekmeklerin kül sonuçları %1,905-3,460 değerleri arasında çıkmıştır. Sonuçların kül analizleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Armut ununun bulunmadığı formülasyonlarda ekmeklik una (%0,61), spelt unu (%2,15) ilavesi ile artırılan formülasyonlarla hazırlanan ekmeklerdeki kül içeriği artış göstermiştir. En fazla kül içeriği, mineralce zengin olan armut unu (%2,52 kül) olması sebebiyle, armut ununun artırıldığı formülasyonlarda kendi içinde bir artış görülmüştür. Ekmekte en yüksek kül içeriği %3,46 değeri ile *Triticum aestivum*’un (%0), *Triticum spelt* (%90) ve armut’un (%10) olduğu 15. ekmekte çıkmıştır.

Ekmeklik un ile yapılan somun ekmekte kül miktarı (tuz hariç) %0,65-1,1 olarak belirlenmiştir. Ekmekteki kül miktarı hammadde farklılık gösterdikçe değişmektedir. Örneğin, bu değer tam buğday ekmeğinde %1,2- 2,9 olurken, mısırlı ekmekte %1,1-2,0, yulaflı ekmekte %0,7-1,5 olarak belirtilmiştir (MEB, 2018). Uchoa ve diğerleri (2009)’da guava ve kaju meyve unlarını farklı oranlarda kullanarak bisküvi üretimi gerçekleştirip ikame oranının artırılması ile kül değerinin yükseldiğini gözlemlemişlerdir. İstatistiki olarak kül değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığını ( $p>0,05$ ) belirtmişlerdir. Bozdoğan, (2015)’de armut posası tozu %0, %4, %8, %12 ikame oranları ile kek üretimi gerçekleştirmiş ve kül içeriklerini sırasıyla %1,48, %1,45, %1,40 ve %1,47 olarak tespit etmiştir. (Olçay, 2019).

Farklı kurutma teknikleri ile kurutularak üretimi yapılan kamkat meyvelerinden bisküvi üretildiği bir çalışmada bisküvi örneklerindeki kül miktarları %1,05-1,51 değerleri arasında bulunmuştur. Bu çalışmada, hem bisküvi ikame oranlarının hem de farklı kurutma tekniklerinin istatistiki olarak kül değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını gözlemlemişlerdir ( $p>0,05$ ). Yine bu çalışmada, üretimi yapılan keklerin kül oranları %0,97-1,25 çıkarken, ikame oranlarının etkisi istatistiki olarak önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur (Olçay, 2019). Bojnanska ve Francakova (2002) yaptıkları çalışmada, *Triticum spelt*’in beş çeşidini kullanarak ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Pişirme kalite göstergesi olarak bu 5 çeşidin ortalaması alınıp kül değeri %2,10, azotlu maddeler ise (N:5,7) ortalama %15,46 olarak belirlenmiştir.

Ekmeklerin yağ sonuçları %0,20-0,605 değerleri arasında çıkmıştır. Sonuçlar istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En fazla yağ içeriğine sahip spelt

ununun artmasıyla (%75 spelt unu eklenen formülasyon hariç) genel olarak ekmek yağ miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Aynı şekilde, spelt ununun %0 olduğu ve armut ununun %0, %5 ve %10 şeklinde arttığı formülasyonlarda (ilk üç ekmek) en az yağ içeriğine sahip ekmeklik unun azalmasıyla ekmek yağ yüzdelerinde azalma gözlemlenmiştir. Ekmeklik unun en az yağ içeriğine sahip olması sebebiyle en düşük yağ içeren ekmek de sadece ekmeklik undan yapılan 1. ekmekte çıkmıştır.

Ekmeklerin protein sonuçları %7,110-10,910 değerleri arasında çıkmıştır. Sonuçlar istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En fazla protein içeriğine sahip spelt unu (protein un %14,30) artırıldıkça ekmeklerin de protein oranları artmış, en düşük protein içeriğine sahip armut ununun (protein un %3,85) artırıldığı formülasyonlardaki ekmeklerde protein miktarında azalma gözlemlenmiştir. Ekmeklerdeki en fazla protein yüzdesi %10,91 değeri ile sadece spelt unu ile yapılan formülasyon olan 13. ekmekte çıkmıştır. Levent, (2014) yaptığı çalışmada, ticari beyaz undan ürettiği somun ekmekte protein miktarını %11,56 olarak belirlemiştir.

Bozdoğan, (2015) yaptığı çalışmada, Santa maria tipi armut posasından elde edilen armut unu ile kek üretimi gerçekleştirmiştir. Çekirdekleri çıkarılıp 280 µm elekten geçirilen armut unu kullanılmış ve ksantan gam ile pirinç unu, patates nişastası ve kinoa unu ikame edilerek üretim gerçekleştirilmiştir. %0, %4, %8 ve %12 oranlarında armut posası ve %0, %0,5 ve %1 oranlarında ksantan gam kullanılmıştır. Sonuç olarak protein miktarları %8,71-9,50 arasında çıkmıştır. Hiç gam içermeyen ve %0,5 gam içeren örneklerde armut posa miktarı arttıkça kek örneklerindeki protein miktarında bir azalma gözlemlenmiştir. Bu duruma formülasyonlara ikame edilen pirinç unu, patates nişastası ve kinoa ununun sebep olduğu düşünülmektedir.

Ekmeklerin toplam karbonhidrat sonuçları %66,80-78,56 değerleri arasında çıkmıştır. Sonuçlar istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En az toplam karbonhidrat değerine sahip olan spelt ununun (spelt un toplam karbonhidrat %72,96) artması ekmeklerdeki toplam karbonhidrat değerinde bir azalmaya sebep olmuştur. Ekmeklik unun, spelt unundan fazla olduğu formülasyonlarda armut ununun %0, %5 ve %10 şeklinde artması ekmekleri kendi içinde etkilememiştir. Bütün formülasyonlar değerlendirildiğinde en fazla toplam karbonhidrat içeren ekmeğin %78,56 değeriyle %95 *Triticum aestivum*, %0 *Triticum spelt*, %5 armut unlu formülasyon olan 2. ekmek olduğu belirlenmiştir. En düşük toplam karbonhidrat içeren ekmeğin ise %66,80 değeriyle %0 *Triticum aestivum*, %90

*Triticum spelt* ve %10 armut unlu formülasyon olan 15. ekmek olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz, (2017) yaptığı çalışmada, ekmeklik un, çavdar unu ve bamya tohumu unu kullanmıştır. Bamya tohumu ununu hem kavurarak hem de kavrulmamış halde ayrı ayrı kullanmıştır. Kompozit unda %70 buğday unu ve %30 çavdar unu kontrol olarak hazırlanmış ve bamya tohumu unu ise %0, %10, %20 ve %30 oranlarında ikame edilmiştir. Bamya tohumu unu kuru bazda toplam karbonhidrat %40,68 olarak tespit edilmiştir. Kontrol kompozit unun toplam karbonhidrat değeri %73,08 iken kavrulmamış bamya tozu unu kullanılan unda %57,66 ve kavrulmuş bamya tohumu unu kullanılan unda ise %62,97 değerine düştüğü görülmektedir. Kontrol ekmeğinin toplam karbonhidrat değeri ise %49,20 iken %30'luk kavrulmamış bamya tohumu unu ikameli ekmekte %35,09 ve %30'luk kavrulmuş bamya tohumu tozu ikameli ekmekte %38,97 olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, bamya tohumu ilavesi kompozit un karışımlarında toplam karbonhidrat değerini düşürdüğü görülmektedir.

Ekmeklerin toplam fenolik madde, troloks eşdeğeri antioksidan kapasite ve DPPH antioksidan kapasite sonuçları sırasıyla; 70,270-327,240 (mg GAE/g km); 3,77-12,67 (mM Trolox/g un) ve 4,79-14,24 (% inhibisyon) değerleri arasında çıkmıştır. Sonuçların hepsi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Spelt ununun %0, %25, %50, %75 ve %100 olarak arttığı formülasyonlarda, spelt ununun, ekmeklik una göre toplam fenolik içeriğinin fazla olması sebebiyle bir artış gözlemlenmiştir. 1613,80 mg GAE/100 g km değeriyle en fazla toplam fenolik içeriğe sahip armut ununun %0, %5 ve %10 şeklinde artmasıyla da her bir grupta kendi içinde bir artış gözlemlenmiştir. Bütün formülasyonlar değerlendirildiğinde, en fazla toplam fenolik madde içeren ekmeğin 327,240 mg GAE/100 g, km değeriyle %0 *Triticum aestivum*, %90 *Triticum spelt* ve %10 armut unlu formülasyon olan 15. ekmek olduğu tespit edilmiştir. En düşük DPPH antioksidan kapasite %100 *Triticum aestivum* formülasyon olan 1. ekmekte çıkmıştır. Genel olarak spelt ve armut unu ilavesi antioksidan kapasite değerini artırmıştır. Aynı şekilde spelt ununun kademeli şekilde artırılması, spelt ununun ekmeklik una göre troloks eşdeğeri antioksidan kapasite değerinin fazla olması sebebiyle ekmek örneklerinde artış göstermiştir. 12,99 mM Troloks/ g örnek troloks eşdeğeri antioksidan kapasite değeriyle en fazla içeriğe sahip armut ununun %0, %5 ve %10 şeklinde artmasıyla da her bir grupta kendi içinde bir artış gözlemlenmiştir. Bütün formülasyonlar değerlendirildiğinde, en fazla

troloks eşdeğeri antioksidan kapasite içeren ekmeğin 12,67 mM Trolox/g örnek değeriyle %0 *Triticum aestivum* %90 *Triticum spelt* ve %10 armut unlu formülasyolan 15. ekmeğin olduğu tespit edilmiştir.

Furkan Erdoğan, (2022) farklı meyveler kullanarak ekmeğin üretimi yaptığı çalışmada, toplam fenolik madde ve troloks eşdeğeri antioksidan kapasite ve DPPH antioksidan kapasite analizleri gerçekleştirmiştir. Değerleri sırasıyla şu şekilde bulmuştur: Beyaz ekmeğin 3,37 mg GAE/ 100 g, 0,60 mg TE/ 100g, 0,69 mg TE/100g; çilekli ekmeğin 7,07 mg GAE/ 100 g, 1,50 mg TE/ 100g, 1,24 mg TE/ 100g; böğürtlen ekmeğin 10,29 mg GAE/ 100 g, 1,46 mg TE/ 100g, 1,64 mg TE/ 100g; mor havuç ekmeğin 8,10 mg GAE/ 100 g, 1,56 mg TE/ 100g, 1,41 mg TE/ 100g ve karadut ekmeğin 10,45 mg GAE/ 100 g, 2,56 mg TE/ 100g, 1,54 mg TE/ 100g. Meyve-sebze unlarının ekmeğe eklenmesi kontrol ekmeğine göre toplam fenolik madde içeriği, troloks eşdeğeri ve DPPH antioksidan kapasite değerinde artışa sebep olmuştur.

**Çizelge 4.6 : Ekmeklerin kimyasal analiz sonuçları.**

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i><br>unu(%) | <i>Triticum spelt</i><br>unu(%) | Armut<br>unu (%) | Kül<br>(%)*  | Yağ<br>(%)*    | Protein<br>(%)* | Toplam<br>karbonhidrat (%)* |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------------------|
| 1     | 100                                | 0                               | 0                | 1,905±0,007k | 0,210±0,000ı   | 7,870±0,000d    | 78,195±0,064a               |
| 2     | 95                                 | 0                               | 5                | 1,995±0,007j | 0,310±0,000h   | 7,160±0,381e    | 78,560±0,198a               |
| 3     | 90                                 | 0                               | 10               | 2,135±0,021I | 0,370±0,028fgh | 7,110±0,000e    | 74,475±0,064d               |
| 4     | 75                                 | 25                              | 0                | 2,155±0,007I | 0,325±0,049gh  | 9,290±0,000c    | 77,290±0,042b               |
| 5     | 70                                 | 25                              | 5                | 2,280±0,042ı | 0,480±0,000bc  | 8,325±0,559d    | 76,995±0,573bc              |
| 6     | 65                                 | 25                              | 10               | 2,350±0,014ı | 0,570±0,057a   | 7,940±0,028d    | 76,450±0,099c               |
| 7     | 50                                 | 50                              | 0                | 2,490±0,028h | 0,390±0,000efg | 9,445±0,149c    | 73,150±0,210e               |
| 8     | 45                                 | 50                              | 5                | 2,645±0,035g | 0,450±0,000cde | 7,920±0,000d    | 73,625±0,134e               |
| 9     | 40                                 | 50                              | 10               | 2,805±0,078f | 0,470±0,042bcd | 7,170±0,000e    | 73,590±0,169e               |
| 10    | 25                                 | 75                              | 0                | 2,940±0,042e | 0,360±0,028fgh | 9,975±0,276b    | 70,190±0,169g               |
| 11    | 20                                 | 75                              | 5                | 3,030±0,000d | 0,405±0,064def | 9,380±0,042c    | 75,060±0,099d               |
| 12    | 25                                 | 75                              | 10               | 3,180±0,000c | 0,605±0,049a   | 8,295±0,488d    | 71,780±0,552f               |
| 13    | 0                                  | 100                             | 0                | 3,250±0,028c | 0,530±0,000ab  | 10,910±0,000a   | 67,805±0,078ı               |
| 14    | 0                                  | 95                              | 5                | 3,340±0,098b | 0,590±0,000a   | 10,310±0,028b   | 69,175±0,417h               |
| 15    | 0                                  | 90                              | 10               | 3,460±0,000a | 0,565±0,007a   | 10,260±0,000b   | 66,800±0,467I               |
| P     |                                    |                                 |                  | 0            | 0              | 0               | 0                           |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (p<0.05); Kuru madde esasına göre verilmiştir.

**Çizelge 4.7 : Ekmeklerin biyoaktif bileşen sonuçları.**

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i><br>unu(%) | <i>Triticum spelt</i><br>unu(%) | Armut unu<br>(%) | Toplam fenolik<br>madde (mg GAE/g<br>km) | Troloks eşdeğeri<br>antioksidan kapasite<br>(mM Trolox/g un) | Antioksidan kapasite<br>(% inhibisyon) |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1     | 100                                | 0                               | 0                | 70,270±0,286m                            | 3,77±0,325f                                                  | 4,79±0,61g                             |
| 2     | 95                                 | 0                               | 5                | 89,660±0,574l                            | 4,37±0,191f                                                  | 13,71±0,20cde                          |
| 3     | 90                                 | 0                               | 10               | 138,67±0,300I                            | 7,38±0,785d                                                  | 16,62±0,85a                            |
| 4     | 75                                 | 25                              | 0                | 89,830±0,000I                            | 4,43±0,00f                                                   | 15,39±0,29b                            |
| 6     | 70                                 | 25                              | 5                | 123,94±0,573j                            | 6,12±0,12e                                                   | 12,75±0,85ef                           |
| 6     | 65                                 | 25                              | 10               | 165,05±0,868ı                            | 9,05±0,00c                                                   | 14,02±0,65cd                           |
| 7     | 50                                 | 50                              | 0                | 117,96±0,197k                            | 4,50±0,149f                                                  | 12,17±0,04f                            |
| 8     | 45                                 | 50                              | 5                | 171,600±0,398h                           | 8,62±0,191c                                                  | 12,39±0,04f                            |
| 9     | 40                                 | 50                              | 10               | 232,910±1,202d                           | 10,88±0,747b                                                 | 12,34±0,66f                            |
| 10    | 25                                 | 75                              | 0                | 184,720±0,605g                           | 5,89±0,721e                                                  | 13,19±0,07cdef                         |
| 11    | 20                                 | 75                              | 5                | 197,920±0,191f                           | 8,49±0,191c                                                  | 12,36±0,15f                            |
| 12    | 25                                 | 75                              | 10               | 240,340±0,200c                           | 12,20±0,495a                                                 | 12,94±0,07def                          |
| 13    | 0                                  | 100                             | 0                | 218,710±1,122e                           | 7,36±0,169d                                                  | 12,88±0,42ef                           |
| 14    | 0                                  | 95                              | 5                | 256,050±0,006b                           | 10,04±0,057b                                                 | 14,24±0,58c                            |
| 15    | 0                                  | 90                              | 10               | 327,240±0,623a                           | 12,67±0,403a                                                 | 13,65±0,28cde                          |
| P     |                                    |                                 |                  | 0                                        | 0                                                            | 0                                      |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (p<0.05); Kuru madde esasına göre verilmiştir.

#### 4.3.4 Ekmek tekstür değerlerine ait sonuçlar

Ekmek örneklerinin 0. 24. ve 72. saatlerindeki tekstür analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir. Ekmeklerin ilk gün sertlik sonuçları 1311,4-8050,0; ikinci gün sonuçları 2302,2-10361,0 ve üçüncü gün ise 4010,2-12948,0 değerleri arasında belirlenmiştir. Ekmeklerin tekstür özellikleri incelendiğinde, ekmek kalitesi için önemli bir parametre olan sertlik değerinde spelt ve armut ikame oranları arttıkça artış gözlemlenmiş ve 0 (üretimden 2 saat sonra), 24 ve 72. saatlerin sertlik değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Sertlik değeri, ekmekleri sıkıştırmada uygulanan maksimum kuvveti temsil etmektedir (Yüksel, 2019). Sonuçlara göre, ekmeklerin zamana bağlı olarak sertlik değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Bu durumun zamanla ekmeklerin iç yumuşaklığını kaybetmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yumuşaklığın kaybedilmesinin sebebi, nişasta retrogradasyonu ve ekmek içinin nem kaybetmesi olduğu düşünülmektedir (Postoğlu, 2018). Tüm örnekler incelendiğinde, en yüksek sertlik değerleri 72. saatte ölçümü yapılan ekmeklerde çıkmıştır. Şen, (2013) yaptığı çalışmada, ekmeklere %0, %5, %7,5 ve %10 oranlarında meyve çekirdeği ikame etmiş ve oranlar arttıkça sertlik değerinde artış gözlemlenmiştir.

Ekmeklerin elastikiyet sonuçları ilk gün, ikinci gün ve üçüncü gün sonuçları sırasıyla şu şekilde bulunmuştur; 0,867-0,958; 0,765-0,963 ve 0,802-0,939. Elastikiyet, ekmek örneklerinin geri kazanım oranlarını ifade etmektedir (Yüksel, 2019). Ekmek örneklerinin 0. ve 24. saatlerinin ölçümlerine göre elastikiyet değerleri birbirine yakın olmasına rağmen önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuş olup, 72. saatteki ölçüm istatistiki olarak önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. 0. ve 24. saatteki ölçümler birbirine çok yakın değerlerde çıkmasına rağmen 72. saatteki değerlerin 0. güne göre azaldığı ve ekmeklerin elastikiyet özelliğini kaybettiği görülmüştür. Formülasyonlar kendi içinde incelendiğinde, ekmeklik unun elastikiyeti artırdığı görülmektedir.

Ekmeklerin iç yapışkanlık sonuçları ilk gün, ikinci gün ve üçüncü gün sonuçları sırasıyla; 0,660-0,821; 0,553-0,718 ve 0,507-0,562 olarak belirlenmiştir. İç yapışkanlık, ekmeğin mekanik işlem uygulandığı andaki parçalanma hızıdır ve bu değer bir birimi yoktur (Szczeniak, 1963; Burne, 1978; Pons ve Finszman, 1996). Ekmek örneklerinin 0. ve 24. saatlerinin ölçümlerine göre iç yapışkanlık değerleri önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuş olup, 72. saatteki ölçüm istatistiki olarak önemsiz

( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Genel olarak spelt ununun ekmek iç yapışkanlık değerini azalttığı görülmüştür.

Ekmeklerin çiğnenebilirlik sonuçları ilk gün, ikinci gün ve üçüncü gün sonuçları sırasıyla; 1029,9-4954,7; 1363,7-4333,5 ve 1930,4-4770,0 olarak belirlenmiştir. Çiğnenebilirlik, ekmeğin ağızda dişler tarafından parçalanırken gereken enerji cinsinden hesaplanmaktadır (Yüksel, 2019). Genel olarak spelt unu çiğnenebilirliği artırmıştır. Sıfırinci saatten 72. saate gidildiğinde bütün değerlerde bir artış gözlemlenmiştir. Yılmaz, (2017) farklı oranlarda ekmek formülasyonuna ikame edilen bamya tohumu unu artışının çiğnenebilirliği artırdığını ifade etmiştir.

Ekmeklerin esneklik sonuçları ilk gün, ikinci gün ve üçüncü gün sonuçları sırasıyla; 0,41-0,394; 0,205-0,324 ve 0,177-0,237 olarak tespit edilmiştir. Ekmek esnekliği, uygulanan kuvvet geri çekildiğinde ekmeğin tekrar eski formuna dönebilme yeteneğini temsil etmektedir (Yüksel, 2019). Esneklik değerlerinin tamamı istatistiki olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Ekmeklerin esneklik değerleri 5. formülasyon ekmeğine kadar sıfırinci günden 24. saatteki ölçüm daha yüksek değerde çıkarken, 72. saatteki ölçüm de 0. saatteki ölçümden daha düşük çıkmıştır. 5. formülasyondan sonraki ekmeklerde sıfırinci günden 72. saate gidildikçe ekmek esnekliğinde azalma gözlemlenmiştir. Bütün değerler incelendiğinde en düşük değerler, sıfırinci saat sırasıyla 0,45, 0,42 ve 0,43 olarak ilk 3 ekmek olmuştur.

**Çizelge 4.8 :** Ekmek örneklerine ait ilk gün (üretimden 2 saat sonra) tekstür analiz sonuçları.

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i> unu (%) | <i>Triticum spelt</i> unu (%) | Armut unu (%) | Sertlik (g)     | Elastikiyet    | İç yapışkanlık | Çiğnenebilirlik  | Esneklik     |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|--------------|
| 1     | 100                              | 0                             | 0             | 1311,4±27,75h   | 0,958±0,01a    | 0,821±0,011a   | 1029,9±48,29f    | 0,45±0,02a   |
| 2     | 95                               | 0                             | 5             | 1472,4±701,54gh | 0,94±0,00b     | 0,795±0,000b   | 1097,1±527,28f   | 0,42±0,00b   |
| 3     | 90                               | 0                             | 10            | 1827,8±96,12gh  | 0,934±0,00b    | 0,801±0,001b   | 1379,1±55,12 f   | 0,43±0,01b   |
| 4     | 75                               | 25                            | 0             | 2069,9±211,15g  | 0,939±0,002b   | 0,795±0,01b    | 1542,90±174,86ef | 0,41±0,01b   |
| 5     | 70                               | 25                            | 5             | 1839,2±0,00gh   | 0,927±0,00bc   | 0,772±0,009c   | 1190,5±151,28f   | 0,394±0,005c |
| 6     | 65                               | 25                            | 10            | 2075,5±30,03g   | 0,912±0,00de   | 0,744±0,002d   | 1348,7±59,19 f   | 0,343±0,011d |
| 7     | 50                               | 50                            | 0             | 3473,1±0,00f    | 0,932±0,01b    | 0,739±0,00d    | 2218,0±56,98 d   | 0,353±0,00 d |
| 8     | 45                               | 50                            | 5             | 3320,0±0,00f    | 0,918±0,00cd   | 0,728±0,00e    | 2074,4±256,65de  | 0,342±0,004d |
| 9     | 40                               | 50                            | 10            | 3273,2±0,00f    | 0,887±0,005gh  | 0,714±0,00f    | 2415,5±401,74cd  | 0,339±0,000d |
| 10    | 25                               | 75                            | 0             | 5860,7±442,92cd | 0,901±0,013ef  | 0,696±0,00g    | 3657,8±201,29b   | 0,345±0,00d  |
| 11    | 20                               | 75                            | 5             | 5250,6±0,00d    | 0,873±0,014hı  | 0,681±0,00g    | 2982,0±297,62c   | 0,319±0,00e  |
| 12    | 25                               | 75                            | 10            | 4452,1±96,94e   | 0,844±0,000I   | 0,648±0,00ı    | 2560,8±393,67cd  | 0,308±0,00e  |
| 13    | 0                                | 100                           | 0             | 8050,0±691,12a  | 0,888±0,006fg  | 0,694±0,004g   | 4954,7±419,74a   | 0,285±0,001f |
| 14    | 0                                | 95                            | 5             | 6873,5±56,08b   | 0,867±0,000ı   | 0,669±0,004h   | 3970,8±192,65b   | 0,278±0,00f  |
| 15    | 0                                | 90                            | 10            | 6265,3±453,19bc | 0,881±0,004ghı | 0,660±0,00h    | 3682,4±215,11b   | 0,269±0,00g  |
| P     |                                  |                               |               | 0               | 0              | 0              | 0                | 0            |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (p<0.05); Kuru madde esasına göre verilmiştir.

**Çizelge 4.9 :** Ekmek örneklerine ait ikinci gün (24 saat sonra) tekstür analiz sonuçları.

| Ekmek | <i>Triticum<br/>aestivum</i><br>unu(%) | <i>Triticum<br/>spelt</i><br>unu(%) | Armut<br>unu<br>(%) | Sertlik (g)      | Elastikiyet   | İç yapışkanlık | Çiğnenebilirlik | Esneklik        |
|-------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1     | 100                                    | 0                                   | 0                   | 2302,2±317,02h   | 0,963±0,003a  | 0,718±0,000 a  | 1363,7±0,00e    | 0,324±0,031a    |
| 2     | 95                                     | 0                                   | 5                   | 2776,0±753,54h   | 0,954±0,000a  | 0,679±0,015 bc | 1474,7±0,00e    | 0,315±0,022a    |
| 3     | 90                                     | 0                                   | 10                  | 3118,9±60,24h    | 0,934±0,000b  | 0,623±0,000 e  | 1831,6±26,91e   | 0,307±0,045ab   |
| 4     | 75                                     | 25                                  | 0                   | 3364,1±897,76h   | 0,906±0,000cd | 0,692±0,03 b   | 1603,7±0,00e    | 0,314±0,032a    |
| 5     | 70                                     | 25                                  | 5                   | 2877,4±56,24h    | 0,919±0,00bc  | 0,663±0,005 c  | 1758,8±59,97e   | 0,286±0,009abc  |
| 6     | 65                                     | 25                                  | 10                  | 2982,8±4,43h     | 0,765±0,013g  | 0,659±0,000 d  | 1527,9±12,37e   | 0,281±0,009abcd |
| 7     | 50                                     | 50                                  | 0                   | 5489,0±0,00fg    | 0,912±0,001c  | 0,625±0,013 e  | 2846,3±328,92d  | 0,248±0,013bcde |
| 8     | 45                                     | 50                                  | 5                   | 4532,6±186,85g   | 0,889±0,004d  | 0,614±0,000 ef | 2545,5±3,07d    | 0,253±0,016bcde |
| 9     | 40                                     | 50                                  | 10                  | 5915,1±1059,25ef | 0,856±0,003ef | 0,583±0,000 g  | 3047,0±410,73d  | 0,229±0,019cde  |
| 10    | 25                                     | 75                                  | 0                   | 7896,6±403,76bc  | 0,870±0,01e   | 0,602±0,00 fg  | 4333,5±539,94b  | 0,238±0,022cde  |
| 11    | 20                                     | 75                                  | 5                   | 6968,5±209,77cd  | 0,86±0,00ef   | 0,553±0,000 h  | 3588,9±282,85c  | 0,221±0,034de   |
| 12    | 25                                     | 75                                  | 10                  | 6574,3±195,17de  | 0,858±0,00ef  | 0,586±0,000 g  | 2902,1±0,00d    | 0,216±0,019e    |
| 13    | 0                                      | 100                                 | 0                   | 10361,0±8,10a    | 0,894±0,015d  | 0,597±0,00 fg  | 5588,5±5,05a    | 0,226±0,007cde  |
| 14    | 0                                      | 95                                  | 5                   | 8714,3±337,99b   | 0,867±0,005e  | 0,586±0,00 g   | 4319,1±300,53b  | 0,205±0,11e     |
| 15    | 0                                      | 90                                  | 10                  | 7224,9±213,38cd  | 0,843±0,019f  | 0,594±0,000 fg | 3646,8±106,18c  | 0,233±0,009cde  |
| P     |                                        |                                     |                     | 0                | 0             | 0              | 0               | 0,002           |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (p<0.05); Kuru madde esasına göre verilmiştir.

**Çizelge 4.10 :** Ekmek örneklerine ait üçüncü gün (72 saat sonra) tekstür analiz sonuçları.

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i><br>unu(%) | <i>Triticum spelt</i><br>unu(%) | Armut<br>unu<br>(%) | Sertlik         | Elastikiyet  | İç yapışkanlık | Çiğnenebilirlik | Esneklik     |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|
| 1     | 100                                | 0                               | 0                   | 4010,2±157,36f  | 0,939±0,015a | 0,562±0,039a   | 2118,4±183,21e  | 0,237±0,024a |
| 2     | 95                                 | 0                               | 5                   | 4737,3±0,00ef   | 0,925±0,013a | 0,554±0,006a   | 1930,4±613,88e  | 0,227±0,016a |
| 3     | 90                                 | 0                               | 10                  | 5161,5±4,62ef   | 0,875±0,051a | 0,533±0,019a   | 2411,5±76,78e   | 0,212±0,006a |
| 4     | 75                                 | 25                              | 0                   | 4736,9±342,46ef | 0,889±0,037a | 0,541±0,007a   | 2276,6±58,56e   | 0,216±0,009a |
| 5     | 70                                 | 25                              | 5                   | 4535,6±0,00ef   | 0,895±0,001a | 0,544±0,025a   | 2047,5±134,75e  | 0,212±0,013a |
| 6     | 65                                 | 25                              | 10                  | 5188,2±110,46e  | 0,848±0,013a | 0,529±0,071a   | 2319,4±321,71e  | 0,193±0,029a |
| 7     | 50                                 | 50                              | 0                   | 6651,1±0,00d    | 0,802±0,112a | 0,507±0,076a   | 2470,4±47,14e   | 0,202±0,069a |
| 8     | 45                                 | 50                              | 5                   | 6907,3±141,66d  | 0,875±0,007a | 0,512±0,014a   | 3069,5±52,80d   | 0,183±0,013a |
| 9     | 40                                 | 50                              | 10                  | 8397,6±1514,55c | 0,858±0,018a | 0,509±0,039a   | 3626,1±295,75cd | 0,182±0,024a |
| 10    | 25                                 | 75                              | 0                   | 10340,0±773,22b | 0,869±0,021a | 0,529±0,045a   | 4732,6±156,08b  | 0,185±0,019a |
| 11    | 20                                 | 75                              | 5                   | 9173,0±121,49c  | 0,824±0,033a | 0,525±0,005a   | 3947,5±265,22c  | 0,181±0,001a |
| 12    | 25                                 | 75                              | 10                  | 8619,7±218,78c  | 0,829±0,001a | 0,512±0,013a   | 3656,4±15,94cd  | 0,178±0,016a |
| 13    | 0                                  | 100                             | 0                   | 12948,0±102,72a | 0,872±0,021a | 0,540±0,028a   | 6079,1±527,75a  | 0,185±0,016a |
| 14    | 0                                  | 95                              | 5                   | 10691,0±27,598b | 0,840±0,011a | 0,534±0,004a   | 4770,0±38,66b   | 0,181±0,002a |
| 15    | 0                                  | 90                              | 10                  | 8876,6±712,77c  | 0,852±0,005a | 0,510±0,003a   | 3848,1±261,88c  | 0,177±0,003a |
| P     |                                    |                                 |                     | 0               | 0,087        | 0,911          | 0               | 0,274        |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder ( $p<0.05$ ); Kuru madde esasına göre verilmiştir.

#### 4.3.5 Ekmek örneklerine ait duyuşal analiz sonuçları

Ekmeklerin duyuşal değerlendirme sonuçları izelge 4.11’de verilmiştir. Ekmeklerin renk ve koku-aroma değerlendirmesi istatistiksel olarak önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Tat, hacim, ekmek i gözenek homojenliği, sertlik ve genel beğeni özellikleri ise değerler birbirine yakın olmasına rağmen önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Panelistler, tat ve ekmek i gözenek homojenliği değerlendirmesinde en düşük puanları spelt ununun %100 olduğu formülasyon grubu ekmeklerine vermişlerdir. Hacim değerlendirmesinde en düşük puanı spelt ve armut unlarının maksimum olduğu formülasyon almıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, genel puanlamada, en çok beğenilen ekmek örnekleri %5 armut unu içerenler olmuştur. Ekmeklik buğday unu- armut unu (%95-%5) ile ekmeklik buğday unu- armut unu- spelt unu (%70-%5-%25) karışımları, fonksiyonel tatlı ekmek üretimi için uygun formülasyonlar olarak belirlenmiştir.

Yaptıkları alışmada *Triticum spelt*’in beş çeşidini kullanarak ekmek üretimi gerçekleştiren Bojnanska ve Francakova, (2002) ekmeklerin duyuşal değerlendirmesini yapmıştır. Sonuçlara göre, ekmeklerin kabuk kısmı kestane renk ve iç kısmının da krem si olduğunu tespit etmişlerdir. Gözenekliliğin ve esnekliğin iyi olduğunu, kokunun ise güzel olduğunu belirtmişlerdir. Panelistler ekmeklerin tadını genel anlamda güzel bulmuşlardır. Kartal, (2013) alışmasında, ahlat lifi ile %0, %10, %20 ve %30 ikameli şekilde üretimi gerçekleştirilen keklerinin duyuşal değerlendirilmesi yapılmış; tat-koku, gözenek yapısı ve genel görünüş değerlendirmelerine göre en yüksek puanları %10, en düşük puanları %30 ahlat lifi ikameli kekler almıştır. Genel olarak, ahlat lif ikamesinin artması puanlarda azalmaya sebep olmuştur. Erçetin ve diğerleri, (2021) alışmasında, %5, %10 ve %20 ahlat armut unu ikameli kurabiye üretimi gerçekleştirmişlerdir. %5 armut unu katkılı ürünlerde rengin iyileştiği ve lezzetin arttığı belirtilmiştir. Genel olarak %20 armut unu ikameli ürün daha çok beğenilmiştir.

**Çizelge 4.11 : Ekmeklerin duyusal değerlendirme sonuçları.**

| Ekmek | <i>Triticum aestivum</i><br>unu(%) | <i>Triticum spelt</i><br>unu(%) | Armut<br>unu<br>(%) | Renk        | Tat           | Koku-aroma  | Hacim         | Ekmek iç gözenek<br>homojenliği | Sertlik       | Genel beğeni  |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------|
| 1     | 100                                | 0                               | 0                   | 4,30±0,949a | 4,44±0,497ab  | 4,20±0,632a | 4,80±0,422a   | 4,50±0,527a                     | 4,44±0,497a   | 4,10±0,738abc |
| 2     | 95                                 | 0                               | 5                   | 3,70±1,159a | 4,50±0,667ab  | 4,00±0,943a | 4,10±0,876b   | 4,25±0,408ab                    | 4,25±0,408ab  | 4,20±0,632ab  |
| 3     | 90                                 | 0                               | 10                  | 3,70±1,252a | 4,50±0,471ab  | 3,80±1,033a | 3,60±0,699bcd | 4,16±0,304ab                    | 3,50±0,408cd  | 3,90±0,876abc |
| 4     | 75                                 | 25                              | 0                   | 4,10±0,568a | 3,60±0,460d   | 4,10±0,738a | 4,00±0,471bc  | 4,20±0,789ab                    | 3,13±0,736d   | 4,00±0,667abc |
| 5     | 70                                 | 25                              | 5                   | 4,00±1,155a | 4,00±0,000bcd | 3,70±0,675a | 4,00±0,471bc  | 4,00±0,667abc                   | 4,25±0,408ab  | 4,30±0,823 a  |
| 6     | 65                                 | 25                              | 10                  | 3,70±1,418a | 4,43±0,432ab  | 3,90±0,994a | 3,50±0,972cde | 3,80±0,422bcd                   | 4,10±0,738abc | 4,00±0,667abc |
| 7     | 50                                 | 50                              | 0                   | 3,80±0,919a | 4,20±0,632abc | 4,00±0,943a | 4,00±0,000bc  | 3,63±0,456cd                    | 4,00±0,667abc | 4,33±0,471a   |
| 8     | 45                                 | 50                              | 5                   | 4,10±0,876a | 4,25±0,408abc | 3,60±0,966a | 4,00±0,667bc  | 3,56±0,497cd                    | 3,13±0,993d   | 3,63±0,456bc  |
| 9     | 40                                 | 50                              | 10                  | 4,10±0,876a | 4,56±0,497a   | 4,10±0,738a | 4,00±0,000bc  | 3,50±0,527cde                   | 3,00±0,817d   | 4,00±0,667abc |
| 10    | 25                                 | 75                              | 0                   | 4,00±0,667a | 3,58±0,434d   | 4,11±0,567a | 3,89±0,567bcd | 3,40±0,516def                   | 3,64±0,459bcd | 4,00±0,000abc |
| 11    | 20                                 | 75                              | 5                   | 4,11±0,737a | 3,67±0,817d   | 4,11±0,567a | 3,89±0,567bcd | 3,30±0,483defg                  | 4,00±0,471abc | 4,13±0,736abc |
| 12    | 25                                 | 75                              | 10                  | 4,11±0,109a | 3,74±0,342cd  | 3,67±1,054a | 3,44±0,831cde | 3,00±0,00efg                    | 3,33±0,817d   | 3,56±0,497bc  |
| 13    | 0                                  | 100                             | 0                   | 4,00±0,667a | 2,38±0,492e   | 3,11±0,875a | 3,61±0,448bcd | 2,94±0,874fg                    | 3,00±0,667d   | 3,48±0,474c   |
| 14    | 0                                  | 95                              | 5                   | 4,11±0,875a | 3,57±0,436d   | 3,44±0,831a | 3,36±0,362de  | 2,87±0,476g                     | 3,22±0,786d   | 3,66±0,409bc  |
| 15    | 0                                  | 90                              | 10                  | 4,11±1,197a | 3,73±0,413cd  | 3,78±0,786a | 2,97±0,475e   | 2,80±0,422g                     | 3,33±0,471d   | 3,60±0,466bc  |
| P     |                                    |                                 |                     | 0,986       | 0             | 0,223       | 0             | 0                               | 0             | 0,016         |

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (p<0.05); Kuru madde esasına göre verilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, ekmek üretimleri için yer değiştirme prensibi ile *Triticum spelt* unu 5 farklı oranda (%0, %25, %50, %75 ve %100) ve ahlat armut unu 3 farklı oranda (%0, %5,0 ve %10,0) kullanılarak antik buğdaylardan spelt ununun ve meyve unlarından da ahlat armut ununun ekmek ürününe etkileri incelenmiştir. Maliyeti düşük ve doyurucu olan ekmeğin zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Üretilen ekmekler fiziksel ve kimyasal yönden incelenmiş, tekstürel ve duyuşal değerlendirme yapılmıştır.

Hamur reolojisi sonuçlarına göre en kararlı yoğurma spelt ununun %25 oranında bulunduğu 4, 5 ve 6. formülasyonlarda olmuştur. Spelt unu ilavesi retrogradasyon değerini az da olsa artırmış, armut unu ise bu değeri azaltmıştır. Bu durum, spelt unundan yapılan ekmeklerin ekmeklik undan yapılan ekmeklere göre daha bayatlamaya yatkın olduğunu ifade etmektedir. Kontrol ununa sadece armut unu ilavesi ise indeks tipi değerlerini 4'e düşürmüştü ve durum bayatlamaya etkisini olumlu olarak göstermiştir. Ekmek hacimlerine bakıldığında sonuçlar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En düşük hacimli ekmeklerin %0 *Triticum aestivum* un içeren formülasyonlu ekmeklerde olduğu gözlemlenmiştir.

Spelt ve armut ununun aşamalı olarak artırılması genel olarak  $L^*$  değerinde azalmaya sebep olmuştur ( $p<0,05$ ). Spelt unu artışı ekmeklerin  $a^*$  değerlerinde, kabuk ve iç kısmında artışa sebep olurken ( $p<0,05$ ), armut unu artışı ekmek iç kısmı için  $a^*$  değerlerinde artışa sebep olmuştur. Ekmeklerin  $b^*$  değeri incelendiğinde, spelt ununun artışı ekmek iç kısmında artışa sebep olurken ( $p<0,05$ ), armut unu artışı ise ekmeklerin hem iç hem de kabuk kısmında azalışa sebep olmuştur.

Mineralce zengin olan ahlat armudu ekmek örneklerinin kül içeriğini artırmıştır ( $p<0,05$ ). En fazla yağ içeriğine sahip spelt ununun artışı ekmek yağ değerlerinde de artışa sebep olmuştur ( $p<0,05$ ). Spelt unu protein değerini artırmış ( $p<0,05$ ), fakat glüten esneme özelliği daha az olduğu için ekmek hacmini düşürmüştür. En az

toplam karbonhidrat değerine sahip olan spelt unu, ekmeklerde toplam karbonhidrat değerini düşürmüştür ( $p<0,05$ ).

Spelt ve armut ununun arttığı formülasyonlarda, toplam fenolik madde ve troloks eşdeğeri antioksidan kapasite değerlerinde bir artış gözlemlenmiştir ( $p<0,05$ ). En fazla toplam fenolik içeriğe sahip armut ununun %0, %5 ve %10 şeklinde artmasıyla her bir grupta kendi içinde bir artış gözlemlenmiştir. Bütün formülasyonlar birlikte değerlendirildiğinde, en fazla toplam fenolik madde içeren ekmeğin %0 *Triticum aestivum*, %90 *Triticum spelt*, %10 armut unlu 15. formülasyon içerikli ekmek olduğu tespit edilmiştir. En düşük antioksidan kapasite %100 *Triticum aestivum* formülasyonlu ekmekte çıkmıştır. Genel olarak, spelt ve armut unu ilavesi antioksidan kapasite değerini artırmıştır. Ekmeklik unun fenolik madde ve antioksidan kapasitesine göre kıyaslandığında, armut unu ekmeğin fonksiyonel madde miktarını, katkı miktarına göre artırmıştır. Armut unu, ekmeklik una göre yaklaşık 20 kat daha fazla fenolik madde içermektedir.

Ekmeklerin tekstür değerlendirmesi yapılmış değerler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Sonuçlara göre ekmeklerin zamana bağlı olarak sertlik değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Formülasyonlar kendi içinde incelendiğinde ekmeklik unun elastikiyeti artırdığı görülmektedir. Genel olarak, spelt ununun iç yapışkanlık değerini azalttığı görülmüştür. Genel olarak bütün değerlerde ilk günden 72. saate gidildiğinde bir artış gözlemlenmiştir. Genel olarak spelt unu çiğnenebilirliği artırmıştır. Sıfırıncı saatten 72. saate gidildiğinde bütün değerlerde bir artış gözlemlenmiştir. Ekmek esnekliklerinin bütün değerleri incelendiğinde en düşük sonuçlar, sıfırıncı günde sırasıyla 0,45, 0,42 ve 0,43 değerleriyle ilk 3 ekmek olmuştur

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, ekmeklerin renk ve koku-aroma değerlendirmesi istatistiksel olarak önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. panelistler ekmek iç gözenek homojenliği ve tat değerlendirmesinde, en düşük puanları spelt ununun %100 olduğu formülasyon grubu ekmeklerine vermişlerdir. Hacim değerlendirmesinde, en düşük puanı spelt ve armut unlarının maksimum olduğu formülasyon almıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, genel puanlamada, en çok beğenilen ekmek örnekleri %5 armut unu içerenler olmuştur. Ekmeklik buğday unu- armut unu (%95-%5) ile ekmeklik buğday unu- armut unu- spelt unu

(%70-%5-%25) karışımları, fonksiyonel tatlı ekmek üretimi için uygun formülasyonlar olarak belirlenmiştir.

## 5.2 Öneriler

Bu çalışma, günlük beslenmede önemli bir yere sahip olan ekmeğin antik buğdaylarla geliştirilmesine imkân veren ve spelt buğdayının ekmek üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma olarak ortaya konmuştur. Modern buğdaylara kıyasla daha sağlıklı olduğu düşünülen antik buğdayların özellikle çölyak hastalığı ve diğer hastalıklar için çalışmalar yetersiz olsa da bu hastalıkları olumsuz etkilemediğine dair çalışmalar mevcuttur. Bunun üzerine daha çok araştırma yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma, spelt unu ve diğer antik buğdayların korunmasını sağlayarak üretiminin artırılması ve sürdürülebilirliğini sağlayacaktır. Böylece farklı gıda formülasyonlarında kullanımına katkı sağlayacaktır. Farklı antik buğdayların ekmek üretiminde kullanımına ve spelt ununun da farklı fırıncılık ürünlerinde kullanımı üzerinde çalışılmasına olanak sağlayacaktır.

Eskiden tatlı ekmek (tatlı yufka) olarak da bilinen ahlat armut unlu ekmeğin beslenmeye kaktı sağlaması, ticarileşmesi ve tekrar ön plana çıkarılması açısından önemli bir çalışma olacağı ve literatürde konuyla ilgili boşluğu doldurmada fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca dağlarda atıl halde bulunan armudun un haline getirilmesiyle de ekonomiye kazandırılması düşünülmektedir.

Spelt unu ve özellikle ahlat armudunun içerdiği yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan maddeler, insan sağlığına faydalı yeni ürünlerin geliştirilmesinde imkan sağlayacaktır.

Gelişen tüketici bilinci fonksiyonel ürünlere gösterilen ilgiyi artırmıştır. Bu tez kompozit un kullanımına ve farklı meyve ve sebze unları ile yeni formülasyonlar geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca yüksek diyet lif ve fitokimyasallar içeren ahlat armut unu ile farklı çalışmalar yapılmasına olanak sağlayacaktır. Ahlat armut ununun literatürde protein ve yağ değerlerinin eksik olması da bu alanda çalışmak isteyenlere katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- AACC, 2000. AACC Approved Methods (10th ed.). *American Association of Cereal Chemists International* (AACC), St. Paul, MN.
- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P. ve Sosulski, F. V. W. (1998). Food Uses for Ancient Wheats. *Cereal Food World*, 43: 763-766.
- Akçura, M., Hocaoglu, O., Kılıç, H., ve Kökten, K. (2013). Karadeniz Bölgesine Ait Yerel Ekmeklik Buğday Hatlarının Tanedeki Besin Elementleri İçerikleri Yönünden Tescilli Ekmeklik Buğday Çeşitleri İle Karşılaştırılması. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi.
- Aktaş, H., Karaman, M., Erdemci, İ., Kendal, E., Tekdal, S., Kılıç, H., ve Oral, E. (2017). Sentetik ve Modern Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3(1): 25-32. doi:10.24180/ijaws.309693.
- Aktaş, H., Özberk, F., Oral E., Baloch, F. S., Doğan, S., Kahraman, M., ve Çığ, F. (2018). Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Buğday Genetik Kaynakları Bakımından Potansiyeli ve Sürdürülebilir Olarak Korunması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(2): 47-54.
- Anonim, (2012a). Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/01/20120104-6.htm>. (Erişim Tarihi: 11.07.2023).
- Anonim, (2012b). Mixolab Applications Handbook. (Basım). France: Chopin Technologies.
- Armentia, A., Martin, S., Diaz Perales, A., Palacin, A., Tordesillas, L., Herrore, M. ve Martin. Armentia, B. (2012). A Possible Hypoallergenic Cereal in Wheat Food Allergy and Baker's Asthma, *American Journal of Plant Sciences*, 3:1779-1781. doi: 10.4236/ajps.312A217.
- Arzani, A. ve Ashraf, M. (2017). Cultivated Ancient Wheats (*Triticum* spp.): A Potential Source of Health-Beneficial Food Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, doi: 10.1111/1541-4337.12262.
- Atak, M. (2017). Buğday ve Türkiye Buğday Köy Çeşitleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2):71-88.
- Ateş, F., İşıplıler, D., Aykut Tonk, F., Morgounov, Akın, B. ve Tosun, M. (2016). Bazı Modern Buğday Varyeteleri ve Yerel Çeşitlerin Melez Populasyonlarında Koleoptil Uzunluğunun Kalıtımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı-1):37-41. doi: 10.21566/tarbitderg.280131.
- Aydın, E. (2020). Unlu Mamüllerin Kompozit Unlar İle Zenginleştirilmesi. *Akademik Gıda*, 18(2): 217-227, doi: 10.24323/akademik-gida.758841.
- Aykut Tonk, F., İşıplıler, D. ve Tosun, M. (2017). Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Özellikler Arası İlişkiler ve Path Analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1):85-89, doi: 10.20289/zfdergi.297980
- Badem, A. (2021). Ekmek ve Unlu Mamuller Temel Mutfak Teknikleri ve Yönetimi, Detay Yayıncılık, Ankara.

- Badem, A. (2021). Traditional Turkish Sweet Bread Discovered in Famine: Pear Bread. *Van Yüzüncü Yıl University the Journal of Social Sciences Institute*, 53, 11-30.
- Badem, A. ve Koyuncu, M. (2022). Farklı Oranlarda Şalgam Unu İlavesinin Ekmek Özelliklerine Etkisi. 3. International Dicle Scientific Research and Innovation Congress. See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/365993101>.
- Biel, W., Jaroszewska, A., Stankowski, S., Magdalena Sobolewska, M. ve Kępińska-Pacelik, J. (2021). Comparison of Yield, Chemical Composition and Farinograph Properties of Common and Ancient Wheat Grains. *European Food Research and Technology*, 247:1525–1538. doi: 10.1007/s00217-021-03729-7.
- Bojnanska, T. ve Francakova, H. (2002). The Use Of Spelt Wheat (*Triticum spelta* L.) For Baking Applications. *Rostlinna Vyroba*, 48 (4): 141-147. doi: 10.17221/4212-PSE.
- Bonafaccia, G., Galli, V., Francisci, R., Mair, V., Skrabanja, V. ve Kreft, I. (2000). Characteristics of Spelt Wheat Products and Nutritional Value of Spelt Wheat-Based Bread. *Food Chemistry*, 68: 437-441. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00215-0.
- Bourne, M. C. (1978). Texture Profile Analylsis. *Food Technol*, 32 (7), 62-66, 72.
- Bozdoğan, N. (2015). Glutensiz Kek Formülasyonlarında Hidrokolloid ve Diyet Lifi Kullanımının Hamur Reolojisi ve Kek Kalitesi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisan Tezi. Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. ve Berset, C. L. W. T., 1995, Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. doi: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5.
- 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.
- Cresci, G. ve Escuro, A. (2016). Medical Nutriion Therapy for Lover Gastrointestinal Tract Disorders. (Ed: Mahan, L.K ve Raymond , J. L), Krause' s. Food- The Nutrition Care Process. Elsevier, St. Lois, Missouri. 14:525-559.
- Çetiner, B. (2020). Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Fonksiyonel ve Tam Buğday Ekmeği Özelliklerinin Karşılaştırılması, Kalite ve Fonksiyonel Özellikler Bakımından İyileştirme Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çıbık, C. (2017). Yüksek ve Düşük Molekül Ağırlıklı Glutenin Alt Ünitelerinin Ekmeklik Buğdayın Bazı Kalitatif Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dayısoylu, K. S., Gezginç, Y. ve Cingöz A. (2014). Fonksiyonel Gıda Mı, Fonksiyonel Bileşen Mi? Gıdalarda Fonksiyonellik. *Gıda*, 39(1): 57-62, doi: 10.5505/gida.03511.
- Demir, M. K., Olcay, N. (2020). Ekmek Üretiminde Farklı Turunçgil Albedolarının Kullanım İmkanları. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6): 1545-1553. doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.730246.

- Demirci, Ş. (2022). Buğday Ruşeymi ve Tarhana İlavesiyle Fonksiyonel ve Besleyici Özellikleri Geliştirilmiş Gevrek Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erçetin, H. K., Güneş, E. ve Olcay, G. S. (2021). Use of Ahlat Flour in Cookie Production. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 9(2): 674-686. doi: 10.21325/jotags.809.
- Ertugay, Z., Kurt, A., Elgün, A. ve Gökalp, H. Y. (1990). *Buğday, Un ve Ekmek Arasındaki Kalite İlişkisi*. Gıda Bilimi ve Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları İçinde. Erzurum.
- Furkan Erdoğan, H. (2022). Antioksidan Zengin Meyve ve Sebze Tozları İle Fonksiyonel Ekmek Üretimi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Işık, F., Urgancı, Ü. ve Turan, F. (2017). Yaban Mersini İlaveli Muffin Keklerin Bazı Kimyasal, Fiziksel ve Duyusal Özellikleri. *Akademik Gıda*, 15(2): 130-138, doi: 10.24323/akademik-gida.333664.
- Kartal, E. (2013). Ahlat ve Kozalak Meyvelerinin Yüksek Lifli Tahıl Ürünlerinde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koyuncu, M. (2014). İrmikaltı Undan Vital Gluten ve Etanol Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Levent, H. (2014). Farklı Olgunlaşma Dönemlerinde Hasat Edilen Buğdaylardan Elde Edilen Unların Somun ve Yufka Ekmeklerinin Teknolojik ve Besinsel Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mencin, M., Abramovic, H., Jamnik, P., Mikulic Petkovsek, M., Veberic, R. ve Terpinc, P. (2021). Abiotic Stress Combinations Improve the Phenolics Profiles and Activities of Extractable and Bound Antioxidants From Germinated Spelt (*Triticum spelta* L.) Seeds. *Food Chemistry*, 344. 128704. doi: 10.1016/j.foodchem.128704.
- Milli Eğitim Bakanlığı. T.C (2018). Yiyecek İçecek Hizmetleri. Ekmek Çeşitler, Ankara.
- Murathan, Z. T., Erbil, N., Düzgüner V. ve Arslan M. (2019). Şokak Armudunun (*Pyrus elaeagnifolia* Pallas) Antioksidan, Antimikrobiyal ve Mutajenik Özelliklerinin İncelenmesi. Erzincan Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 447-456. doi: 10.18185/erzifbed.489779.
- Olcay, N. (2019). Farklı Teknikler İle Kurutulmuş Kamkat Meyvesinin, Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanım İmkânları. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özçelik, B. (2007). Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık: Yeni Ürün Tasarımları. <http://www.saglik.org.tr/upload/dosya-lar/Fonksiyonel-gidalar-ve-saglik.pdf>. Erişim Tarihi: 06.06.2023.
- Öztürk, A. L. (2018). Farklı Ekmek Çeşitlerindeki Poliamin Düzeylerinin ve Ekmekten Gelen Günlük Poliamin Alım Miktarının Belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Medipol Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Pons, M ve Fıszman, S. M. (1996). Instrumental Texture Profile Analysis with

- Particular Reference to Gelled Systems. *Journal of Texture Studies*, 27: 597-624. doi: 10.1111/j.1745-4603.tb00996.x.
- Postoğlu, E. (2018). Aktif Ambalajlama ve Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Dilimlenmiş Ekmeğin Raf Ömrüne Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pruska Kedzior, A., Kedzior, Z. ve Klockiewicz Kaminska, E. (2008). Comparison of Viscoelastic Properties of Gluten From Spelt and Common Wheat. *European Food Research Technology*, 227:199–207.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C. A., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radicals in Biology and Medicine*, 26: 1231-1237. doi:10.1016/s0891-5849(98)00315-3.
- Schober, T. J., Beana, SR. ve Kuhn, M. (2006). Gluten Proteins From Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) Cultivars: A Rheological and Size Exclusion High-Performance Liquid Chromatography Study. *Journal of Cereal Science*, 44: 161–173. doi: 10.1016/j.jcs.05.007.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. ve Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis Of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants By Means Of FolinCiocalteu Reagent, in *Methods in Enzymology*, Academic Press, 152-178. doi: 10.1016/S0076-6879(99)9907-1.
- Stehno, Z., Manev, M. ve Dotlacil, L. (1998). Grain Quality Characters in Collection of Wheat Genetic Resources. *Proc. 9<sup>th</sup> Int. Wheat Genet. Symp. Saskatoon, Saskatchewan, Canada*:354-356.
- Szczesniak, A. S. (1963). Classification of Textural Characteristics. *J. Food Sci*, 28: 385-389. doi: 10.1111/j.1365-2621.tb00215.x.
- Şahin, M., Aydoğan S., Göçmen Akçacık, A. ve Hamzaoğlu S. (2014). Ekmeklik Buğday Kalite Değerlendirmesinde Miksolab Cihazının Kullanımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23 (1):7-13.
- Şahin, N. (2017). Nohut Mayasının Tam Un Ekmeği ve Glutensiz Ekmek Kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, N. (2021). Değirmencilik Yan Ürünlerinden Bonkalite Un ve Ruşeymin Ekstrüde Çerez Üretiminde Kullanımı. Doktora Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, N., Koyuncu M. ve Sayaslan A. (2018). Glutensiz ekmekte Nohut Mayası Kullanımının Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 22(4):513-524. doi:10.29050/harranziraat.382537.
- Şen, H. (2013). Bazı Doğal Bitkisel Katkıların Ekmek Hamurunun Reolojik Özellikleri İle Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisan Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şengül, M., Topdaş, E. F., Doğan, H. ve Serencam H. (2018). Artvin İlinde Geleneksel Olarak Üretilen Farklı Marmelat Çeşitlerinin Bazı Fiziksel ve

- Kimyasal Özellikleri, Antioksidan Aktiviteleri ve Fenolik Profilleri. *Akademik Gıda* 16(1) 51-59. doi:10.24323/akademik-gida.415888.
- Şenoğlu, T. (2019). Antik Buğday Türlerinin İnsan Sağlığıyla İlintisi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tokaç Er, N. ve Yabancı Ayhan, N. (2023). Bazı Yerel Buğday Türlerinin ve Kefirin Ekmek Yapımında Kullanımı. *Toros University, Journal of Food, Nutrition and Gastronomy*. doi: 10.58625/jfng-2059.
- Tuluk, K., Tavman, Ş., Altinel, B., Kumcuoğlu, S. ve Glaue, Ş. (2018). Farklı Oranlarda Bamya Tozu İkamisinin Beyaz Ekmeğin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Tralleis Elektronik Dergisi*. Cilt:2 Sayı:3. 139-153.
- Tuna, H E. (2015). Gıda Atığı Olan Vişne, Nar, Kabak ve Kayısı Çekirdeklerinin Kek Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TÜBER (Türkiye Beslenme Rehberi) (2022). T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara.
- Tüysüz, B., Çakır, Ö. ve Dertli E. (2021). Bazı Yabani Meyve Türlerinin Antioksidan Kapasitesi, Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Fenolik Asit Profiline Belirlenmesi. *Avrupa Bilim Teknoloji Dergisi*. 21; 191-197. doi: 10.31590/ejosat.818925.
- Uchoa, A. M. A., Correia da Costa, J. M., Maia, G. A., Meira, T. R., Sousa, P. H. M. ve Brasil, I. M., (2009). Formulation and Physicochemical and Sensorial Evaluation of Biscuit-Type Cookies Supplemented with Fruit Powders. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64; 153–159. doi: 10.1007/s11130-009-0118-z.
- Yıldız, B., Çakıcı, A., Yaprak Uslu, D. ve Uslu, H. (2021). Ekmek Üretiminde Ekşi Maya Üzerine Taze Meyvelerin Kullanımının Etkisi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi. *Mühendislik Bilimler Dergisi*. 10(1): 150- 159. doi: 10.28948/ngumuh.756207.
- Yıldız, M. Y. ve Özkaya, T. (2019). Atalık Buğdaylara Dönüş ve Öncü Girişimler. *Meltem İzmir Akdeniz Akademisi Dergisi*, (5): 27-59. doi: 10.32325/iaad.2.
- Yılmaz, E. (2021). Antik Buğdayların Tarım ve Gastronomi Açısından Önemi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Ayvansaray Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Yılmaz, M. (2017). Buğday/Çavdar/Bamya Kompozit Ununun Ekmeğin Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, M. S. (2019). Balık Protein Tozunun Ekmek Üretiminde Kullanımı. *ADYÜTAYAM* 7, (2):18-26.
- Yılmaztekin, M. [http://www.vankim.com/Files/Ekmek%20uretim%20teknolojisi\(1\).pdf](http://www.vankim.com/Files/Ekmek%20uretim%20teknolojisi(1).pdf) “Ekmek Üretim Teknolojisi” (Erişim Tarihi: 17.08.2023).

- Yurdatapan, S. (2014) Türkiye'de Ekmek Sanayi ve Ekmek Tüketim Eğilimleri: Edirne ili Merkez ilçe örneği. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yüksel, A. (2019). Agar ve Selüloz Gam İlavesinin Kavılca (*Triticum Spelta L.*) Un ve Ekmeğinin Reolojik ve Dokusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2):855-861. doi:10.21597/jist.441336.
- Zielinski, H., Ceglinska, A. ve Michalska, A. (2008). Bioactive Compounds in Spelt Bread. *European Food Research and Technology*. 226:537-544. doi: 10.1007/s00217-007-0568-1.



## EKLER

EK A: Duyusal değerlendirme formu

TARİH:

NO:

### (A) Renk Testi

#### Duyusal Değerlendirme Formu

|          | 1 (Beğenmedim) | 2 | 3 (Ne beğenmedim ne beğendim) | 4 | 5 Çok beğendim |
|----------|----------------|---|-------------------------------|---|----------------|
| Örnek-1  |                |   |                               |   |                |
| Örnek -2 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -3 |                |   |                               |   |                |

1-Beğenmedim; 2-Biraz beğenmedim; 3-Ne beğendim ne beğenmedim; 4-Beğendim; 5-Çok beğendim

### (B) Tat Testi

|          | 1 (Beğenmedim) | 2 | 3 (Ne beğenmedim ne beğendim) | 4 | 5 Çok beğendim |
|----------|----------------|---|-------------------------------|---|----------------|
| Örnek -1 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -2 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -3 |                |   |                               |   |                |

1-Beğenmedim; 2-Biraz beğenmedim; 3-Ne beğendim ne beğenmedim; 4-Beğendim; 5-Çok beğendim

### (C) Koku- Aroma Testi

|          | 1 (Beğenmedim) | 2 | 3 (Ne beğenmedim ne beğendim) | 4 | 5 Çok beğendim |
|----------|----------------|---|-------------------------------|---|----------------|
| Örnek -1 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -2 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -3 |                |   |                               |   |                |

1-Beğenmedim; 2-Biraz beğenmedim; 3-Ne beğendim ne beğenmedim; 4-Beğendim; 5-Çok beğendim

### (D) Hacı

|          | 1 (Beğenmedim) | 2 | 3 (Ne beğenmedim ne beğendim) | 4 | 5 Çok beğendim |
|----------|----------------|---|-------------------------------|---|----------------|
| Örnek -1 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -2 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -3 |                |   |                               |   |                |

1-Beğenmedim; 2-Biraz beğenmedim; 3-Ne beğendim ne beğenmedim; 4-Beğendim; 5-Çok beğendim

### (E) Gözenek Homojenliği

|          | 1 (Beğenmedim) | 2 | 3 (Ne beğenmedim ne beğendim) | 4 | 5 Çok beğendim |
|----------|----------------|---|-------------------------------|---|----------------|
| Örnek -1 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -2 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -3 |                |   |                               |   |                |

1-Beğenmedim; 2-Biraz beğenmedim; 3-Ne beğendim ne beğenmedim; 4-Beğendim; 5-Çok beğendim

**(F) Sertlik**

|          | 1 (Beğenmedim) | 2 | 3 (Ne beğenmedim ne beğendim) | 4 | 5 Çok beğendim |
|----------|----------------|---|-------------------------------|---|----------------|
| Örnek -1 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -2 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -3 |                |   |                               |   |                |

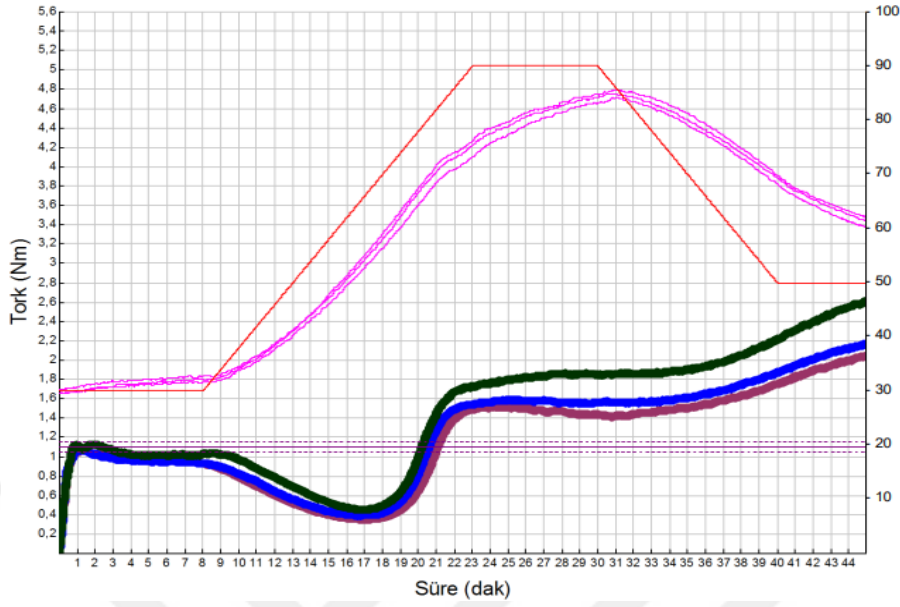
1-Beğenmedim; 2-Biraz beğenmedim; 3-Ne beğendim ne beğenmedim; 4-Beğendim; 5-Çok beğendim

**(G) Genel Kabul Edilebilirlik**

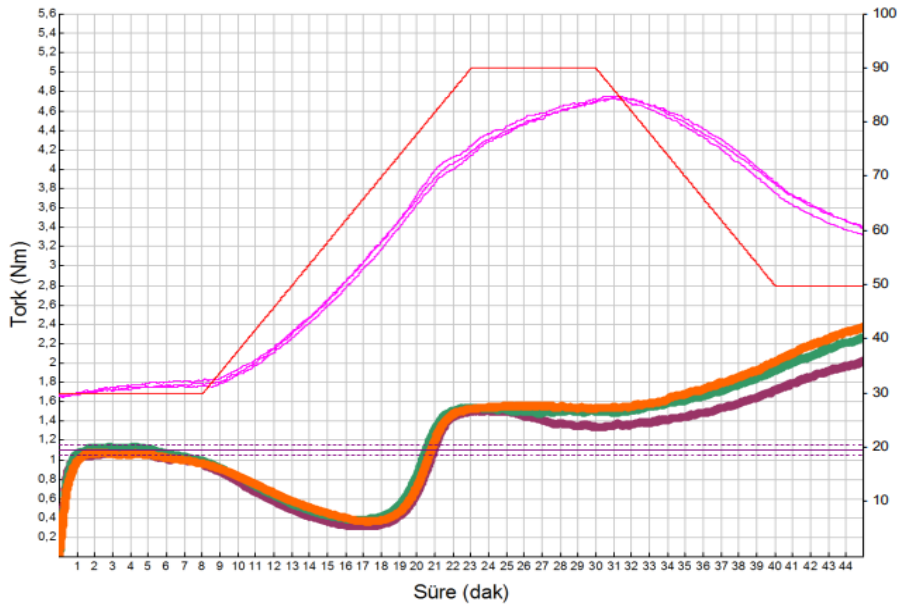
|          | 1 (Beğenmedim) | 2 | 3 (Ne beğenmedim ne beğendim) | 4 | 5 Çok beğendim |
|----------|----------------|---|-------------------------------|---|----------------|
| Örnek -1 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -2 |                |   |                               |   |                |
| Örnek -3 |                |   |                               |   |                |

1-Beğenmedim; 2-Biraz beğenmedim; 3-Ne beğendim ne beğenmedim; 4-Beğendim; 5-Çok beğendim

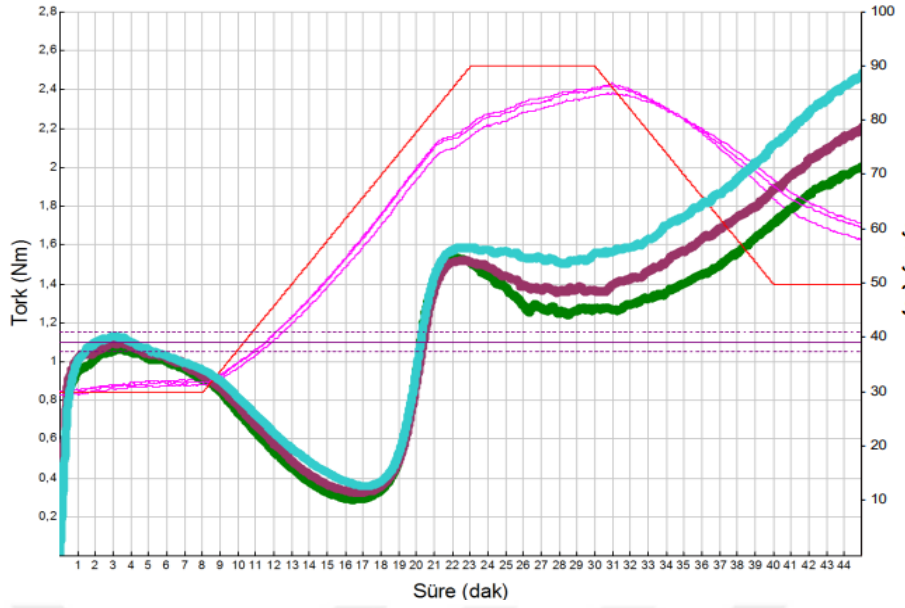
## EK B: Miksolab grafikleri



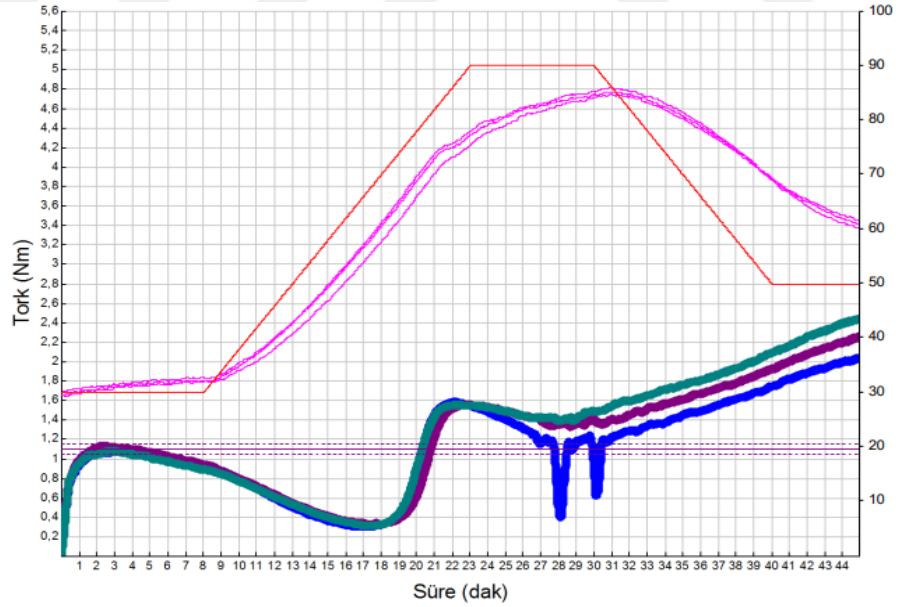
**Şekil B 1 :** Farklı oranlarda *Triticum aestivum* ve armut unundan hazırlanan karışımların miksolab grafiği (Deneme deseninde 1, 2 ve 3 numaralı ekmeklere aittir).



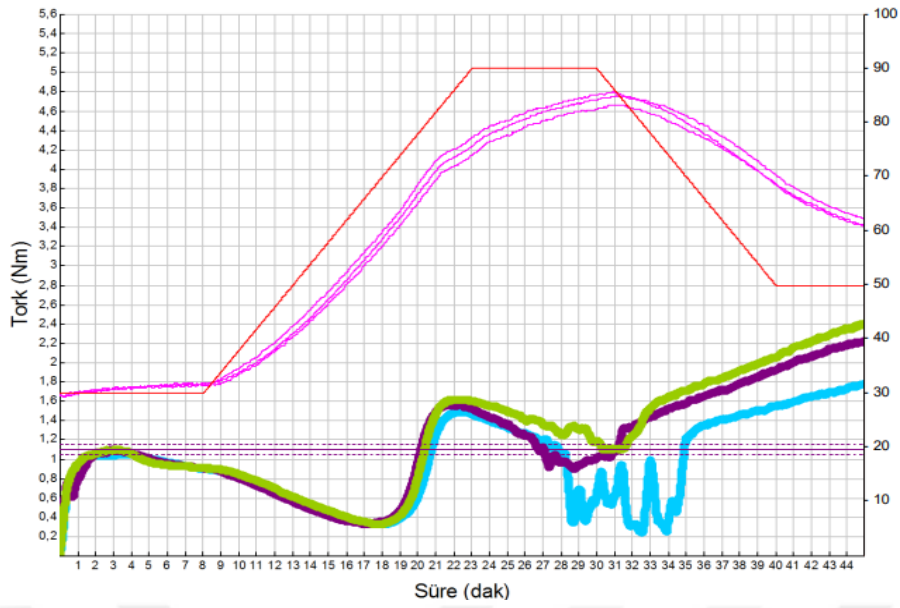
**Şekil B 2 :** Farklı oranlarda *Triticum aestivum*, *Triticum Spelt* ve armut unundan hazırlanan karışımların miksolab grafiği (Deneme deseninde 4, 5 ve 6 numaralı ekmeklere aittir).



**Şekil B 3 :** Farklı oranlarda *Triticum aestivum*, *Triticum Spelt* ve armut unundan hazırlanan karışımların miksolab grafiği (Deneme desende 7, 8 ve 9 numaralı ekmeklere aittir).



**Şekil B 4 :** Farklı oranlarda *Triticum aestivum*, *Triticum Spelt* ve armut unundan hazırlanan karışımların miksolab grafiği (Deneme desende 10, 11 ve 12 numaralı ekmeklere aittir).



**Şekil B 5 :** Farklı oranlarda *Triticum Spelt* ve armut unundan hazırlanan karışımların miksolab grafiği (Deneme deseninde 13, 14 ve 15 numaralı ekmeklere aittir).

## ÖZGEÇMİŞ

