

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**BAZI YEREL VE KAVUZLU BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN  
EKMEK, BİSKÜVİ VE KRAKERLERİN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Nurel ARSLAN ÜNAL**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2025**

**Her hakkı saklıdır**

# ÖZET

Doktora Tezi

## BAZI YEREL VE KAVUZLU BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN EKMEK, BİSKÜVİ VE KRAKERLERİN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Nurel ARSLAN ÜNAL

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Bazı yerel ve kavuzlu buğday çeşitleri, tam tahıl şeklinde tüketilmeleri halinde fenolik bileşikler, tokoferoller, karotenoidler, vitaminler, mineraller ve besinsel lifler gibi fonksiyonel bileşenler açısından modern buğday türlerine göre üstün özellikler gösterdiği yönündeki yaklaşımlardan dolayı son yılların popüler çalışma konusu olmuştur. Bu çalışmada ülkemizde yetiştirilen dört farklı yerel (Köse 220-39, Sivas 111-33, Ak 702 ve Sünter), üç kavuzlu (Siyez, Kavılca ve Spelt) buğday çeşidinden elde edilen tam tane unları, üç farklı ekmeklik buğday ununa (Tosunbey, Bayraktar ve Şanlı) farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) katılarak ekmek, bisküvi ve kraker yapılmıştır. Tosunbey buğday unu ekmek, Bayraktar buğday unu bisküvi ve Şanlı buğday unu kraker yapımında kullanılmıştır. Ekmek, bisküvi ve krakerlerin fonksiyonel özellikleri, teknolojik kaliteleri ve duyusal özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca yerel ve kavuzlu buğdayların tam unları ve modern buğday unlarının fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının serbest fenolik ekstraktlarında *ferulik*, *vanilik*, *hidroksi benzoik*, *sinapik* ve *siringit* asit belirlenirken, bağlı ekstraktlarında bunların yanında *p-kumarik* asit belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları kavuzlu buğdaylardan Spelt buğdayının fitik asit miktarının düşük, çözünen diyet lif bakımından ise zengin olduğunu göstermiştir. Yerel ve kavuzlu buğday tam buğday unu katkısı, katma oranının artışına bağlı olarak hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin tekstürel özelliklerini olumsuz etkilemiş buna karşılık ekmeklerin fonksiyonel özelliklerini iyileştirmiştir. Bisküvi ve krakerlerin, yerel ve kavuzlu buğday tam buğday unu katkısı diyet lif, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivitelerini arttırmış ve bu artış %100 katkı oranında daha fazla olmuştur. Artan oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısının kraker ve bisküvilerin renklerini koyulaştırmıştır. Sonuç olarak kontrol gurubuyla örnekler karşılaştırıldığında %25 ve %50 katkı oranına kadar tam buğday unu katılmasının ekmeklerin, bisküvilerin ve krakerlerin fiziksel, tekstürel ve duyusal özelliklerini koruduğu görülmüştür.

**Şubat 2025, 172 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Yerel buğday, kavuzlu buğday, fenolik madde, fitik asit, diyet lif, ekmek, bisküvi, kraker

## ABSTRACT

PhD Thesis

### DETERMINATION OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF BREAD, COOKIES AND CRACKERS OBTAINED FROM SOME LANDRACE AND HULLED WHEAT VARIETIES

Nurel ARSLAN ÜNAL

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Berin ÖZKAYA

Some landrace and hulled wheat varieties have become popular subjects of study in recent years due to approaches suggesting that they have superior properties compared to modern wheat varieties in terms of functional components such as phenolic compounds, tocopherols, carotenoids, vitamins, minerals, and dietary fibers when consumed as whole grains. In this study, whole grain flours obtained from four different landraces (Köse 220-39, Sivas 111-33, Ak 702 ve Sünter) and three hulled wheat varieties (einkorn, Kavılca, and Spelt) grown in our country were added to three different bread wheat flours (Tosunbey, Bayraktar, and Şanlı) at different ratios (0, 25, 50, 75, and 100%) to make bread, cookies, and crackers. Tosunbey wheat flour was used in bread making, Bayraktar wheat flour was used in cookie making, and Şanlı wheat flour was used in cracker making. Functional properties, technological quality, and sensory properties of bread, cookies, and crackers were investigated. Additionally, the physical, chemical, and nutritional properties of landrace and hulled wheat whole flours and modern wheat flours were investigated. While *ferulic*, *vanillic*, *hydroxybenzoic*, *sinapic*, and *syringic* acids were determined in the free phenolic extracts of whole wheat flours obtained from landrace hulled and modern wheat varieties used in the study, *p-coumaric* acid was determined in their bound extracts. The results of this study showed that hulled wheat, among Spelt wheat, is low in phytic acid and rich in soluble dietary fiber. The addition of landrace and hulled whole wheat flour had a negative effect on the rheological properties of the dough and the textural properties of the bread, depending on the increase in the addition rate, but it improved the functional properties of the bread. Dietary fiber, total phenolic content, and total antioxidant activity were all raised when landrace and hulled whole wheat flour were added to cookies and crackers; this increase was greater at a 100% addition rate. Increasing amounts of landrace and hulled whole wheat flour darkened the colors of crackers and cookies. As a result, when the samples were compared with the control group, it was seen that adding whole wheat flour up to 25% and 50% added levels preserved the physical, textural, and sensory properties of breads, cookies and crackers.

**February 2025, 172 Pages**

**Key Words:** Landrace wheat, hulled wheat, phenolic compounds, phytic acid, dietary fiber, antioxidant activity, bread, cookie, cracker

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen manevi desteğini hep yanımda hissettiğim danışman hocam Sayın Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA'ya (Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), değerli bilgi ve görüşleriyle çalışmama yön veren tez izleme komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Dilek Sivri ÖZAY'a (Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), Sayın Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU'na (Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve çalışmam sırasında görüş ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Hazım ÖZKAYA'ya en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, çalışmalarım sırasında yardımcı olan Kalite ve Teknoloji Bölüm Başkanı Arzu ÖZER'e, çalışmam boyunca her zaman görüşlerini, desteği ve ilgisiyle hep yanımda olan canım arkadaşım Dr. Asiye SEİS SUBAŞI'na, mesai arkadaşım Dr. Oğuz ACAR'a, çalışmamda materyal temini konusunda çok yardımcı olan arkadaşım Dr. Ayten ALANTUR'a, Turgay ŞANAL'a ve tüm mesai arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Yorucu süreçte fedakârlıkları ve anlayışları için eşim Çağatay ÜNAL'a, canım kızım Güneş ÜNAL'a, sevgili babam Mustafa ARSLAN'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/HSGYAD/A/21/A3/P1/4986 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Doktora sürecimin bitmesini göremeyen rahmetli anneciğim Gülsüm ARSLAN'a...

Nurel ARSLAN ÜNAL  
Ankara, Ocak 2025

## İÇİNDEKİLER

### TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
2.1 Buğdayın Sınıflandırılması.....	4
2.2 Buğday Tanesinin Yapısı.....	6
2.3 Buğdayların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	7
2.4 Buğdayların Fonksiyonel Özellikleri.....	11
2.4.1 Fenolik bileşikler .....	11
2.4.2 Antioksidanlar .....	13
2.4.3 Diyet lif .....	15
2.4.4 Fitik asit .....	17
2.4.5 Mineral maddeler .....	18
2.4.6 Kavuzlu ve Yerel Buğdayların Kullanım Alanları .....	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	26
3.1 Materyal .....	26
3.2 Yöntem .....	27
3.2.1 Fiziksel analizler.....	27
3.2.1.1 Buğday örneklerinin temizliği.....	27
3.2.1.2 Bin tane ağırlığı analizi .....	27
3.2.1.3 Hektolitreye ağırlığı analizi.....	27
3.2.1.4 Tek tane karakterizasyon sistemi (SKCS) analizi .....	27
3.2.1.5 Buğday örneklerinin öğütülmesi.....	28
3.2.1.6 Renk analizi .....	28
3.2.2 Kimyasal ve fizikokimyasal analizler .....	29
3.2.2.1 Rutubet analizi.....	29

3.2.2.2 Kül analizi .....	29
3.2.2.3 Protein Analizi .....	29
3.2.2.4 Yaş gluten miktarı ile gluten indeksi analizi.....	29
3.2.2.5 Zeleny sedimentasyon analizi.....	29
3.2.2.6 Düşme sayısı analizi .....	30
3.2.3 Reolojik analizler .....	30
3.2.3.1 Farinogram özelliklerinin belirlenmesi .....	30
3.2.3.2 Alveogram özelliklerinin belirlenmesi.....	30
3.2.4 Besinsel analizler .....	30
3.2.4.1 Fitik asit ve fitat fosforu analizi .....	30
3.2.4.2 Diyet lif analizi.....	30
3.2.4.3 Toplam fenolik madde analizi .....	31
3.2.4.4 Toplam antioksidan aktivite analizi .....	31
3.2.4.5 Tam buğday unu örneklerinin serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu.....	31
3.2.4.6 Fenolik asit dağılımının belirlenmesi.....	32
3.2.4.7 Mineral madde analizi .....	32
3.2.5 Deneysel ekmek yapımı .....	33
3.2.6 Ekmeklerde yapılan analizler .....	33
3.2.6.1 Fiziksel analizler .....	33
3.2.6.2 Renk ve tekstür analizi .....	33
3.2.6.3 Besinsel analizler .....	33
3.2.6.4 Duyusal analiz.....	34
3.2.7 Deneysel bisküvi yapımı .....	34
3.2.8 Bisküvilerde yapılan analizler.....	34
3.2.8.1 Fiziksel analizler .....	34
3.2.8.2 Renk ve tekstür analizi .....	34
3.2.8.3 Besinsel analizler .....	35
3.2.8.4 Duyusal analiz.....	35
3.2.9 Deneysel kraker yapımı .....	35
3.2.10 Krakerlerde yapılan analizler .....	35
3.2.10.1 Fiziksel analizler.....	35
3.2.10.2 Renk ve tekstür analizi .....	36
3.2.10.3 Besinsel analizler .....	36

3.2.10.4 Duyusal analiz .....	36
3.2.11 İstatistiksel analiz .....	36
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>37</b>
4.1 Buğday Örneklerinin Fiziksel Özellikleri .....	37
4.2 Tam ve rafine buğday unlarının bazı özellikleri .....	39
4.2.1 Kimyasal ve fizikokimyasal özellikler .....	39
4.2.2 Reolojik özellikler .....	43
4.2.2.1 Farinogram özellikleri .....	43
4.2.2.2 Un örneklerinin alveogram özellikleri .....	47
4.2.3 Yerel ve kavuzlu tam buğday un karışımlarının alveogram özellikleri .....	49
4.2.4 Besinsel özellikler .....	52
4.2.4.1 Fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor içerikleri .....	52
4.2.4.2 Çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri .....	54
4.2.4.3 Toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri .....	56
4.2.4.4 Mineral içerikleri .....	59
4.2.4.5 Fenolik asit dağılımı .....	61
4.3 Tosunbey Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Ekmeklerin Teknolojik Özellikleri .....	67
4.3.1 Ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri .....	67
4.3.2 Ekmeklerin renk değerleri .....	69
4.3.2.1 Ekmek kabuk rengi .....	69
4.3.2.2 Ekmek iç rengi .....	72
4.3.3 Ekmeklerin tekstür profil özellikleri .....	74
4.3.3.1 Sertlik .....	74
4.3.3.2 Elastikiyet .....	77
4.3.3.3 Kohezivlik .....	79
4.3.3.4 Sakızımsılık .....	82
4.3.3.5 Çiğnenabilirlik .....	84
4.4 Tosunbey Buğday Ununa Farklı Oranda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Ekmeklerin Fonksiyonel Özellikleri .....	86
4.4.1 Ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri .....	86
4.4.2 Ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları .....	89
4.4.3 Ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları .....	91

4.4.4 Ekmeklerin mineral madde miktarları.....	93
4.4.5 Ekmeklerinin duyusal özellikleri.....	96
4.5 Bayraktar 2000 Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Bisküvilerin Teknolojik Özellikleri.....	103
4.5.1 Bisküvilerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri.....	103
4.5.2 Bisküvilerin renk değerleri.....	106
4.6 Bayraktar 2000 Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Bisküvilerin Fonksiyonel Özellikleri.....	109
4.6.1 Bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri.....	109
4.6.2 Bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları.....	112
4.6.3 Bisküvilerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları.....	115
4.6.4 Bisküvilerin mineral madde miktarları.....	117
4.6.5 Bisküvilerin duyusal analizi.....	120
4.7 Şanlı Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Krakerlerin Teknolojik Özellikleri.....	126
4.7.1 Krakerlerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri.....	126
4.7.2 Krakerlerin renk değerleri.....	130
4.8 Şanlı Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Krakerlerin Fonksiyonel Özellikleri.....	132
4.8.1 Krakerlerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri.....	132
4.8.2 Krakerlerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları.....	134
4.8.3 Krakerlerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları.....	136
4.8.4 Krakerlerin mineral madde miktarları.....	139
4.8.5 Krakerlerin duyusal analizi.....	142
5. SONUÇ.....	149
KAYNAKLAR.....	153
EKLER.....	163
EK 1 Tosunbey Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel Ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları.....	163
EK 2 Bayraktar 2000 Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Bisküvilerin Fotoğrafları.....	163
EK 3 Şanlı Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Krakerlerin Fotoğrafları.....	163
ÖZGEÇMİŞ.....	171

## SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol
cm <sup>3</sup>	Santimetre küp
dk	Dakika
g	Gram
L*	Parlaklık derecesi
a*	Kırmızılık derecesi
b*	Sarılık derecesi
ΔE*	Renk değişim değeri
J	Joule
Kg	Kilogram
M	Molarite
mg	Miligram
mL	Mililitre
N	Newton
N	Normalite
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Sodyum karbonat
NaOH	Sodyum hidroksit
ppm	Milyonda bir kısım
rpm	Dakikada devir sayısı
s	Saniye
km	Kuru madde

### Kısaltmalar

AACCI	Uluslararası Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği
AOAC	Resmi Analitik Kimyacılar Derneği
DMSO	Dimetil sülfoksit
BU	Brabender Ünitesi
TE	Troloks Eşdeğeri
FQN	Farinograf kalite numarası
DPPH	2,2- difenil-1-pikrilhidrazil
GAE	Gallik asit eşdeğeri
T	Kalınlık
W	Genişlik
ICC	Uluslararası Hububat Bilimi ve Teknolojisi Derneği

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Buğday ve atalarının evrimsel ilişkisi (Arzhani ve Ashraf 2017).....	5
Şekil 2.2 Buğday kepeğinin histolojik katmanlarının bileşimi (Saini vd. 2023) .....	7
Şekil 4.1 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin polar koordinat grafiği .....	100
Şekil 4.2 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğdayunları katılarak yapılan bisküvilerin polar koordinat grafikleri .....	123
Şekil 4.3 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin polar koordinat grafikleri .....	124
Şekil 4.4 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin ait polar koordinat grafikleri .....	145
Şekil 4.5 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin ait polar koordinat grafikleri .....	146

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Buğday örneklerinin fiziksel özellikleri.....	37
Çizelge 4.2 Tam ve rafine buğday unlarının kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri.....	40
Çizelge 4.3 Tam ve rafine buğday unlarının farinogram özellikleri .....	43
Çizelge 4.4 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak elde edilen karışımların farinogram özellikleri.....	46
Çizelge 4.5 Tam ve rafine buğday unlarının alveogram özellikleri.....	48
Çizelge 4.6 Tosunbey buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak elde edilen karışımların alveogram özellikleri.....	50
Çizelge 4.7 Tam ve rafine unların fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosfor, oranları* .....	52
Çizelge 4.8 Tam ve rafine buğday unlarının çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları* .....	55
Çizelge 4.9 Tam ve rafine buğday unlarının toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri * .....	57
Çizelge 4.10 Çalışmada kullanılan yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının mineral madde miktarları .....	60
Çizelge 4.11 Yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının serbest fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı* .....	62
Çizelge 4.12 Yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının bağlı fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı* .....	64
Çizelge 4.13 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ağırlık, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri .....	68
Çizelge 4.14 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin kabuk renk değerleri .....	71
Çizelge 4.15 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmek içi renk değerleri .....	73
Çizelge 4.16 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi sertlik değerleri .....	75
Çizelge 4.17 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi elastikiyet değerleri .....	78
Çizelge 4.18 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi kohezivlik değerleri.....	81
Çizelge 4.19 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi sakızimsılık değerleri .....	83
Çizelge 4.20 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi çignenebilirlik değerleri ...	85

Çizelge 4.21 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri *	87
Çizelge 4.22 Tosunbey buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları *	90
Çizelge 4.23 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ile toplam fosforun % si olarak fitat fosforu değerleri *	92
Çizelge 4.24 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin mineral madde miktarları *	94
Çizelge 4.25 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin mineral madde miktarları *	95
Çizelge 4.26 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin duyuşal değerleri	98
Çizelge 4.27 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin duyuşal değerleri	99
Çizelge 4.28 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri	104
Çizelge 4.29 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin renk değerleri	108
Çizelge 4.30 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite değerleri*	111
Çizelge 4.31 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları*	114
Çizelge 4.32 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun % si olarak fitat fosforu değerleri*	116
Çizelge 4.33 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin mineral madde miktarları	118
Çizelge 4.34 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin mineral madde miktarları	119
Çizelge 4.35 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin duyuşal değerleri	121
Çizelge 4.36 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin duyuşal değerleri	122

Çizelge 4.37 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin ağırlık, çap, kalınlık değerleri.....	127
Çizelge 4.38 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin yayılma oranı ve sertlik değerleri .....	128
Çizelge 4.39 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin renk değerleri.....	131
Çizelge 4.40 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri* .....	133
Çizelge 4.41 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları*.....	135
Çizelge 4.42 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ile toplam fosforun % si olarak fitat fosforu değerleri* .....	137
Çizelge 4.43 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin mineral madde miktarları .....	140
Çizelge 4.44 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin mineral madde miktarları .....	141
Çizelge 4.45 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin duyuşal değerleri .....	143
Çizelge 4.46 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin duyuşal değerleri .....	144

## 1. GİRİŞ

Buğday, insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir ve önemi eskiden olduğu gibi günümüzde de devam etmektedir. O nedendir ki buğday, insanlar tarafından ilk üretildiği yıllardan günümüze kadar geçen süre içerisinde sürekli ıslah edilerek geliştirilmiş ve günümüz teknolojisine uygun hale getirilmiştir. Her ne kadar günümüzde ekmek, makarna, bisküvi ve bulgur üretimine uygun olan modern buğday çeşitleri geliştirilmiş ise de, bu çeşitlerin ataları sayılabilen bazı ilkel çeşitlerin hem istenen besinsel özelliklere hem de ekolojik koşullara adaptasyondaki üstünlüklere sahip olmaları bu çeşitlere tekrar ilgi duyulmasını sağlamıştır. Ayrıca yöresel olarak yetiştirilen ve kendine has özellikleri olan bazı yerel çeşitlerin de özelliklerinin tam olarak belirlenip teknolojiye kazandırılmasının yararlı olacağı ifade edilmektedir (Kulathunga vd. 2021).

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de artan nüfusa bağlı olarak gelecekte buğday talebinde önemli artışlar beklenmektedir. Ekilebilen nitelikli tarım arazilerinde fazla bir artış olamayacağından, modern buğdayların yetiştirilemediği ekolojik koşullarda yetişebilen yabani buğday çeşitleri, gelecekteki artan talebin karşılanmasında alternatif bir kaynak olarak düşünülmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmalar Einkorn (Siyez) ve Emmer (Kavılca) gibi kavuzlu buğdayların zayıf ekolojik koşullarda çok az girdi ile etkili bir şekilde üretilebileceklerini ortaya koymuştur. Daha da önemlisi bu buğdayların modern buğdaylara göre bir takım besinsel üstünlük göstermeleridir (Hammed ve Simsek 2014).

Son yıllarda ülkemizde de yetiştirilmeye başlanan emmer, Spelt, einkorn gibi kavuzlu ilkel çeşitler ile yerel buğday çeşitlerinin diyet lif yanında, fenolik bileşikler, antioksidanlar, karotenoidler, vitaminler gibi biyoaktif bileşiklerce zengin olmaları bunlara karşı tüketicilerin ilgisini arttırmıştır (Kulathunga vd. 2021).

Yapılan çalışmalar, emmer buğdayının normal ekmeklik buğdaylara kıyasla daha fazla diyet lif, fosfor, yağ ve lizin içerdiğini; Spelt buğdaylarının ise protein, doymamış yağ, çözünür diyet lif, dirençli nişasta bakımından oldukça iyi durumda olduğunu

göstermiştir (Bonafaccia vd. 2000, Ruibal-Mendieta vd. 2005, Kohajdova vd. 2008, Serpen vd. 2008). Ayrıca Spelt buğdaylarının normal buğdaylardan daha fazla selenyum, demir, çinko içermesine karşılık, bileşimindeki fitik asit miktarının %40 daha düşük (Kohajdova vd. 2008), bundan yapılan bisküvilerin kendine has bir tada sahip olduğu (Ruibal-Mendieta vd. 2005), krakerlerin ise daha gevrek yapıda olduğu belirtilmiştir (Hempel vd. 2007).

Yapılan başka araştırmalarda Einkorn buğdayından yapılan ekmeklerin lutein, tokol, B2 ve B6 vitamini miktarının modern buğdaydan yapılan ekmeklere göre daha zengin olduğu bundan yapılan bisküvilerde de daha fazla antioksidan, fenolik madde, diyet lif bulunduğu belirtilmiştir (Abdel-Aal vd. 1995, Hidalgo vd. 2006, Hidalgo vd. 2010). Ayrıca einkorn buğdaylarından yapılan bisküvilerde toksik bir madde olan ve ısı etkisiyle oluşan furosin miktarının daha az olduğu, bunun düşük  $\beta$ -amilaz ve maltoz içeriğinden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Hidalgo vd. 2010).

Bugüne kadar yapılan çalışmalardan, kavuzlu ilkel buğdayların ve yerel buğdayların biyoaktif bileşikler bakımından oldukça iyi durumda olmalarına karşın, ekmeklik kaliteleri düşük olduğundan tam olarak değerlendirilemedikleri, daha çok yöresel ürünlerin yapımında ya da hayvan yemi olarak kullanıldıkları ifade edilmiştir (Hocaoğlu ve Akçura 2014).

Yerel çeşitlerin veya kavuzlu buğdayların bireysel özelliklerinin saptanmasına yönelik birtakım çalışmalar yapılmış, bu buğdayların besinsel farklılıkları, tat ve aroma gibi duyuşsal özelliklerinin özgünlükleri de kısmen araştırılmıştır. Ancak teknolojiye tek başlarına kullanımlarında birtakım olumsuzluklar bulunan yerel ve kavuzlu ilkel buğdayların, modern buğday unlarıyla kombine edilerek onların teknolojik ve fonksiyonel özelliklerine etkileri konusunda ya da hangilerinin hangi ürünler için uygun olduklarının tespiti konusunda araştırma yapılmamıştır. (Shewry ve Hey 2018).

Bu çalışma ile ülkemizde yetiştirilen bazı yerel ve kavuzlu buğdayların önce kimyasal, fizikokimyasal, reolojik, teknolojik ve fonksiyonel özellikleri detaylı bir şekilde belirlenmiş, sonra bunlardan elde edilen tam buğday unları, modern buğday unlarına

belirli oranlarda karıştırılarak bu karışımlardan ekmek, bisküvi ve kraker üretim olanakları araştırılmıştır. Çalışmada, gluten bakımından zayıf olan fakat fonksiyonel üstünlükleri bulunan yerel ve kavuzlu tam buğday unlarının, ekmek, bisküvi ve krakerlere fonksiyonel katkı olarak katılabilirliklerinin veya hangi oranda katıldıklarında kabul edilebilir kalitede ürün elde edilebileceğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma sonuçlarının fonksiyonel bileşiklerce daha üstün olan ürünler elde edilerek insan sağlığına, değişik ekmek, bisküvi ve kraker çeşitlerinin üretimine olanakları sağlanarak sanayiciye ve yeni konuların araştırılması nedeniyle de literatüre katkı sağlayacağı umulmaktadır. Ayrıca çalışmanın yerel ve ilkel buğdaylara katma değer kazandırılması ve ıslah çalışmalarında kullanılabilir gen kaynaklarının oluşturulmasında da yararlı olacağı düşünülmektedir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Buğdayın Sınıflandırılması

Tüm buğdaylar Graminea (Çayırğiller) familyasının *Triticum* (*Tr*) genusuna aittir ve temel kromozom sayıları  $n=7$  dir. Botanik sınıflandırmada buğday kromozom yapısına göre diploid, tetraploid ve hexaploid olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Einkorn diploid (*Triticum monococcum* L.,  $2n = 2x = 14$ ); emmer tetraploid (*Triticum turgidum* L.,  $2n = 4x = 28$ ) ve dinkel hekzaploid (*Triticum aestivum*.,  $2n = 6x = 42$ ) gruba aittir. Einkorn AA, emmer AABB ve dinkel AABBDD genom olarak adlandırılmıştır. Bu genomlar da A *T. urartu*'dan, B *Aegilops Speltoides*'den, D ise *Aegilops tauschii*'den gelmektedir.

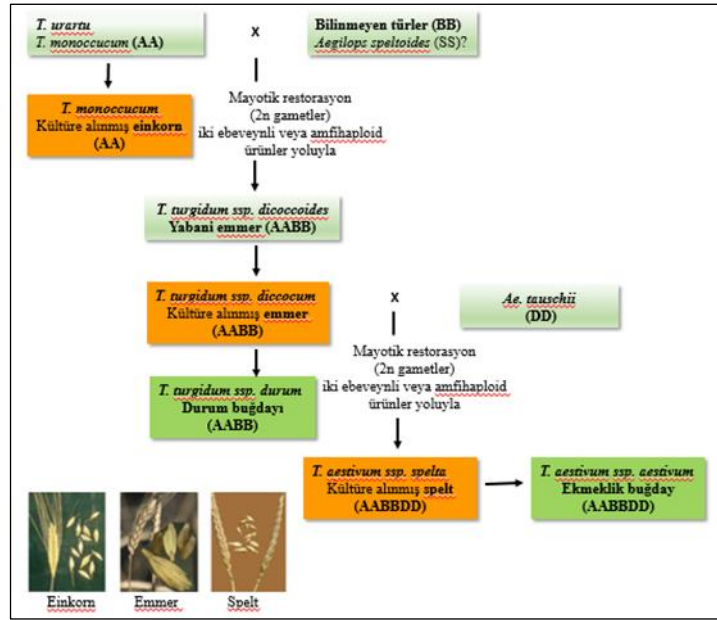
Siyez buğdayı, *T. monococcum ssp. monococcum* ( $2n=2x=14$ , AmAm) ile Türkiye'nin güneydoğusunda yabani formu olan *T. monococcum ssp. aegilopoides* ( $2n = 2x = 14$ , AmAm)' den, emmer buğdayı ise *Triticum dicoccum* ( $2n = 2x = 28$ , BBAAuAu) ile yabani emmer *Triticum dicoccoides* ( $2n = 2x = 28$  BBAAuAu)'den ıslah edilmiştir (Shi ve Ling 2018).

Bugünkü ekmeklik buğdayların (*T. aestivum*) kökeni, Türkiye'nin güneydoğusunda yaklaşık 8000 yıl önce *Triticum turgidum* ( $2n = 4x = 28$  AABB) ile diploid *Aegilops tauschii* ( $2n = 2x = 14$ . DD) arasındaki doğal hibritleşme ile meydana gelmiş ve buradan dünyaya yayılmıştır (Tadesse vd. 2016). Buğday ve atalarının evrimsel ilişkisi şekil 2.1'de verilmiştir.

Tüketim miktarı bakımından daha çok ekmeklik (*Triticum aestivum*) ve makarnalık (*Triticum durum*) buğday türleri yaygındır. Bu çeşitlere genellikle modern buğdaylar denilmektedir. Ülkemizde Siyez olarak bilinen (*Triticum monococcum*) diploid buğday türü ve tetraploid buğdayın kavuzlu formu emmer, hekzaploid buğdayın kavuzlu formu ise Spelt olarak isimlendirilmektedir (Yaman vd 2020). Einkorn, emmer ve Spelt ilk yetiştirilen türlerdir ve bu yüzden bu buğday türleri yabani buğdaylar ya da ilkel

buğdaylar olarak adlandırılmıştır.

Yerel buğday çeşitleri ise yıllar boyunca doğal seçimle gelen adaptasyon yetenekleri yüksek, kurak ve sıcağa dayanıklı, tane kaliteleri yüksek çeşitlerdir. Yerel buğday çeşitleri, doğal ya da insan seçimleri ile bir bölgeye uyum sağlamış ve 20. yüzyılın ortalarına kadar yetiştirilmiş çeşitler olarak tanımlanmaktadır (Boukid vd. 2018). Aynı yöredeki çiftçiler tarafından kendi beğenilerine göre seçtikleri ve yıllardır tarımını yaptıkları bu buğdaylara yerli çeşitler, memleket çeşitleri ya da köy popülasyonlar da denilmektedir.



Şekil 2.1 Buğday ve atalarının evrimsel ilişkisi (Arzhani ve Ashraf 2017)

Buğday, tüm dünyada en çok ıslahı yapılan tek yıllık otsu bitkilerden birisidir. Ülkemizde ıslah çalışmaları Cumhuriyetle birlikte başlamış olup ilk geliştirilen çeşitler, yerel popülasyonların seçilen hatlarının saflaştırılmasıyla elde edilmiştir.

Yerel buğdaylar, ülkemizin genetik mirası olması yanında ıslah çalışmalarında yerel popülasyonlardan seleksiyon yapılarak saf hat çeşitler geliştirme, ebeveynlerden birinin yerel çeşit seçilerek ıslah programına dahil etme gibi yöntemler ile yararlanılmaktadır. Ak 702, Sertak 52, Sivas 111-33, Yayla 305, Ankara 093-44, Köse

220-39 makarnalık buğday çeşitleri Sarıbuğday 710, Akbaşak 073-44, Kunduru 414-44, Sarıbursa 7113, Karakılçık 1133, Fata “S” 185-1 ve Kunduru 1149 ekmeklik buğday çeşitleri yerel çeşitlerden seleksiyon ıslahı ile geliştirilmiştir. Ayrıca yerel çeşitlerin anaç olarak kullanılmasıyla geliştirilen çeşitlerden birisi olan Üveyik yerel çeşidi, Kızıltan 91 (makarnalık buğday) çeşidinin aracıdır (Salantur 2018).

Türkiye, yerel buğdayların genetik çeşitlilik merkezi durumundadır. Ancak yerel çeşitlerin verimleri modern çeşitlere göre düşüktür ve yerel çeşitler, uzun boylu olmaları sebebiyle yatmaya yatkındır.

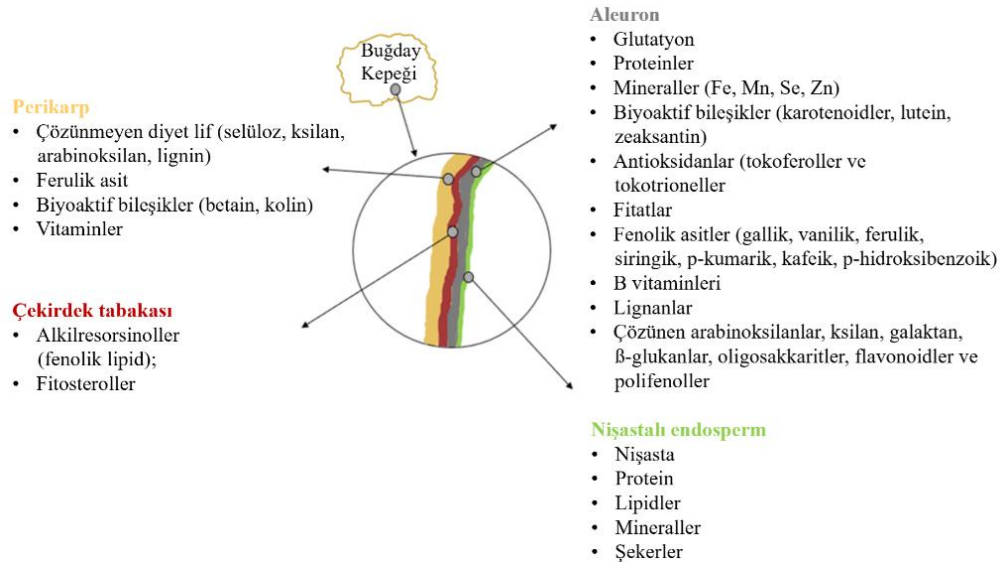
## **2.2 Buğday Tanesinin Yapısı**

Buğday tanesi %80-85'i endosperm %12-18'i kepek ve %2-3'ü embriyo olmak üzere üç farklı kısımdan oluşmaktadır (Özkaya ve Özkaya, 2005).

Buğday tanesi, içeriden dışarıya doğru aleuron tabakası (tohum kabuğuna sıkıca bağlı), nükleus epidermisi, tohum kabuğu veya testa ve perikarp (epikarp, mezokarp ve endokarp) olmak üzere farklı histolojik doku katmanlarından oluşur. Tüm bu katmanlar kepek olarak adlandırılır, embriyo ve endospermi çevreleyerek koruyucu bir katman görevi görür. Aleuron, testa ve perikarp sırasıyla tane ağırlığının %6-9'unu, %1'ini ve %4-5'ini oluşturmaktadır (Prueckler vd. 2014). Tanedeki en içteki tabaka olan aleuron tabakası yumuşak nişastalı endospermi çevreler ve korur. Parietal yapıya sahip kaplanmış altıgen hücrelerin tek katmanlı kalın bir duvarıdır. Aleuron hücre duvarı 30-70 µm kalınlığında olabilir ve polisakkaritler ve proteinler arasında çapraz bağ oluşturarak hücre duvarını sertleştiren bol miktarda ferulik asit (FA) ve diferulik asit dimerleri içerir. Aleuron protein, vitamin ve mineralleri içerir (Meziani vd. 2021).

Aleuron tabakasını, tahıla hücresel yapısını veren ince ancak tek veya çift katmanlı bir duvar olan tohum kabuğu veya testa takip eder. Testa, 5–8 µm kalınlığındadır ve bir dış kütikülden (tahıla karakteristik rengini veren yoğun pigmentli tabaka) ve bir iç kütikülden oluşur. Testanın yanında, tohum kabuğuna ve aleurone tabakasına her iki

taraftan sıkıca bağlı, çekirdek tabakası (hiyalin tabakası) olarak bilinen 7 µm kalınlığında renksiz bir tabaka bulunur. Perikarp, en dıştaki katman, çekirdek hacminin yaklaşık %5'ini oluşturur ve orta kalınlıktadır (15–30 µm). Perikarp hücre duvarları çoğunlukla polimer zincirleri ve hücre duvarı polisakaritleri arasındaki birkaç çapraz bağ ile birbirine bağlıdır (Chateigner-Boutin vd. 2018). Endosperm tanenin yaklaşık %85 ini oluşturmaktadır. Endosperm nişasta ve bazı proteinleri içermektedir.



Şekil 2.2 Buğday kepeğinin histolojik katmanlarının bileşimi (Saini vd. 2023)

### 2.3 Buğdayların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Einkorn (*Triticum monococcum*), diploid ( $2n = 2x = 14$ ), başakçıkları tek taneli, kavuzlu bir tür olup ülkemiz de Siyez olarak bilinmektedir. Einkorn buğdayı Türkiyenin batısı, İtalya, İsviçre ve Almanya gibi Avrupa ülkelerinde yetiştirilmektedir (Koehler 2009). Kavuzundan ayrılan taneler, küçük (21.2-37.4 mg/tane) olup yumuşak endosperme sahiptir. Tanelerin sertlik indeksi -7.3 ile 27.2 aralığında değişmektedir (Loje vd. 2003). Ekmeklik buğdaylarda kepek oranı %16 iken einkorn buğdayında %22.9 kepek bulunmakta, einkorn buğdayının kepek oranının ekmeklik buğdaylarda daha yüksek olmasının tohum tanelerinin daha küçük olmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir (Hidalgo ve Brandolini 2013).

Tane iriliği, buğdayın çeşidine, olgunlaşma sürecinde iklim değişimine, yetiştirme

şartlarına göre değişmekle birlikte bin tane ağırlığını etkilemektedir. İri tanelerin endosperm oranı yüksek olduğundan un verimleri de yüksek olmaktadır. Einkorn buğdayında bin tane ağırlığı 36 -37.7 g arasında değişmektedir. Loje vd. (2003)' nin einkorn, emmer, Spelt ve ekmeklik buğdayların kimyasal özelliklerini karşılaştırdıkları araştırmada einkorn buğdayının daha düşük tane ağırlığına (21.2 -37.4 mg), çok yumuşak endosperm yapısına ve yüksek kül (%2.3-2.8) içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ekmeklik buğdaylarda ise tane ağırlığı, kışlık buğdaylarda 32.4–54.3 mg, yazlık buğdaylarda 28.3–46.7 mg, kül miktarı ise %2'nin altında değişmektedir (Gebruers vd. 2008). Einkorn buğdayının ekmeklik ve makarnalık buğdaylara göre soğuk ve sıcakta, hastalıklara ve zararlılara direnci çok iyi olmasına karşın verimi çok düşüktür (Hidalgo vd. 2009). Mineral madde içeriği diğer ekmeklik buğdaylardan fazladır (Zaharieva ve Monneveux 2014). Karotenoidlerden ( $\alpha$ - ve  $\beta$ - formları ) bazıları yağda çözünen antioksidanlardır ve A vitamininin biyosentezinde görev alırlar. Özellikle lutein, vücut hücrelerini serbest radikallerden korur, gece görüşünü iyileştirir ve bazı kanser çeşitlerini engeller. Einkorn buğdayında lutein oranının %5.33 ile %13.64 olduğu ve bu oranın ekmeklik buğdaydan dört kat fazla olduğu belirtilmiştir (Hidalgo ve Brandolini 2013). Einkorn (Siyez) buğdayının ekmeklik buğdaya göre gluteni oldukça zayıf ve hamur oluşturma kabiliyeti ve su absorpsiyonu düşüktür.

Tetraploid ve diploid buğday çeşitlerinin hexaploid buğday çeşitlerine göre daha düşük miktarda immunoreaktif protein ve peptid içerdiği belirtilmektedir. Örneğin çölyak hastalığı ile ilişkili 33 mer- peptidi emmer ve einkorn buğday çeşitlerinde D genomları tespit edilememişken Spelt ve ekmeklik buğday çeşitlerinde 33 mer-peptidi bulunmuştur (Schalk vd. 2017). Bu sebeple de einkorn ve ürünleri özellikle son yıllarda tüketicilerin talep ettiği ürünler arasına girmeye başlamıştır.

Emmer,  $2n = 28$  kromozom yapısına sahip uzun, sıkı kavuzlu ve sapı oldukça kırılğan bir buğdaydır. Ülkemizde Kavılca olarak bilinmektedir. Emmer buğdayının Fas, İspanya, Çek ve Slovak cumhuriyetleri sınırındaki Karpat Dağları, Arnavutluk, Türkiye, İsviçre ve İtalya'da yetiştirildiği belirtilmektedir (Dhanavath ve Prasada Rao, 2017). Emmer buğdayının protein, karbonhidrat, mineral içeriği bakımından zengin, yağ bakımından fakir olması onun sağlıklı tahıl olarak fark edilmesini sağlamıştır.

Emmer buğdayının tane verimi %45 ile %75 arasında, hektolitre ağırlığı ise 69.9 kg/hl ile 77.4 kg/hl arasında değişmektedir (Vita vd. 2006).

Gürcan vd. (2017)'nin çalışmasında Türkiye'de ekilen emmer buğdayının bin tane ağırlığının 41.61 g ile 42.81 g, arasında olduğu ve bunun ekmeklik buğdaya göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Emmer (*Triticum dicoccum* L.) buğdayunun protein içeriğinin (2.8 g/100g), ekmeklik buğday unundan (10.7 g/100g) daha yüksek olduğu, emmer buğdayunun çinko içeriğinin durum ve ekmeklik buğdaylardan daha yüksek, einkorn buğdayından daha düşük olduğu belirtilmiştir (Boukid vd. 2017).

Spelt (*Triticum spelta*) dinkel veya Alman buğdayı olarak bilinen kavuzlu, yetiştirilmesi ve adaptasyonu kolay olması nedeni ile organik tarıma çok uygun bir tahıldır. Spelt buğdayı familya olarak Poacea, cins olarak *Triticum* L., kavuzlu grubunun ait bir buğdaydır. 20. yüzyılın son yıllarında Avrupa ülkelerinin merkezlerinde bulunan dağlarda ve tepelerde hastalık ve zararlılara dayanıklı olması sebebiyle ekimi yaygınlaşmıştır. Günümüzde İtalya gibi Avrupa ülkelerinde pastanelerde 'pane di farro' ismiyle tanınmaktadır. Spelt buğdayının %13.9 protein, %59.3 karbonhidrat, %2 yağ, %9 ham lif, %1.6 kül içerdiği belirtilmiştir (Abdel vd. 1995).

Yerel buğdaylar yıllar içerisinde doğal seleksiyonla var olan, hastalıklara ve iklim değişikliklerine dayanıklı, kalite özellikleri açısından farklılıklar gösteren buğday çeşitleridir. Yerel buğdayların öncelikli ekiliş amaçları çiftçilerin kendi aileleri için ekmek ve bulgur ihtiyaçlarını karşılamaktır. Fakat yerel buğday çeşitlerinin modern buğday çeşitlerine göre daha az verime sahip olmaları bu buğdayların daha az alanda üretilmelerine neden olmuştur.

Hocaoğlu ve Akçura (2014)'nin yaptıkları çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinden seçilmiş 49 adet yerel buğday hattı ile 7 adet modern ekmeklik buğday hattı, bazı fiziksel ve kalite değerleri yönünden karşılaştırılmıştır. Çalışmada, yerel buğday örneklerinin tane verimi ve bin tane ağırlığı, modern ekmeklik buğdaylarınkinden daha

düşük çıkmış fakat yerel buğday örneklerinin protein içerikleri modern ekmeklik buğdaylara göre daha yüksek bulunmuştur. Yerel buğday örneklerinin bin tane ağırlığı 32-50 g, protein miktarı ise %10.4-14.3, modern ekmeklik buğday örneklerinin bin tane ağırlığı 42-55 g, protein miktarı ise %10.1-11.6 arasında değiştiği ifade edilmiştir.

Gürcan vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada ise Türkiye'nin farklı bölgelerinden temin edilen emmer (*Triticum diooccum* L.) ve einkorn (*Triticum monococcum* L.), yerel ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* ssp. *leucospermum* Korn) ve ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) örneklerinin bin tane, verim ve protein miktarları karşılaştırılmıştır. Çalışmada bitki verimi sonuçlarına göre en düşük verim einkorn buğdayı örneklerinden ardından sırasıyla emmer ve ekmeklik buğdaylardan alındığı belirtilmiştir. Bin tane ağırlıkları emmer buğdayında 41.60-42.81g, einkorn buğdayında 36.0-37.74g, yerel ekmeklik buğdaylarda 34.80 g ve ekmeklik buğday örneklerinde 39.76g olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmada buğday örneklerinin protein içerikleri emmer buğdayında %18.20- 18.40, einkorn buğdayında %17.12- 17.50, yerel ekmeklik buğdayda %12.47 ve ekmeklik buğday örneklerinde % 11.08 olduğu görülmüştür.

Wieser (2000)'nin yaptığı çalışmada Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta*) , emmer (*Triticum diooccum* L.), einkorn (*Triticum monococcum* L.) ve ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) örneklerinin gluten proteini (glutenin ve gliadin) içerikleri karşılaştırılmıştır. Gliadin /Glutenin oranının az olması yüksek ekmeklik kalitesinin bir göstergesi olup çalışmada bu oran, ekmeklik buğday örneklerinde 1.8-2.5 arasında, einkorn ve Spelt buğday örneklerinde 3.0-3.3, en yüksek emmer buğday örneklerinde 6.6 olarak bulunmuştur.

Farklı bir çalışmada aynı lokasyon ve yılda yetiştirilen einkorn (*Triticum monococcum* L.), emmer (*Triticum diooccum* L.), Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta*) ve ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) örneklerinin protein içerikleri ve kompozisyonları, gluten, hamur ve ekmeklik özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda einkorn, emmer ve Spelt buğdaylarının bir kültürünün iyi pişirme özelliklerine sahip olduğu

bulunmuştur. Emmer, Spelt ve einkorn buğday örneklerinde gliadin/glutenin oranının ekmeklik buğday örneklerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sebeple araştırmacılar farklı buğday unlarını farklı oranlarda karıştırarak daha yüksek hacimli ekmekler üretilbileceğini belirtmişlerdir (Geisslitz vd. 2018).

## 2.4 Buğdayların Fonksiyonel Özellikleri

### 2.4.1 Fenolik bileşikler

Buğday tanesinde bulunan fenolik maddeler fenolik asitler ve flavonoidler olarak isimlendirilmektedir. Fenolik asitler, bir veya daha fazla hidroksil grubunu içeren en az bir benzen halkasına sahip bitkilerin ikincil metabolit ürünleridir ve molekül kütlelerine göre melaninler, suberin, tanenler ve ligninler olarak sınıflandırılmaktadırlar. Flavonoidler ise benzo- $\gamma$ -piron türevleridir ve heterosikl oksidasyon durumları ve aromatik halka konumlarına göre antosiyanidinler, flavonoller flavanlar, flavanonlar, flavonlar, izoflavonlar ve hidrolize edilebilir tanenler olarak isimlendirilmektedir.

Buğday tanesi *sinamik* ve *benzoik* asit türevlerine sahip fenolik asitleri yapısında bulundurmaktadır. *Sinamik* asidin hidroksi türevleri, buğday tanelerinde en yaygın fenolik asitlerdir ve *ferulik*, *sinapik* ve *p-kumarik* asitler gibi bazı önemli bileşenleri kapsamaktadır. *Ferulik* asit tek başına olgun buğday tanelerindeki toplam fenolik asitlerin yaklaşık %70-90'ını oluşturmaktadır (Bartosava vd. 2023). Benzoik asit türevlerinde ise *vanilik*, *siringik* ve *p-hidroksibenzoik* asitler gibi bileşenleri içermektedir.

Fenolik asitler, buğday tanesindeki fitokimyasalların temel grubudur ve besleyici olmayan ikincil metabolit bileşenler olmalarına rağmen sağlıkla ilgili antioksidan aktivitelere sahip oldukları için buğday kalitesinde önemlidirler.

Çeşitli çalışmalar, fenolik asitlerin serbest radikal temizleyiciler, indirgeyici ajanlar ve

singlet oksijen oluşumunu söndürücüler olarak işlev gördüğünü ve güçlü antioksidan yetenekleri olduğunu belirtmektedir. Fenolik bileşikler pro-oksidan görevi görmenin yanı sıra proteinler, vitaminler ve minerallerle de etkileşime girer (Lule ve Xia 2005). Fenolik asitler kanserojen ajanlarını temizleyerek ve kanser hücrelerinin apoptozunu (programlanmış hücre ölümü) indükleyerek veya anjiyogenezin bazı yönlerini inhibe ederek karsinogeneze karşı savunma sağladığı belirtilmiştir (Ramos 2008).

Buğday tanesinin içerdiği fenolik asit miktarı, buğdayın çeşidine, yetiştiği iklime ve çevresel faktörlerine göre değişim gösterdiği fakat sağlıkla faydalı fitokimyasalların daha çok buğday tanesinin kepek kısmında yer aldığı görülmüştür (Zhang vd. 2023).

Fenolik asitler buğday tanesinde serbest, çözünebilir konjuge ve çözünemeyen bağlı olmak üzere farklı formda bulunmaktadır. Ancak buğdayda bulunan fenolik bileşikler çoğunlukla çözünmeyen formda hücre duvarına ester, eter veya glikozidik bağlarla bağlı olduğu için bu bileşiklerin biyoyararlanımını sınırlamaktadır.

Bağlı fenolik maddelerin, hücre duvarı materyalleri ile üst gastrointestinal sindirim koşullarından kaçmaları ve kan plazmasına absorbe edildikten sonra bağırsak mikroflorasında bulunan esterazlardan daha önce hidroliz olmaları nedeniyle sağlık açısından daha fazla faydaya sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bağlı fenolik bileşiklerin mide ve sindirimden etkilenmeden kolona ulaşması ve kolonda bulunan mikroorganizmalar tarafından fermente edilmeleri sonucu hidroksifenilasetik, fenilpropionik, fenilasetik asitler, hiperkürük, benzoik asit ve fenilbütirik asit gibi kolon sağlığını koruyucu etkileri olan ürünler oluşmaktadır. Serbest fenolik bileşikler ise buğday tanesinin perikarp tabakasının en dış tabakasında bulunmaktadır ve çözücüler ile ekstrakte edilebilmektedirler. Buğday tanesinde bulunan fenolik asitlerin büyük bir kısmı kepek ve aleuron hücre duvarında bulunmaktadır ve buğdayın öğütülmesi ile bu kısım ayrıldığından rafine unlarda fenolik asit miktarı çok az olmaktadır (Lacko-Bartosova vd. 2023).

Serpen vd. (2008), Türkiye’ de yetiştirilen 12 emmer (*Triticum dioocum* L.), 6 einkorn

(*Triticum monococcum* L.), 2 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) örneklerinde toplam fenolik ve flavanoid madde miktarları, fenolik asit, lutein, toplam sarı pigment içeriği ve toplam radikal tutma kapasitelerini karşılaştırmışlardır. Emmer buğday örneklerinin toplam antioksidan kapasitesinin ortalama 18.31  $\mu\text{mol/g}$  (troloks eşdeğeri), toplam fenolik miktarının 6.33  $\mu\text{mol/g}$  (gallik asit eşdeğeri) ferulik asit, 662.95  $\mu\text{g/g}$  ve flavonoid 1.61  $\mu\text{mol/g}$  (kateşin eşdeğeri) olarak bulmuşlar ve araştırmacılar bu sonuçların diğer buğday örneklerinden önemli derecede yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Brandolini vd. (2013), buğdayın önemli bir polifenol kaynağı olduğunu, buna rağmen *Triticum* türlerinde fenolik asit kompozisyonu ve konsantrasyonu üzerine çevresel etkilerin de olası etkileri göz önüne alınarak yapılmış çalışmaların az olduğunu belirtmişlerdir. Bu amaçla 2 yıl süreyle farklı türlere ait (*Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum*, *Triticum aestivum*) 29 çeşit buğdayın fenolik asit (*ferulik*, *p-kumarik*, *vanilik*, *p-hidroksibenzoik*, *kafeik asit*), toplam polifenol içerikleri ve antioksidan kapasitelerini incelemişlerdir. Einkorn (*Triticum monococcum* L.) buğdayında konjuge fenolik asitlerin maksimum miktarda (50.5 mg/kg) olduğu, ekmeklik buğdayda da bağlı fenolik asitlerin 629.2 mg/kg daha fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca buğday örneklerinin toplam fenolik asit miktarı ile antioksidan kapasitesinin yüksek oranda benzerlik gösterdiği bildirilmiştir.

#### **2.4.2 Antioksidanlar**

Antioksidanlar, insanlarda metabolik olaylar sonucunda meydana gelen bu serbest radikalleri nötralize ederek vücudu onların zararlı etkilerinden koruyan bir grup kimyasal maddelerdir.

Antioksidanlar genel olarak C vitamini, E vitamini, beta karoten, bitki ve sebzelerin renkli maddelerini oluşturan flavonoidler, fenolik asitler ve selenyum, çinko gibi mikro elementlerdir. Buğday, fenolik asitler, flavonoidler, antosiyaninler, karotenoidler, tokoller, lignanlar ve fitosteroller/fitostanoller de dâhil olmak üzere önemli miktarda

antioksidan madde içermektedir (Hidalgo ve Brandolini 2013). Çok sayıda çalışma, buğday, tam tahıl ve buğday kepeğinin moleküllerin oksidasyonuna karşı antioksidan özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte buğdayda bulunan antioksidanların LDL kolesterol fosfolipid lipozomlarının ve hidrojen peroksitin peroksidasyonunu engellediği, kolesterol seviyesini düşürdüğü, bazı kanser türleri, kalp damar hastalıklarını ve arteriyoskleroz riskini azalttığı bilinmektedir.

Lipoksijenaz enzimi (LOX, linoleat:oksijen oksidoredüktaz) çoklu doymamış yağ asitlerinin (çoğunlukla linoleik ve linolenik asitler) oksidasyonunu katalize eder ve karotenoidler ile tokollerin oksidatif bozunmasından sorumlu olan yağ asidi radikallerinin oluşumuna neden olmaktadır. Her ne kadar teknolojik açıdan LOX aktivitesi ekmeği beyazlatma ve hamurun reolojik özelliklerini iyileştirmek için faydalı olsa da yüksek bir LOX aktivitesi, enzim antioksidan bozunmasının çoğundan sorumlu olduğu için son ürünlerin besin değerine zarar vermektedir. Farklı buğday çeşitlerinin LOX aktivitelerinin araştırıldığı çalışmada einkorn (*Triticum monococcum* L.) Siyez buğdayının ( $0.12\text{--}0.91 \mu\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{km}$ ) ekmeklik ( $8.02 \mu\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{km}$ ) ve durum ( $3.48 \mu\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{km}$ ) buğdayından daha düşük LOX aktivitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Hidalgo ve Brandolini 2012).

Diğer taraftan karotenoidler, lipitte çözünen antioksidanlardır ve bazı karotenoidler ( $\alpha$ - ve  $\beta$ -karotenler), birçok biyolojik işlev için gerekli olan A vitamininin biyosentezinde rol oynarken diğerleri (örneğin lutein ve zeaksantin) hücreleri ve dokuları serbest radikallerden koruyarak görme sağlığına, bazı kanserlerin önlenmesine ve dejeneratif ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkıda bulunmaktadır. Kavuzlu buğdaylardan biri olan einkorn buğday ununa sarı rengi veren lutein miktarı einkorn (Siyez) de diğer buğdaylardan oldukça fazladır. Yapılan bir çalışmada einkorn tam buğday ununun ( $5.2\text{--}8.1 \text{mg kg}^{-1}$ ) ekmeklik tam buğday unundan sekiz, durum buğday unundan ise iki kat daha fazla lutein içerdiği tespit edilmiştir.

Tokoller ise (E vitamini), iki sınıfa (tokoferoller ve tokotrienoller) ayrılır ve dört türevi ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\delta$ ) olan, lipitte çözünen antioksidanlardır. Tokollerde serbest radikalleri

söndürme yeteneğine sahiptir. Yukarıda da belirtildiği gibi serbest radikallerden kaynaklanan doku hasarı, kardiyovasküler ve nörolojik bozukluklar, kanser, katarakt ve inflamatuvar hastalıklar gibi kronik hastalıkların bir nedeni olarak kabul edilmektedir. Yapılan bir çalışmada einkorn tam buğday ununun toplam tokol içeriği ekmeklik ve durum buğdaylarından daha yüksektir ve tokol miktarı einkorn tam buğday ununda ortalama 77.96 – 115.85 mg kg<sup>-1</sup> km bulunmuştur. Aynı çalışmada *T. aestivum* ve *T. turgidum* örneklerinin ise tokol içeriği sırasıyla 62.75, 52.91 mg kg<sup>-1</sup> km olduğu ifade edilmiştir (Hidalgo vd. 2006). Einkornun tokol içeriğinin ekmeklik ve durum buğdayından daha fazla olduğu farklı araştırmacılar tarafından da desteklenmektedir (Lampi A-M vd.2008, Lachman vd. 2013).

Antioksidan içeriği ve protein açısından yüksek besin değerine sahip olması einkorn ununu, bebek mamaları ve özel ürünlerin hazırlanmasında kullanılabilir değerli bir hammadde haline getirmektedir. (Brandolin vd. 2008).

Yapılan bir çalışmada ise Kuzey Dakota emmer buğdayı (*Triticum dicoccum* L.) buğdayının ticari ekmeklik buğdaylar ile antioksidan aktivite değeri karşılaştırılmış olup emmer buğdayının daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada Kuzey Dakota emmer buğdayının hiperglisemi ve tip 2 diyabetle alakalı oksidatif stresi önlemede insan beslenmesinde kullanılabilirliği vurgulanmıştır (Christopher vd. 2018).

### **2.4.3 Diyet lif**

Diyet lif, ince bağırsakta sindirime ve emilime dirençli kalın bağırsakta ise tam veya kısmi fermentasyona uğrayabilen bitkilerin veya benzer karbonhidratların yenilebilir kısımları olarak tanımlanmaktadır (AACCI, 2001). Diyet lifi çoğunlukla arabinoksilanlar,  $\beta$ -glukan ve selüloz gibi nişasta olmayan polisakkaritlerden oluşmaktadır. Lif tüketiminin koroner kalp hastalığı, felç, hipertansiyon, diyabet, obezite ve bazı mide-bağırsak rahatsızlıklarına karşı koruma sağladığı çok sayıda araştırmayla ortaya konmuştur (Gebruers vd. 2008).

Diyet lifi, nişasta ve protein hidrolize eden enzimler tarafından hidroliz edildikten sonra sulu çözeltideki çözünürlüğüne bağlı olarak çözünmeyen diyet lifi (IDF) ve çözünür diyet lifi (SDF) olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır (McCleary vd. 2012). Çözünebilir diyet lif ise %78 etanoldeki çözünürlüğüne bağlı olarak iki kategoriye ayrılır. Fruktu ve galakto-oligosakkaritler gibi düşük molekül ağırlıklı diyet lifi (Polimerizasyon Derecesi (DP>3-9) %78 etanolde (SDF-LM) çözünürken,  $\beta$ -glukan ve bazı ksilanlar gibi yüksek molekül ağırlıklı diyet lifler (SDF-HM) %78 etanolde (DP> 9) çözünmezler (Williams vd. 2019). Farklı buğday çeşitlerinden emmer buğdayında yüksek molekül ağırlıklı çözünür diyet lif miktarları (SDF-HM), %1.3-3.7, Spelt buğdayında ise %0.8-1.8 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Düşük molekül ağırlıklı diyet lif miktarlarının (SDF-LM) ise emmer buğdayında %5.2-7.9, Spelt buğdayında ise %4.1-6.1 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Kulathunga ve Şimşek 2022).

Diyet lif, fermente edilebilirliğe bağlı olarak ise hızlı fermente olan, yavaş fermente olan ve fermente olmayan diyet lif olarak sınıflandırılmaktadır. Fermente edilebilir lifler kolonda fermente edilir, kısa zincirli yağ asitleri üretir ve bağırsakta yararlı bakterilerin büyümesini destekler. IDF, kolon divertikülü ve kabızlık gibi hastalıkların önlenmesinde önemli bir role sahiptir. SDF ise, bağırsak mikrobiyotası tarafından yoğun bir şekilde fermente edilir ve karbonhidrat lipid metabolizmasıyla ilişkili olup hipokolesterolemik özellikleri nedeniyle önemli sağlık yararları sağlamaktadır (Cornfine vd. 2010).

Diyet lifler besinsel ve sağlık yararları nedeniyle gıda endüstrisinde işlevsel bileşenler olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Tam tahıllı gevrekler, baklagiller, meyveler ve sebzeler diyet lifinin ana kaynaklarıdır. Tahıllarda çoğunlukla selüloz ve lignin gibi çözünmez diyet lifler bulunurken meyve ve sebzelerde ise çoğunlukla pektin gibi suda çözünen diyet lifler yer almaktadır. Buğday kepeğinde diyet lif içeriği (6.5 - 52.4 g/100 g, km) arasında olup buğday tanesinden (11.6 I- 17.0 g/100 g km) daha fazladır (Stevenson 2012). Farklı buğday çeşitlerinin çözünebilir ve toplam diyet lif miktarlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada einkorn, emmer ve Spelt buğday çeşitlerinde toplam diyet lif miktarları sırasıyla %9.3-15.1, %7.2-19.1 ve %10.7-17.3

arasında değiştiği ifade edilmiştir. Aynı çalışmada çözünebilir diyet lif miktarlarının ise einkorn buğdayında %0.21, emmer buğdayında %0.41 ve Spelt buğdayında %1.73 olduğu belirtilmiştir (Kulathunga ve şimşek 2022).

#### **2.4.4 Fitik asit**

Fitik asit ( $C_6H_{18}O_{24}P_6$ , inositol hekzafosfat (IP6) veya tuz formu fitat) tahıllardaki fosfatın başlıca depolanma şekli olup, tahıllardaki toplam tohum fosfatının %70'ini oluşturmaktadır (Brouns vd. 2022).

Fitik asit (miyo-initsol hekzafosfat, PA), mineralleri, proteinleri doğrudan veya dolaylı olarak bağlayabilme ve böylece bunların çözünürlüğünü, işlevselliğini, emilimini ve sindirilebilirliğini değiştirebilme yeteneği nedeniyle bir antinutrient olarak kabul edilmektedir (Thompson vd. 1991). PA-mineral komplekslerinin çoğu fizyolojik pH'da çözünmezler ve bu nedenle insanın günlük diyetinde alınımları mineral komplekslerinin biyoyararlanımını azaltırlar. Fitik asit buğday ve diğer tahıl tanelerinin kepek kısmında yoğunlaşmıştır. Tam tahıllı mısır ve pirinteki fitik asitin ortalama konsantrasyonunun %0,9 olduğu bildirilmiştir (De Boland vd 1975). Buğday buğday, mısır ve sorgum gibi tam tahıllarda ise sırasıyla 482, 635 ve 829 (mg/100 g km) olarak bulunmuştur (Jood vd 1995).

Tahıllarda bulunan antinutrientler arasında sindirim enzimi (proteaz ve amilaz) inhibitörleri, fitik asit, hemaglutininler ve fenolikler ve tanenler bulunur. Yapılan çalışmalarda proteaz inhibitörleri, fitik asit, fenolikler ve saponinlerin hayvanlarda kolon ve meme kanseri riskini azalttığı belirtilmiştir (Slavin vd. 2003). Fitik asit, lektinler, fenolikler, amilaz inhibitörleri ve saponinlerin ayrıca plazma glikozunu, insülini ve/veya plazma kolesterolünü ve triasilgliserollerini düşürdüğü gösterilmiştir (Slavin vd. 2004). Fitik asit genel olarak anti-besinsel bir faktör olarak kabul edilmesine rağmen, birkaç çalışma böbrek taşı oluşumunun önlenmesi ve ateroskleroz, koroner kalp hastalığı ve bazı kanserlere karşı koruma üzerindeki etkisini göstermiştir (Graf ve Eaton 1993, Jenab ve Thompson 1998).

Farklı buğday türlerinde yapılan bir çalışmada emmer (*Triticum turgidum subsp. dicoccum*), einkorn (*Triticum monococcum* L.), Spelt (*Triticum aestivum subsp. Spelta*) ve ticari ekmeklik buğdayın (*Triticum aestivum* L.) fitik asit içerikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada emmer ve einkorn buğdayında fitik asit içeriği sırasıyla 14.9 ve 15.5  $\mu\text{mol/g km}$  bulunmuş olup ticari ekmeklik buğdayın (9.7  $\mu\text{mol/g km}$ ) daha düşük fitik asit içerdiği tespit edilmiştir (Longin vd. 2023).

#### 2.4.5 Mineral maddeler

Buğday (*Triticum aestivum* subsp. *aestivum*), dünya çapında en önemli temel gıdalardan birisi olup buğday ve ürünlerinin günlük tüketimi, insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. İnsan beslenmesinde öncelikle tam tahıllı ürünler tüketilmelidir. Çünkü tahılların dış tabakalarında ve kepek kısmında mineraller oldukça yoğundur.

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre dünya genelinde 2 milyardan fazla insan, gizli açlık olarak bilinen folat, demir (Fe), çinko (Zn) ve selenyum (Se) gibi mikro besin öğelerinin eksikliğinden muzdariptir. Bu durum, tahılların yanı sıra dengeli bir beslenme için yeterli meyve, sebze ve hayvansal ürünün bulunmadığı dünya bölgelerinde, yani Asya'nın bazı bölgelerinde ve özellikle Sahra Altı Afrika ülkelerinde daha da belirgin yaşanmaktadır. Avrupa'da bile insan nüfusunun yüzde 20'sine varan oranda mineral eksikliği olduğu tahmin edilmektedir (Rippin vd. 2022).

Kavuzlu ve yerel buğdayların daha yüksek konsantrasyonlarda çinko, demir, fosfor, magnezyum ve bakır gibi önemli mineralleri ticari ekmeklik buğdaydan daha fazla içermeleri nedeniyle dünya çapında yaklaşık 1.5 milyar insanın özellikle demir ve çinko eksikliği çeken insanların bu ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılabilir değerli hammaddelerdir.

Etiyopya'da yetiştirilen emmer buğday çeşitlerinin bazı mineral içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada kalsiyum (707.8 mg/kg), çinko (119.5 mg/kg) ve demir

(193.4 mg/kg) olarak bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar Etiyopya'ya özgü bazı emmer buğdayı çeşitlerinin iyi birer demir, çinko, kalsiyum, kükürt, sodyum ve fosfor kaynağı olduğunu ve belirli mineral eksikliği olan kişilerin günlük Fe ve Zn mineral gereksinimlerinin büyük bir kısmını karşılayarak önerilen günlük alımı karşılayabildiklerini belirtilmişlerdir (Melese vd. 2022).

Emmer (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum*), einkorn (*Triticum monococcum* L.), Spelt (*Triticum aestivum* subsp. *spelta*) ve ticari ekmeklik buğdayın (*Triticum aestivum* L.) mineral içerikleri karşılaştırıldığı çalışmada en yüksek demir içeriği Spelt buğday tanesinde (38.7 mg/kg) tespit edilmiştir. Araştırmacılar Spelt, einkorn ve emmer gibi kavuzlu buğdayların ekmeklik buğdaya göre Fe ile birlikte diğer mineralleri de daha fazla içerdiklerini belirtilmişlerdir (Longin vd. 2023). Literatürde her ne kadar kavuzlu buğdayların mineral içeriklerinin belirlenmesine dair çalışmalar olsa da bu buğdaylardan yapılan ürünlerin mineral içerikleri ve ürünlerde mineral madde değişimleri hakkında bilgiler yetersizdir.

Einkorn, emmer, Spelt, durum ve ekmeklik buğday unlarının mineral içerikleri incelendiğinde einkorn buğday örneğinde çinko ve magnezyum içeriğinin daha fazla olduğu görülmektedir (Boukid vd. 2018). Farklı bir çalışmada einkorn buğdayının 7.18 mg/100g çinko ve 4.65 mg/100g magnezyum içerdiği belirtilmiştir. Buğdaydaki mineral ve iz elementlerin miktarlarında değişim genotip, iklim ve toprak yapısına bağlı olarak değişebileceği ifade edilmiştir (Erba vd. 2011).

Emmer (*Triticum dicoccum* L.) buğdayının Se, Fe ve Zn içeriği bakımından diğer buğday çeşitlerine göre daha zengin olduğu farklı araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Galterio vd. 2001, Supekar vd. 2005, Suchowilska vd. 2012).

#### **2.4.6 Kavuzlu ve Yerel Buğdayların Kullanım Alanları**

Yerel buğdayların biyoaktif bileşenlerce zengin olmaları, onlardan yapılan ürünlerin lezzet, tat ve aromalarının farklı olduğu yönünde çalışmaların artması, yerel buğday ve

ürünlerine ilginin artmasına katkı sağlamıştır.

Günümüzde sağlıklı beslenmeye olan ilginin artışı fonksiyonel gıdalara olan yönelimi oldukça arttırmıştır. Yapılan çalışmalar, einkorn (*Triticum monococcum*, L.)'in insan beslenmesinde fırıncılık ürünleri başta olmak üzere, içecek ve bebek mamaları gibi özel gıdalarda yeni ürünlerin geliştirilmesinde ham madde olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Hempel vd. (2007)'nin yaptıkları çalışmada Spelt buğdayının (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta*), ekmeklik buğdaya (*Triticum aestivum*) göre yüksek diyet lif ve bazı esansiyel aminoasitleri daha fazla içermesi gibi özellikleri nedeni ile ekmeklik buğday unu yerine Spelt buğday unu kullanılarak kraker üretilmiştir. Spelt buğday unundan yapılan krakerlerin ekmeklik buğday unundan yapılanlara göre daha fazla gevrek oldukları görülmüştür. Çalışmada fonksiyonel ürün çeşitliliğinin arttırıldığı Spelt buğdayından yapılan krakerlerin duysal özelliklerinin olumsuz etkilenmediği belirtilmiştir. Araştırmacılar Spelt buğdayından elde edilen hamurun, modern ekmeklik buğdaydan elde edilen hamurdan daha az elastik, uzayabilirliğinin daha fazla ve elde edilen ekmeklerin daha düşük hacimli olduğunu rapor etmişlerdir. Bununla birlikte Spelt buğdayının ekmek teknolojisinin geliştirilmesi için modern ekmeklik buğday çeşitleriyle ikame edilebileceği belirtilmiştir (Kohajdova ve Karovicova 2008).

Ruibal-Mendieta vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada Spelt buğdayının ekmeklik buğdaya göre yaklaşık iki kat fazla oleik asit içerdiğini ve doymamış yağ içeriğinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, Spelt buğdayının yüksek doymamış yağ asidi içeriği, hafif tatlı bir tadının olması, nişasta oranının ürün işlemede yeterli olması ve mineral maddelerce zengin olması sebebiyle bisküvi, bar gibi tatlı fırıncılık ürünlerinde değerli bir hammadde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tahıl ile zenginleştirilmiş bar üretiminde Spelt buğdayının ekmeklik buğdayın perikarp tabakasına göre daha yüksek polisakkarit, daha düşük lignin içermesi sebebiyle Spelt buğdayının kaba kepeğinin ekmeklik buğdaya göre daha uygun olduğu ifade edilmiştir.

Abdel-Aal ve Hucl (2002) yaptıkları çalışmada Spelt ve durum buğdayı unundan üretilmiş makarna örneklerini, duyuusal ve kalite özellikleri bakımından karşılaştırmışlardır. Ayrıca çalışmada, Spelt ve durum buğdayı unundan yapılan makarnalarda, amino asitlerin bileşimi ve in vitro protein sindirilebilirliği de araştırılmıştır. Çalışma sonucunda Spelt buğdayının duyuusal ve pişirme özelliklerinin makarna üretimine uygun olduğu bulunmuştur. Spelt buğdayından yapılan makarnaların protein içerikleri durum buğdayından yapılan makarnalara göre yüksek bulunmuştur.

Farklı bir çalışmada einkorn buğdayı unundan bazlama ile erişte üretimi gerçekleştirilmiş, tekstür ve duyuusal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada erişte ve bazlama üretiminde ürünlerin teknolojik kalitesinin düşük olduğu dolayısıyla teknolojik kalitelerinin iyileştirilmesi için farklı buğday unları ile karıştırılması gerektiği belirtilmiştir (Ekmeksizoglu 2016).

Hidalgo vd. (2010)'nın yaptıkları çalışmada einkorn (*Triticum monococcum* L.) ve ekmeklik rafine buğday unlarından (*Triticum aestivum* L.) ekmek ve bisküvi üretimi yapılmış olup tokol içeriklerinin proses işlemlerinden etkilenip etkilenmediği araştırılmıştır. Ekmek ve bisküvi üretiminde yoğurma işlemi ile tokol içeriği azalmış ve ortalama tokol miktarı kayıplarının bisküvide %23, ekmekte %24.1 olduğu bulunmuştur. Einkorn tokol içeriğinde ekmeklik buğday örneklerinden daha iyi koruma sağlayarak einkorn buğday unundan yapılan ekmek ve bisküvilerde daha fazla tokol içeriği tespit edilmiştir. Einkorn buğday unundan yapılan ekmek ve bisküvilerdeki tokol miktarı ortalama 20.9 mg /kg iken ekmeklik buğday unundan yapılan ekmek ve bisküvide 10.49 mg /kg olarak bulunmuştur.

Hidalgo ve Brandolini (2010) yüksek ısının zararlarını sınırlandırmak ve fırın ürünlerinin besleyici özelliklerini iyileştirmek amacıyla üç einkorn ve üç ekmeklik buğday unundan bisküvi üretmişlerdir. Bisküvi üretim aşamasında furosin, glikomaltol, hidroksimetilfurfural, furfural, şeker,  $\alpha$ -amilaz,  $\beta$ -amilaz ve renk özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Ekmeklik buğday unundan yapılan

bisküvilerde furosin miktarı 42.5mg/100 g iken einkorn buğday unundan yapılan bisküvilerde furosin miktarı 15.7mg/100 g olarak bulunmuştur. Araştırmacılar einkorn buğdayında yüksek ısı zararının daha düşük olmasının nedenini einkorn buğdayının  $\beta$ -amilaz ve düşük maltoz içermesiyle açıklamışlardır. Ayrıca einkorn buğdayından yapılan bisküviler ile ekmeklik buğday unundan yapılan bisküvilerin renk özellikleri karşılaştırıldığında einkorn buğday unundan yapılan bisküvilerin daha açık renkli oldukları görülmüştür. Bu sebeple einkorn buğdayı bisküvi üretimindeki pişme işlemi gibi proseslerde besinsel özelliklerini ekmeklik buğday çeşitlerine göre daha iyi koruduğu belirtilmiştir.

Lomolino vd. (2017) yaptıkları çalışmada einkorn (*Triticum monococcum* L.) ve ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) örnekleri 200  $\mu$ m partikül iriliğinde öğütülüp un haline getirildikten sonra ekmek yapılmıştır. Einkorn ununun daha yüksek protein içeriğine sahip olmasına karşın einkorn unundan yapılan ekmeklerin ekmeklik kalitesinin sınırlı olduğu görülmüştür. Ayrıca einkorn ekmeklerinin daha sıkı yapıda olduğu ve ekmek gözenek homojenliğinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Abdel-Aal vd. (2010) yaptıkları çalışmada einkorn (*Triticum monococcum* L.) buğdayının diğer buğdaylardan daha fazla lutein içermesinden dolayı einkorn buğdayı ununu bisküvi, muffin ve ekmek gibi ürünlere katarak fonksiyonel ürün geliştirmişlerdir. Araştırmacılar lutein alımının katarakt, görme bozukluklarında iyileşme, kanser ve kardiyovasküler hastalıkları azaltma gibi sağlık yararlarından dolayı fırıncılık ürünlerinde kullanımının daha fazla çalışmayla desteklenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmada ürün prosesleri sırasında lutein stabilitesi incelenmiş olup lutein ile zenginleştirilmiş bisküvi ve muffinlerde lutein azalması ekmek örneklerinden daha fazla olmuştur. Bisküvi örneklerinde lutein miktarında sadece einkorn unu ile yapılan bisküvilerde %62, lutein ilave edilmiş einkorn unu ile yapılan bisküvilerde %65 ve kontrol örneklerinde %63 azalma olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada lutein miktarında ürün üretimi sırasındaki prosesler sebebiyle kayıp olsa da son ürünlerin önemli ölçüde lutein içerdikleri ve yüksek lutein içerikli fonksiyonel ürün geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Nakov vd. (2018)'nin % 0, 30, 50, 70 ve 100 oranlarında einkorn buğday unları ekmeçlik buğday unu ile yer değiştirmiş ve einkorn buğdayının bisküvide ürün kalitesine etkisini araştırmışlardır. Einkorn ile zenginleştirilmiş bisküvilerde katılan oran arttıka antioksidan, fenolik madde, diyet lif ve karatoneid miktarlarında artış olduğu görölmüştür. %100 einkorn unu ile yapılan bisküvilerin yayılmasının (79.5 mm) %100 buğday unu ile yapılan kontrol örneklerinin yayılmasına (53.0 mm) göre daha fazla olduğu raporlanmıştır. Araştırmacılar einkorn ununun bisküvi üretiminde kullanılmasının buğday ununa göre besinsel ve teknolojik özellikler bakımından daha üstün olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı bir araştırmada einkorn, einkorn ile zenginleştirilmiş pseudo-tahıllar ve ekmeçlik buğday kullanılarak yapılan bisküvilerde in vitro sindirim sırasında karatoneid, tokol, fenolik asitler ve antioksidan aktiviteleri çalışılmıştır. Toplam karatonoid içeriği en yüksek (4.70 mg/kg) einkorn buğdayından yapılan bisküvilerde görölmüştür. Antioksidan kapasitesi en yüksek einkorn buğdayından yapılan bisküvilerde görölürken en düşük ise ekmeçlik buğdaydan yapılan bisküvilerde görölmüştür (Hidalgo vd. 2018).

Yılmaz (2020) tarafından yapılan çalışmada einkorn buğdayı ile durum buğdayından bulgur üretilmiş ve ürünlerin kalite ve tekstürel özellikleri karşılaştırılmıştır. Einkorn bulgurunun optimum pişme süresi 6.5 dakika, durum bulgurunun ise 14 dakika olarak bulunmuştur. Durum bulgurunun pilavlık kalitesi daha yüksek bulunurken einkorn bulgurunda tekstür parametrelerinde daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca toplam fenolik madde miktarı einkorn buğdayında daha düşük bulunmasına rağmen bulgura işlem sırasında durum buğdayına göre daha fazla kayıp yaşandığı belirtilmiştir. Ertop (2018) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise einkorn buğdayından bulgur üretilmiş ve durum buğdayından yapılan bulgur ile fiziksel ve bazı kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada einkorn buğdayından üretilmiş bulgur taneleri durum buğdayından yapılan bulgur tanelerine göre daha büyüktür ve einkorn buğdayından yapılan bulgurun rengi durum buğdayına göre daha koyu renkli bulunmuştur. Ayrıca einkorn buğdayından yapılan bulgurda kül ve yağ içeriği ile demir ve çinko içeriğinin daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Levent (2019) çalışmasında einkorn buğday unundan %0, 20, 40, 60, 80 ve 100 oranları kullanarak erişte üretimi gerçekleştirmiş ve eriştelerin bazı kalite özelliklerini değerlendirmiştir. Erişte örneklerinde einkorn buğday ununun kullanımı ürünlerin kül, protein, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinde artış sağlamıştır. En düşük pişme kaybı ise %100 einkorn unu içeren erişte (%5.85) bulunmuştur. Ayrıca Ca, Fe, Cu ve Mg içeriği %100 einkorn buğday unu ile üretilmiş eriştelerde kontrol örneğine göre yüksek bulunmuştur. Çalışmada pişmiş eriştelerin duyusal özellikleri de dikkate alındığında %60 oranında einkorn buğday unu kullanarak erişte üretiminde başarılı olunabileceği belirtilmiştir.

Gazza vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada einkorn buğday unu mikروفilize edilerek makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Siyez tam buğday unundan yapılan makarnaların kontrol örneğine göre toplam diyet miktarının 3 kat, toplam antioksidan aktivitenin ise %43 daha fazla olduğu belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar einkornun çok zayıf gluten ağına sahip olmasına rağmen einkorn (Siyez) tam buğday unundan yapılan makarnaların duyusal değerlendirmesinde sertlik gibi tekstür özelliklerinin panelistler tarafından iyi puan aldığı ifade etmişlerdir.

Zielijski vd. (2008), Spelt (*Triticum aestivum* subsp. *spelta*) ve ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) örneklerinin öğütme ve pişirme özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, kullanılan çeşitlerin çoğunun iyi öğütme ve pişirme kabiliyetine sahip olduğu belirtilmiştir. Spelt buğdayı unlarından elde edilen ekmekler ile ekmeklik buğday unlarından elde edilen ekmekler toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoidler, tokoferoller, tokotrienoller, inositol fosfatlar, indirgenmiş glutatyon, okside edilmiş glutatyon bakımından benzer sonuçlar göstermiştir. Fakat Spelt buğdayı unundan yapılan ekmekler, ekmeklik buğdaydan yapılan ekmeklere göre tokoferol ve tokotrienol miktarları bakımından iki kat düşük bulunmuştur.

Bonafaccia vd. (2000)'nin yaptıkları çalışmada Spelt buğdayının (*Triticum aestivum* subsp. *spelta*) ekmeklik buğdaydan (*Triticum aestivum* L.) daha yüksek protein ve çözünür diyet lif içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tam Spelt buğdayı

unundan yapılan ekmeğin, ekmeklik buğday unundan yapılan ekmeğe göre daha az toplam nişasta ve daha fazla dirençli nişastaya sahip olduğu belirtilmiştir.

Piasecka-Józwiak vd. (2015) yaptıkları çalışmada %100 rafine Siyez unu, %70 rafine Siyez unu, %30 ekmeklik un ve %50 rafine Siyez unu, %50 ekmeklik un karışımlarından ürettikleri ekmeklerde Siyez ununun artışına bağlı olarak ekmek ağırlığında artış, hacim verimi ve spesifik hacim değerinde ise azalış olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada ekmeklik buğday unu ikamesinin ekmek hacmini ve gözenek yapısını önemli ölçüde iyileşme, tam buğday unu katma oranı artışı ile ekmeklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerlerinde azalma olduğu belirtilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Tez çalışmasında materyal olarak üç adet ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.); Tosunbey, Şanlı, Bayraktar 2000; dört adet yerel buğday 1970 ve öncesi tescil ettirilmiş, Köse, Ak 702, Sivas 111/33, Sünter; üç adet kavuzlu ilkel buğday einkorn (*Triticum monococcum* L., Ata Siyez), emmer (*Triticum dicoccum* L., Kavılca), Spelt (*Triticum aestivum* subsp. *spelta*) buğday çeşidi kullanılmıştır. Tez çalışmasında kullanılan buğday örnekleri 2020-2021 yetiştirme sezonunda, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliği (TARM, Ankara) yerleşkesinde ekilmiştir.

Buğday çeşitlerinden Ak 702 1931 yılında, Sivas 111/33 1933 yılında, Köse 220/39 1939 yılında tescil edilmiştir. Ata Siyez (*Triticum monococcum* L.) (14 kromozomlu) diploid, Kavılca (*Triticum diccicum* L.) (28 kromozomlu) tetraploid, Sünter, Tosunbey, Bayraktar 2000 ve Şanlı ise (*Triticum aestivum* L.) (42 kromozomlu) hekzaploid buğdaylardır.

Tosunbey, Bayraktar 2000 ve Şanlı buğdaylarından elde edilen rafine unlara kavuzlu, ve yerel buğdaylardan elde edilen tam buğday unları %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında karıştırılmıştır. Tosunbey buğday unu içeren karışımlar ekmek, Bayraktar 2000 buğday unu içeren karışımlar bisküvi ve Şanlı buğday unu içeren karışımlar kraker yapımında kullanılmıştır.

## **3.2 Yöntem**

### **3.2.1 Fiziksel analizler**

#### **3.2.1.1 Buğday örneklerinin temizliği**

Çalışmada kullanılan buğday örneklerinin silindirik elek sistemine sahip dokaj cihazından (Quator, Tripette & Renaud, Fransa) geçirilerek cılız ve kırık tanelerin, toz ve tarladan gelen yabancı tohumların ayrılması sağlanmıştır. Kavuzlu buğdaylar ise öncelikle kavuz ayırma cihazından (Codema LH 5095) geçirilerek taneye yapışık haldeki kavuzlarından ayrılmıştır.

#### **3.2.1.2 Bin tane ağırlığı analizi**

Buğday örneklerinin yabancı maddeleri ayrıldıktan sonra Tripette ve Renaud Numigral II Elektronik tane sayıcı kullanılarak (Villeneuve, Fransa) Özkaya ve Özkaya' da (2005) belirtilen metoda göre yapılmış olup sonuçlar kuru maddede gram cinsinden verilmiştir.

#### **3.2.1.3 Hektolitreye ağırlığı analizi**

Hektolitreye ağırlığı analizi Özkaya ve Özkaya'ya (2005) göre 1 litrelik hektolitreye terazisi (Ohaus, Chicago, ABD) kullanılarak yapılmış ve sonuçlar kilogram / hektolitreye (kg/hl) olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.1.4 Tek tane karakterizasyon sistemi (SKCS) analizi**

Buğday örneklerinin tane sertliği. SKCS (single kernel characterization system; Tek Tane Karakterizasyon Sistemi) (SKCS 4100, Perten Instruments, Stockholm, İsveç) cihazı kullanılarak metot American Association of Cereal Chemists International (AACCI) Metot No:55-31 göre tespit edilmiştir (AACCI, 2000).

### 3.2.1.5 Buğday örneklerinin öğütülmesi

Buğday örneklerinin içinde bulunan yabancı maddeler uzaklaştırıldıktan sonra kavuzlu olanlar kavuzlarından ayrılıp temizlendikten sonra soyma sayısı (pearling indeks) değerlerine göre uygun rutubet oranlarına tavlansmıştır. Verilecek su miktarı aşğıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$X = \left( \frac{100 - R1}{100 - R2} - 1 \right) \times W$$

X = Verilecek su miktarı

R1 = Örnek rutubeti

R2 = Örnekte istenen rutubet

W = Buğday miktarı

Tavlanan buğdaylar 24 saat süreyle dinlendirilmiş ve laboratuvar tipi valsli değirmende (Chopin, CD, Villeneuve La Garenne, Fransa) öğütölüp kırma sisteminde kaba kepek, un ve irmik elde edilmiştir. İrmik ise redüksiyon sistemine ait düz valslerden geçirilerek un inceltmiştir. Her iki öğütme ünitesinden elde edilen beyaz unlar bir araya getirilmiştir. Elde edilen kepek fraksiyonları çekiçli değirmende (Perten, LM 3100, Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç) 500 mikron çaplı göz açıklığı olan elek kullanılarak öğütöldükten sonra un fraksiyonları pantolon tipi karıştırıcı kullanılarak birleştirilmiştir. Pantolon karıştırıcıda elde edilen tam buğday unları 3 hafta olgunlaştırma için bekletilmiştir.

### 3.2.1.6 Renk analizi

Un örneklerinin renk değerleri Hunter Lab, Mini Scan XE plus renk ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Cihaz her kullanımdan önce beyaz seramik plakaya karşı (L= 97.26, a= +0.13, b= +1.71) standardize edilmiş ışık kaynağı olarak CIE tarafından belirlenen C ışıltıcısı (Illuminant C) kullanılarak L\* (aydınlık derecesi), a\* (kırmızı-yeşil) ve b\* (sarı-mavi) değerleri bulunmuştur. Katkılı örneklerin L\*, a\* ve b\* değerleri, katkısız örneklerinkinden çıkarılarak toplam renk değişikliği ( $\Delta E$ ), aşğıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Peressini ve Sensidoni, 2009).

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L^*_0)^2 + (a^* - a^*_0)^2 + (b^* - b^*_0)^2}$$

### **3.2.2 Kimyasal ve fizikokimyasal analizler**

#### **3.2.2.1 Rutubet analizi**

Örneklerin rutubet miktarı, AACCI Metod No: 44-15A'ya göre belirlenmiştir (AACCI, 2000).

#### **3.2.2.2 Kül analizi**

Örneklerin kül miktarı, AACCI Metod No:08-01'e göre belirlenmiştir (AACCI, 2000).

#### **3.2.2.3 Protein Analizi**

Örneklerin protein miktarı, AACCI Metod No:46-30'a göre Dumas azot tayin cihazı (Leco, FP828, ABD) ile belirlenmiştir. Örneklerin protein çevirme faktörü buğday için 5,7 faktörü kullanılarak hesaplanmıştır (AACCI, 2000).

#### **3.2.2.4 Yaş gluten miktarı ile gluten indeksi analizi**

Örneklerin yaş gluten miktarı ve gluten indeksi değeri, AACCI Metod No: 38-12A'ya göre belirlenmiştir (AACCI, 2000).

#### **3.2.2.5 Zeleny sedimentasyon analizi**

Tam buğday unlarının zeleny sedimentasyon değeri, AACCI Metod No: 56-61A (AACCI, 2000) göre belirlenmiştir.

### **3.2.2.6 Düşme sayısı analizi**

Örneklerin düşme sayısı, AACCI Metot No: 56-81B'ye göre belirlenmiştir (AACCI 2000).

### **3.2.3 Reolojik analizler**

#### **3.2.3.1 Farinogram özelliklerinin belirlenmesi**

Örneklerin farinogram özellikleri, AACCI Metod No:54–21'e göre belirlenmiştir (AACCI 2000).

#### **3.2.3.2 Alveogram özelliklerinin belirlenmesi**

Örneklerin alveogram özellikleri, AACCI Metod No:54-30A'ya göre belirlenmiştir (AACCI 2000).

### **3.2.4 Besinsel analizler**

#### **3.2.4.1 Fitik asit ve fitat fosforu analizi**

Örneklerin fitik asit ve fitat fosforu miktarları spektrofotometrik olarak Haug ve Lantzsch (1983) göre belirlenmiştir.

#### **3.2.4.2 Diyet lif analizi**

Örneklerin çözünür, çözünmez ve toplam diyet lif içerikleri (SDF, IDF ve TDF) AOAC Metot No: 991.43'e (AOAC, 2006) göre Ankom TDF Diyet Analiz Cihazı (Ankom, Macedon, NY) kullanılarak belirlenmiştir.

### **3.2.4.3 Toplam fenolik madde analizi**

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları Singleton ve Rossi (1965) göre Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiştir.

### **3.2.4.4 Toplam antioksidan aktivite analizi**

Örneklerin toplam antioksidan aktiviteleri Brand- Williams vd.'ye (1995) göre DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali yakalama aktivitesi hesaplanmasıyla spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

### **3.2.4.5 Tam buğday unu örneklerinin serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu**

Tam buğday unlarında serbest ve bağlı fenolik madde ekstraksiyonları Menteş (2011) göre elde edilmiştir. Ekstraksiyon işleminden önce örnekler hekzan (1:5 w/v 10 dk x 4) ile muamele edilmiş ve örneklerin yağı uzaklaştırılmıştır. Yağı uzaklaştırılan örnekler (0.5:5 g/ml) aseton-su karışımı (1:1,v/v) ile karıştırıcıda (1 saat 200 rpm) çalkalanmıştır. Serbest fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için süspansiyon santrifüj edilmiş (2500 g, 10 dak. x 3 kez ) ve süpernatantlar ayrı bir yerde birleştirilmiştir. Solventlerin rotory evaparatörde (Buchi, R 210, İsviçre, 40 C°) uzaklaştırılması sağlanmıştır. Elde edilen serbest fenolik maddeler dimetilsülfoksit (DMSO) (2ml) içinde çözündürülüp azot gazı altında koyu renkli saklama kaplarında -18 c de muhafaza edilmiştir. Bağlı fenolik bileşikleri ekstakte etmek için ise tam buğday unlarından serbest fenolik maddeler uzaklaştırdıktan sonra elde edilen pelet üzerine 10 ml 2 N NaOH eklenmiş ve 4 saat bekletilmiştir. Uygulanan bu alkali hidrolizin ardından karışımın Ph'ı 2'ye ayarlanmıştır. Bu işlemin ardından hekzan uygulaması (5 x 10 ml) ile yağ asitlerinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Hekzanı uzaklaştırılmış pelet üzerine hazırlanan dietil eter-etil asetat (1:1, v/v) karışımı 10 ml ilave edildikten sonra santrifüj edilmiştir. Bu işlem 6 kez tekrarlanmıştır. Santrifüj işleminden sonra dietil eter-etilasetat fraksiyonları ayrı bir yerde toplanmıştır. Solventlerin rotory evaparatörde (Buchi, R 210, İsviçre, 40 C°) uzaklaştırılması sağlanmıştır. Elde edilen bağlı fenolik

maddeler dimetilsülfoksit (DMSO) (2ml) içinde çözündürülüp azot gazı altında koyu renkli saklama kaplarında -18 C° de muhafaza edilmektedir.

#### **3.2.4.6 Fenolik asit dağılımının belirlenmesi**

Tam buğday unlarından elde edilen ve -18 °C’de bekletilen ekstraktlar oda sıcaklığında çözündürülmüştür. Tam buğday unlarına ait bağlı ve serbest fenolik ekstraktları seyreltilmiş ve 0.45 µm por genişliğine sahip şırınga ucu filtreden süzülüp HPLC cihazına verilmiştir. Örneklerin seyreltilmesinde mobil fazda kullanılan Asetik asitli su karışımı kullanılmıştır. Örneklerin fenolik asit dağılımlarının belirlenmesinde Shimadzu (Japonya) marka HPLC cihazı kullanılmıştır. HPLC çalışma koşulları ise kolon, (C18, 4.6\*250 mm), akış hızı, 1ml/dak, mobil faz, %100 asetonitril (A), %2 asetik asitli su (B), dalga boyu, 270-360 nm ve kolon sıcaklığı 25 °C olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.4.7 Mineral madde analizi**

Mineral madde analizi için ekmeçlik ve makarnalık buğday tam tane örnekleri, standart ölçüm kabı kullanılarak yaklaşık 8 g tartılmış ve ultra saf su (18.3 Ω) ile yıkanmıştır. Yıkanan örnekler 24 saat boyunca 50°C’lik bir kurutulmuş ve sonrasında agat taşı öğütme haznesi olan vibrasyonlu disk değirmende (Retsch RS 200, Haan, Almanya) öğütülmüştür. Se, Zn K, P, S, Mg, Ca, Fe, Mn, Al ve Cu içeriğinin belirlenmesi amacı ile öğütülmüş numunelerden yaklaşık 0.4 g tartılmış ve için kapalı mikro dalga sisteminde (MarsExpress; CEM Corp., Matthews, NC, ABD) 2 ml %30 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 5 ml %65 HNO<sub>3</sub> varlığında ile parçalanmış ve toplam hacim çift deiyonize su (ddH<sub>2</sub>O) kullanılarak 20 ml’ye tamamlanmıştır. Örneklerin Se içerikleri indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi cihazı (ICP-MS; 7700 Series, Agilent Technologies, USA) kullanarak belirlenmiştir.

### **3.2.5 Deneysel ekmek yapımı**

Ekmek örnekleri, Tosunbey rafine buğday ununa kavuzlu ve yerel buğdaylardan (Ak702, Köse, Sivas, Spelt, Ata Siyez, Kavılca, Sünter) elde edilen tam buğday unlarının %0, %25, %50, %75 ve %100 oranlarında katılmasıyla AACCI Standart Metot No: 10-11 (AACCI, 2000) esas alınarak yapılmıştır.

### **3.2.6 Ekmeklerde yapılan analizler**

#### **3.2.6.1 Fiziksel analizler**

Oda sıcaklığına gelen ekmek örneklerinin hacim ve ağırlıkları Metod No:10-05 (AACCI, 2000) kolza ile yer değiştirme esasına dayanan yöntemle göre hesaplanmıştır. Örneklerin hacim/ağırlık oranısından spesifik ekmek hacmi tespit edilmiştir.

#### **3.2.6.2 Renk ve tekstür analizi**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen ekmek örneklerinin ekmek içinin tekstürel özellikleri AACC Metot No:74-09'e (AACCI, 2000) göre (sertlik, yapışkanlık, esneklik, çiğnenme, sakızimsılık) TA-TX cihazı kullanılarak (Stable Microsystems, TA-XT plus, Godalming, Surrey, İngiltere) yapılmıştır. Örneklerin renk ölçümleri ise bölüm 3.2.1.6'ya göre belirlenmiştir.

#### **3.2.6.3 Besinsel analizler**

Kavuzlu ve yerel tam unları ile zenginleştirilen ekmeklerin çözünür, çözünmez ve toplam diyet lif, toplam fenolik madde miktarları, toplam antioksidan aktiviteleri ile fitik asit ve mineral madde miktarları bölüm 3.2.4' te verilen yöntemlere göre analiz edilmiştir.

### **3.2.6.4 Duyusal analiz**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen ekmeklerin duyusal özellikleri konu ile ilgili kısa bir eğitime tabi tutulan 15 panelist tarafından Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan ışıklandırılmış duyusal analiz laboratuvarında Hooda ve Jood'a (2005) göre yapılmıştır.

### **3.2.7 Deneysel bisküvi yapımı**

Bisküvi örnekleri, Bayraktar 2000 rafine buğday ununa, kavuzlu ve yerel buğdaylardan (Ak702, Köse, Sivas, Spelt, Ata Siyez, Kavılca, Sünter) elde edilen tam buğday unlarının, %0, %25, %50, %75 ve %100 oranlarında katılmasıyla AACCI Standart Metot No: 10-54 (AACCI, 2000) esas alınarak yapılmıştır. Bisküvi örneklerinin hazırlanmasında rafine buğday unu, kavuzlu ve yerel tam buğday unu, pudra şekeri, esmer şeker, yağsız süt tozu, tuz, sodyum bikarbonat, yağ (şortening), HFCS (yüksek fruktozlu mısır şurubu), amonyum bi karbonat ve su ingrediyenleri olarak kullanılmıştır.

### **3.2.8 Bisküvilerde yapılan analizler**

#### **3.2.8.1 Fiziksel analizler**

Bisküvilerin çap (mm) ve kalınlıkları (mm) AACCI Standart Metot No: 10-54 (AACCI, 2000) esas alınarak ölçülmüştür. Bisküvilerin yayılma oranları (W/T) ise bisküvi çapının, kalınlığına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

#### **3.2.8.2 Renk ve tekstür analizi**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen bisküvilerin renk ölçümleri bölüm 3.2.1.6'ya göre yapılmıştır. Bisküvi örneklerinin tekstür özelliklerinin tayininde AACCI Standard Method No: 74-09 (AACCI, 2000) yöntemi ve tekstür analiz cihazı (TA-XT plus. Stable Microsystems, UK) ile 3 nokta kırılma testi (three point bend rig)

teknikğine göre kırılma kuvveti değerleri (F, kg) elde edilmiştir.

### **3.2.8.3 Besinsel analizler**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen bisküvilerin çözüner, çözüner ve toplam diyet lif, toplam fenolik madde miktarları, toplam antioksidan aktiviteleri ile fitik asit ve mineral madde miktarları bölüm 3.2.4’de verilen yöntemlere göre analiz edilmiştir.

### **3.2.8.4 Duyusal analiz**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen bisküvilerin duyusal özellikleri, konu ile ilgili kısa bir eğitime tabi tutulan 10 panelist tarafından Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan ışıklandırılmış duyusal analiz laboratuvarında, Hooda ve Jood’a (2005) göre yapılmıştır.

### **3.2.9 Deneysel kraker yapımı**

Kraker örnekleri, şanlı rafine buğday ununa, kavuzlu ve yerel buğdaylardan (Ak702, Köse, Sivas, Spelt, Ata Siyez, Kavılca, Sünter) elde edilen tam buğday unlarının, %0, %25, %50, %75 ve %100 oranlarında katılmasıyla AACCI Standart Metot No: 10-53 (AACCI, 2000) esas alınarak yapılmıştır. Kraker örneklerinin hazırlanmasında rafine buğday unu, kavuzlu ve yerel tam buğday unu, tuz, maya, yağ (şortening), amonyum bi karbonat ve su ingrediyenleri olarak kullanılmıştır.

### **3.2.10 Krakerlerde yapılan analizler**

#### **3.2.10.1 Fiziksel analizler**

Kraker örneklerinin çap, kalınlık değerleri AACCI Standart Metot No: 10-54 (AACCI, 2000) esas alınarak ölçölmüştür

### **3.2.10.2 Renk ve tekstür analizi**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen krakerlerin renk ve tekstür analizleri sırasıyla bölüm 3.2.1.6 ve 3.2.6.2'ya göre yapılmıştır.

### **3.2.10.3 Besinsel analizler**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen krakerlerin çözünür, çözünmez ve toplam diyet lif, toplam fenolik madde miktarları, toplam antioksidan aktiviteleri ile fitik asit ve mineral madde miktarları bölüm 3.2.4'de verilen yöntemlere göre analiz edilmiştir.

### **3.2.10.4 Duyusal analiz**

Kavuzlu ve yerel buğday tam unları ile zenginleştirilen krakerlerin duyusal özellikleri konu ile ilgili kısa bir eğitime tabi tutulan 10 panelist tarafından, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan ışıklandırılmış duyusal analiz laboratuvarında Hooda ve Jood'a (2005) göre yapılmıştır.

### **3.2.11 İstatistiksel analiz**

Araştırmada elde edilen veriler, JMP (Version 11.0.0, SAS Institute Inc., 2013) istatistik programı kullanılarak one-way ANOVA tekniği ile değerlendirilmiş ve farklılıkları araştırılan özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli bulunanlara ( $p < 0.05$ ) Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Buğday Örneklerinin Fiziksel Özellikleri

Çalışmada kullanılan buğday örneklerine ait fiziksel özellikler çizelge 4.1’de verilmiştir. Hektolitreye ve bin tane ağırlığı, SKCS değerlerinin sonuçları buğday çeşitleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.1 Buğday örneklerinin fiziksel özellikleri

Çeşit	Hektolitreye ağırlığı (kg/hl)	Bin tane ağırlığı* (g)	SKCS sertlik indeksi (%)	SKCS tane çapı (mm)	SKCS sertlik sınıflandırılması
Ak	75.6f	30.76e	20.97g	2.70cd	Çok Yumuşak
Sivas	74.6g	28.38f	19.25g	2.68d	Çok Yumuşak
Köse	76.1ef	33.47d	32.99f	2.63de	Yumuşak
Sünter	73.4h	25.30g	57.74d	2.57e	Orta Sert
Kavılca	76.6e	35.87c	75.21a	2.80bc	Sert
Siyez	79.0c	23.86h	-8.73ı	2.31f	Aşırı Yumuşak
Spelt	78.7cd	33.47d	68.79c	2.85b	Sert
Bayraktar	78.1d	42.20b	12.16h	3.01a	Çok Yumuşak
Şanlı	81.4b	44.13a	50.32e	3.09a	Orta Sert
Tosunbey	82.9a	36.21c	71.61b	3.00a	Sert

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.1’de görüleceği üzere örneklerin hektolitreye, bin tane ağırlıkları ve SKCS tane çap özellikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). En yüksek hektolitreye ağırlığı 82.9 kg/hl ile Tosunbey en yüksek bin tane ağırlığı ise 44.13 g ile Şanlı çeşidinde görülmüştür. Kavuzlu buğdaylar içerisinde Siyez (79.0 kg/hl) buğday çeşidinde, Kavılca (76.6 kg/hl) ve Spelt (78.7 kg/hl) buğday çeşidine göre daha yüksek hektolitreye ağırlığı bulunmuştur.

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere buğday tanelerinin bin tane ağırlığı 23.86 g ile 44.13g arasında değişmektedir. En yüksek bin tane ağırlığı Şanlı (44.13 g) çeşidinde görülürken

en düşük Siyez (23.86 g) çeşidinde bulunmuştur. Bin tane ağırlığı tanenin yoğunluğu ve büyüklüğü ile ilgili olup ekmeklik buğdaylarda 20-32 g arasında değişmektedir. Bin tane ağırlığının yüksek olması endosperminin daha yoğun olduğunu ve un veriminin daha fazla olacağını ifade etmektedir (Özkaya ve Özkaya 2005). Bin tane ağırlığı çevresel faktörler ve çeşit farklılıklarından etkilenmektedir (Köksel vd. 2000).

Çizelge 4.1’de kavuzlu buğdaylar Spelt, Siyez ve Kavılca çeşidinde bin tane ağırlığı sırasıyla (33.47, 23.86 ve 35.87g) modern buğday çeşitlerinden Tosunbey, Şanlı ve Bayraktar sırasıyla (36.21, 44.13 ve 42. 20 g) göre düşük bulunmuştur.

Rachon vd. (2020) yaptıkları bir çalışmada benzer şekilde kavuzlu buğdaylardan emmer (Kavılca) (33.9 g) ve Spelt’in (33.1 g) bin tane ağırlığının, ekmeklik buğday çeşitlerine göre (34.1g) daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada hektolitre ağırlığı ise durum buğdayında 82.8 kg/hl, Spelt buğdayında 76.5 kg/hl, ekmeklik buğdayda 76.1kg/hl ve emmer buğdayında 75.2 kg/hl olduğu bulunmuştur. SKCS sertlik değerine göre Kavılca, Spelt ve Tosunbey (75.21, 68.79 ve 71.61) sert, Siyez ise (-8.73) aşırı yumuşak olarak sınıflandırılmıştır. Çizelge 4.1’ de de görüldüğü gibi Siyez buğday çeşidinde sertlik indeksi -8,73 ile aşırı yumuşak olarak bulunmuştur. Loje vd. (2003) yaptıkları çalışmada *Triticum monococcum* (einkorn) Siyez buğday örneğinin sertlik indeksinin-7.3 ile 27.2 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise 24 adet İtalya Siyez buğday çeşidinde sertlik indeksinin -14,8 ile 4 arasında değişim gösterdiği bulunmuştur (Corbellini vd 1999). Çizelge 4.1’de görüleceği üzere örneklerin tane çap değerleri 2.31mm ile 3.09 mm arasında değişmekte olup en iri taneler Şanlı buğday çeşidinde görülmüştür. Sert ve iri buğdayların protein miktarı, un verimi yüksek aynı zamanda gluten yapısı ekmek yapımına daha uygun olması sebebiyle ekmeklik buğday üretiminde daha çok sert ve iri buğdaylar kullanılmaktadır (Özkaya ve Özkaya 2005).

## **4.2 Tam ve rafine buğday unlarının bazı özellikleri**

### **4.2.1 Kimyasal ve fizikokimyasal özellikler**

Çalışmada kullanılan buğday örneklerinden elde edilen tam buğday ve rafine unlarının kül, protein, Zeleny sedimentasyon, yaş gluten, gluten indeksi, düşme sayısı değerleri çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Tam ve rafine buğday unlarının kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri

Çeşit	Kül miktarı* (%)	Protein miktarı (%; N*5.7)	Sedimentasyon değeri* (ml)	Yaş gluten miktarı (%)	Gluten indeks değeri (%)	Düşme sayısı (sn)
<i>Tam unlar</i>						
Ak	1.51±0.02b	14.8±0.2b	12±0.5d	38.0±0.4a	40.3±2.1d	364.8±7.7b
Kavılca	1.50±0.03b	12.3±0.1e	11±0.5e	31.0±0.6d	1.6±0.5e	386.0±2.3a
Köse	1.77±0.03a	14.3±0.1c	16±0.5c	33.0±0.7c	54.8±7.4c	326.6±2.1d
Sivas	1.42±0.02c	16.0±0.3a	18±0.5b	35.7±0.7b	42.7±2.8d	321.7±2.2d
Siyez	1.43±0.01c	14.3±0.3c	12±0.5d	4.0±0.2e	68.1±2.0b	339.1±3.1c
Spelt	1.36±0.04d	13.4±0.4d	20±0.5a	36.0±0.5b	74.9±1.8a	382.5±6.1a
Sünter	1.56±0.02b	14.7±0.0b	15±0.5c	31.6±0.8d	43.7±2.6d	324.7±4.2d
<i>Rafine unlar</i>						
Bayraktar	0.50±0.05b	9.3±0.0c	20±0.5c	20.1±0.5c	96.9±0.2a	271.8±6.8c
Şanlı	0.56±0.04a	12.7±0.0b	30±0.5b	34.1±0.5b	56.5±0.2c	349.8±8.2b
Tosunbey	0.54±0.05a	13.8±0.0a	45±0.5a	38.8±0.5a	90.4±0.2b	419.1±9.7a

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

Tam buğday unlarında etkisi araştırılan özellikler bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinin kül miktarı %1.36-1.77 arasında değişim gösterirken rafine buğday unlarında ise bu değer %0.50-0.56 arasında değişim göstermiştir. Tam buğday unlarının kül miktarının daha yüksek olmasının nedeni yapısında buğday kepeğini bulundurmasıdır. Skrobot vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada kavuzlu buğdaylardan Spelt ve Kavılca buğdaylarında kül miktarları sırasıyla %1.98 ve %1.87 bulunmuştur.

Buğday tanesindeki protein oranı, ticarete tane ve unun ekmekçilik değerinin belirlenmesinde kriter olarak kullanılmakta, ekmeğin pişme kalitesi ve somun hacminin en önemli göstergesi olarak kabul edilmektedir. Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinin protein miktarları %12.3-16.0 arasında değişim göstermiştir. En yüksek protein miktarı Sivas'ta, (%16.0) en düşük protein miktarı ise kavuzlu çeşit olan Kavılca' da (%12.3) görülmüştür. Kavuzlu çeşit olan Siyez buğdayının protein miktarının ekmeklik buğday Tosunbey'den yüksek olduğu görülmektedir. Başka bir çalışmada da Siyez buğday örneğinin protein miktarının (%17.12) ekmeklik buğdayın protein miktarının (%11.08) daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Gürcan vd. 2017).

Konvalina vd (2014) yapmış oldukları çalışmada da yerel buğdayların (%13.2) modern ekmeklik buğdaylara (%12.5) göre daha fazla protein içerdiğini tespit etmişlerdir.

Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinin sedimentasyon değeri 11-20 ml arasında değişim göstermektedir. Rafine unlarda ise en yüksek zeleny sedimentasyon değeri Tosunbey buğday çeşidinde (45ml) görülürken en düşük zeleny sedimentasyon değeri Bayraktar buğday çeşidinde (20ml) görülmüştür. Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu tam buğday unlarının yaş gluten miktarı %4.0-38.0 arasında ve gluten indeksi %1.6-74.9 arasında değişim göstermiştir. Yaş gluten miktarı açısından yerel çeşitlerden Sünter ve Ak çeşidine ait tam buğday unları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Siyez çeşidinin tam buğday ununda ise en

düşük yaş gluten miktarı (%4.0) bulunmuştur. Gluten indeks değeri bakımından en düşük değer kavuzlu çeşit olan Kavılca da (%1.6) görülmüştür.

Konvalına vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada emmer (Kavılca) buğdayında yaş gluten miktarının % 30-57.2 arasında değişim gösterdiğini fakat gluten indeksinin çok düşük olması sebebi ile emmer buğdayının ekmek yapımı için uygun olmadığını ifade etmişlerdir.

Düşme sayısı unda amilolitik aktivitenin bir göstergesidir ve yetersiz amilaz aktivitesi hamur konsistensini ve gaz tutma kapasitesinin zayıf olmasına neden olmaktadır. İyi bir ekmek üretiminde düşme sayısının 200-250s olduğu belirtilmektedir. Düşme sayısının <150 s olması amilaz aktivitesinin aşırı yüksek, >300 s olması ise amilaz aktivitesinin çok düşük olduğunu göstermektedir (Köksel vd. 2000).

Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinin düşme sayısı değeri 321.7-386.0 sn arasında değişim göstermiştir. Rafine unlarda ise en yüksek düşme sayısı değeri Tosunbey buğday çeşidinde (419.1 sn) görülürken en düşük düşme sayısı değeri Bayraktar buğday çeşidinde (271.8 sn) görülmüştür.

Rachon ve Szumi (2009) yaptıkları çalışmada Spelt buğdayının protein oranının %12.1, kül %1.6, düşme sayısının 258 sn olduğunu, ekmeklik buğdayda ise bu değerlerin sırasıyla %11.0, % 1.7 ve 215 sn olduğunu belirtmişlerdir.

Khmeleva vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, emmer (Kavılca) tam buğday ununda yaş gluten miktarının %21 ile %30, düşme sayısının ise 350 -380 sn arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir.

Biel vd (2021) kavuzlu buğday çeşitlerinin kimyasal özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada en yüksek protein miktarının einkorn (Siyez) buğday çeşidinde (%18.1) olduğunu ve bunu sırasıyla emmer (Kavılca) (%15.4), Spelt (%12.8) ve ekmeklik

buğday (%11.0) çeşitlerinin takip ettiğini bildirmişlerdir.

Fujita vd (2020) yaptıkları çalışmada buğday çeşitlerinin protein miktarları, einkorn (Siyez) %13, emmer (Kavılca) %12, Spelt %12.5 olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacılar buğday çeşitlerinin düşme sayısı değerlerinin ise einkorn (Siyez) 383.3 sn, emmer (Kavılca) 475.8 sn, Spelt 363.0 sn olduğunu belirtmişlerdir.

## 4.2.2 Reolojik özellikler

### 4.2.2.1 Farinogram özellikleri

Çalışmada kullanılan buğday örneklerinden elde edilen tam buğday ve rafine unlarının farinogram özellikleri çizelge 4.3'te verilmiştir. Tam buğday ve rafine buğday unlarının farinogram özellikleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar, genelde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.3 Tam ve rafine buğday unlarının farinogram özellikleri

Çeşit	Su absorpsiyonu (%)	Gelişme süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama derecesi* (BU)	Farinogram kalite değeri (mm)
<i>Tam unlar</i>					
Ak	63.7±0.1c	1.5±0.1f	1.9±0.1ef	102.0±8.0b	25.0±1.0e
Bayraktar	58.3±0.3g	3.1±0.3c	3.8±0.5cd	67.4±6.5c	48.0±0.1d
Kavılca	60.5±0.1f	1.5±0.1f	2.4±0.1e	99.7±2.6b	30.7±0.6e
Köse	63.6±0.2c	2.5±0.3d	4.2±0.2c	40.7±1.6ef	62.0±1.0c
Sivas	62.5±0.2d	2.0±0.1e	2.1±0.3ef	71.7±4.6c	28.7±1.6e
Siyez	61.2±0.2e	1.3±0.1f	1.5±0.2f	122.7±4.7a	30.0±5.0e
Spelt	66.5±0.2a	3.8±0.2b	6.6±0.7b	35.0±5.0f	91.4±8.6b
Sünter	64.3±0.2b	2.6±0.2d	3.5±0.2d	53.0±3.0d	56.0±3.0c
Şanlı	64.4±0.6b	3.2±0.1c	4.0±0.3cd	65.7±1.2c	62.7±1.6c
Tosunbey	64.6±0.3b	7.1±0.5a	7.8±0.9a	46.7±5.8de	116.0±9.9a
<i>Rafine unlar</i>					
Bayraktar	48.2±0.3c	0.9±0.1c	1.6±0.4c	112.0±2.7a	15.0±1.0c
Şanlı	61.4±0.1b	3.1±0.6b	6.8±0.8b	43.4±6.7b	85.7±9.3b
Tosunbey	60.9±0.3a	7.2±0.3a	13.5±0.7a	6.4±0.6c	124.0±25.2a

\*Brabender ünitesi.

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ( $p<0.05$ ).

Tam buğday unlarının farinograf gelişme süresi 1.3-6-7.1 dk, su absorpsiyonu %58.3-66.5, stabilitesi 1.5-7.8 dk, yumuşama derecesi 35.0-122.7 BU, farinogram kalite değeri ise 25.0-116 mm arasında, rafine unların ise farinogram gelişme süresi 0.96-7.2 dk, su absorpsiyonu %48.2-60.9, stabilitesi 1.6-13.5 dk, yumuşama derecesi 6.4-112.0 BU, farinogram kalite değeri ise 15.0-124 mm arasında olduğu bulunmuştur.

Değirmencilik ve fırıncılık sektöründe yüksek hacimli, iyi kalitede ürünler elde etmek için hamurun optimum reolojiye sahip olması gerekmektedir. Yüksek su absorpsiyonu ile birlikte düşük yumuşama derecesi iyi kalitede unun göstergesi iken, yüksek su absorpsiyonu ile birlikte yüksek yumuşama derecesi ise düşük kalitede unun göstergesidir. Genel olarak ekmek hamurundaki su oranı %65 civarındadır. Su oranı optimumdan düşük olduğunda karıştırma süresinin artmasına neden olmaktadır (Okuda vd. 2016).

Tam buğday unları içerisinde en yüksek gelişme süresi, su absorpsiyonu ve stabilite değeri Spelt, rafine buğday unları içerisinde ise Tosunbey buğday çeşidinde tespit edilmiştir. Stabilite değeri unun karıştırmaya karşı toleransının bir göstergesi olup yüksek değerleri güçlü bir hamurun göstergesidir. Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi tam buğday unları içerisinde en düşük stabilite Siyez (1.5 dk) buğday çeşidinde bulunmuştur. Bu sonuca göre Siyez buğday çeşidinden yapılan hamurun karıştırma süresi kısa, hamuru ise zayıf olacaktır. Yumuşama derecesinin yüksek olması ise hamurun karıştırma gibi uzun mekanik işlemleri sürdüremeyeceğini belirtmektedir. Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi tam buğday unları içerisinde en yüksek yumuşama derecesi Siyez, Ak ve Kavılca buğday çeşidinde sırasıyla 122.7, 102.0 ve 99.7 BU olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde farklı çalışmalarda da emmer ve einkorn çeşidine ait tam buğday unlarında yumuşama dereceleri yüksek bulunmuştur (Lacko-Bartošova vd. 2019, Biel vd. 2021).

Marconi vd (2002) tarafından yapılan çalışmada, Spelt tam buğday unlarının farinogram absorpsiyonu değerinin %51.5-56.4, gelişme süresinin 1.0-3.0 dk, stabilitesinin ise 1.0-3.5 dk ve yumuşama derecesinin 40-140 BU arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir.

Deng vd (2020), 5 farklı ticari yumuşak ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) rafine unlarının farinogram absorpsiyonu değerinin %51.9-54.7, gelişme süresinin 1.1-2.6 dk, stabilitesinin ise 1.6-3.7 dk arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu farinograf özellikleri dikkate alındığında ticari yumuşak ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) rafine unlarının kraker üretimi için iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Biel vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) Spelt (*Triticum Spelta*), emmer (*Triticum dicoccon*) ve einkorn (*Triticum monococcum*) buğday çeşitlerinin tam buğday unlarında farinograf özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada einkorn, emmer ve Spelt buğday çeşidine ait tam buğday unlarının su absorpsiyonunun sırasıyla %61.3, 65.5, 58.2, gelişme süresinin 2.1, 2.1, 3.9 dk, stabilitesinin 1.20, 1.40, 4.15 dk, yumuşama derecesinin ise 182.5, 163.0, 78.0 BU olduğu tespit edilmiştir. Ekmeklik tam buğday unu için ise bu değerler % 60.7, 4.8 dk, 4.40 dk, 69.7 BU olarak bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan Tosunbey rafine buğday ununa farklı oranlarda (%25, 50, 75 ve 100) yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak elde edilen karışımların su absorpsiyonu, stabilite, gelişme süresi ve yumuşama derecesi değerlerine ait analiz sonuçları çizelge 4.4'te verilmiştir.

Su absorpsiyonu, buğday ununun en temel kalite parametrelerinden birisi olup optimum kıvamda hamur üretmek için gereken su miktarıdır.

Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere karışımlarda tam buğday oranının artmasıyla karışım unlarının su absorpsiyonu değeri artarken gelişme süresi ve stabilite değerleri düşmektedir. Su absorpsiyonunun artmasının nedeni buğday kepeğinde bulunan diyet liflerin yapısındaki hidroksil gruplarının bulunmasından kaynaklanmaktadır (Rosell vd. 2010). Ayrıca karışımların kepek oranının artmasıyla kepeğin suyu alma hızının yavaş olması nedeniyle farinogram özelliklerinden hamur gelişme süresi artmaktadır.

Çizelge 4.4'den de görüldüğü üzere çalışmada oluşturulan karışımlardan %25 dışındaki oranlarda (%50, 75 ve 100) karışımın tam buğday oranının artmasıyla birlikte gelişme

Çizelge 4.4 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak elde edilen karışımların farinogram özellikleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Su absorpsiyonu (%)	Gelişme süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama derecesi (BU)*	Farinogram kalite değeri (mm)
Ak	0	60.9±0.3dA	7.2±0.3aA	13.5±0.7aA	6.4±0.6eA	124.0±25.2aA
	25	62.1±0.1cB	4.0±0.1bD	8.1±0.5bD	29.0±4.0dA	100.5±8.5bC
	50	63.2±0.1bB	2.3±0.2cC	4.8±0.3cF	48.5±3.5cA	60.0±4.0cF
	75	63.4±0.1abB	2.0±0.2dD	3.6±0.2dC	53.5±0.5bC	50.0±1.0cB
	100	63.5±0.1aC	1.5±0.1eDE	1.9±0.1eEF	99.5±0.5aB	25.0±1.0dC
Kavılca	0	60.9±0.3cA	7.2±0.3aA	13.5±0.7aA	6.4±0.6eA	124.0±25.2aA
	25	59.9±0.6dC	5.5±0.5bC	8.7±0.6bCD	33.0±4.0dA	93.5±2.5bC
	50	60.4±0.1bD	2.7±0.6cC	6.1±0.3cDE	51.0±7.0cA	70.0±3.0cE
	75	60.5±0.1bD	1.9±0.1dD	3.3±0.2dC	74.0±4.0bA	42.0±2.0dBC
	100	60.8±0.1aE	1.5±0.1dD	2.4±0.1eD	99.5±2.5aB	30.7±0.6dC
Köse	0	60.9±0.3eA	7.2±0.3aA	13.5±0.7aA	6.4±0.6dA	124.0±25.2aA
	25	62.2±0.1dAB	5.5±0.2bC	10.3±0.1bB	17.5±0.5cB	126.0±0.1aB
	50	62.5±0.1cC	3.5±0.2cB	7.8±0.6cC	31.0±1.0bC	94.0±4.0bC
	75	62.8±0.1bC	2.8±0.2dC	6.9±0.4dA	31.5±1.5bD	96.5±1.5bA
	100	63.8±0.1aC	2.5±0.3dB	4.2±0.2eB	40.5±1.5aE	62.0±1.0cB
Sivas	0	60.9±0.3cA	7.2±0.3aA	13.5±0.7aA	6.4±0.6dA	124.0±25.2aA
	25	59.7±0.1dC	4.6±0.2bD	8.4±0.6bD	30.5±0.5cA	96.5±1.5bC
	50	60.9±0.8cD	2.4±0.3cC	5.3±0.3cEF	50.7±0.6bA	59.5±0.5cF
	75	61.7±0.1bCD	1.9±0.1dD	3.1±0.3dC	69.5±14.5aAB	37.0±5.0dC
	100	62.5±0.2aCD	2.0±0.1dC	2.1±0.3eDE	71.5±4.5aC	28.5±1.5dC
Siyez	0	60.9±0.3bcA	7.2±0.3aA	13.5±0.7cA	6.4±0.6cA	124.0±25.2cA
	25	60.2±0.2dC	8.8±2.4aA	20.6±0.1aA	3.0±0.0cC	255.0±1.0aA
	50	60.7±0.2cD	3.8±0.3bB	18.1±1.0bA	3.5±0.5cE	216.5±3.5bA
	75	61.2±0.2abCD	1.9±0.3bcD	3.0±0.5dC	60.0±11bBC	50.5±11.5dB
	100	61.4±0.1aD	1.3±0.1cE	1.5±0.2eF	124.4±4.1aA	30.0±5.0dC
Spelt	0	60.9±0.3eA	7.2±0.3aA	13.5±0.7aA	6.4±0.6cA	124.0±25.2aA
	25	62.7±0.7dA	6.5±0.7bB	10.3±0.3bB	18.0±3.0bB	12.03±5.0cB
	50	64.5±0.5cA	5.0±0.1cA	9.8±0.4bB	20.5±0.5bD	124.0±7.0aB
	75	65.7±0.3bA	4.7±0.5cA	6.8±0.6cA	36.0±3.0aD	88.0±7.0bA
	100	66.8±0.1aA	3.8±0.2dA	6.6±0.7cA	35.0±5.0aE	91.5±8.5bA
Sünter	0	60.9±0.3eA	7.2±0.3aA	13.5±0.7aA	6.4±0.6eA	124.0±25.2aA
	25	62.6±0.1dAB	5.7±0.6bC	9.1±0.1bC	20.0±2.0dB	129.0±6.0aB
	50	63.4±0.3cB	4.6±0.1cA	6.3±0.1cD	37.0±0.1bB	85.0±0.1bD
	75	63.9±0.1bB	4.2±0.2cB	5.8±0.6cB	32.5±2.5cD	92.0±6.0bA
	100	64.8±0.1aB	2.6±0.2dB	3.5±0.2dC	53.0±3.0aD	56.0±3.0cA

\* Brabender ünitesi.

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

süresinin önemli bir düzeyde arttığı görülmüştür ( $p<0.05$ ). Kulathunga ve Şimşek (2022) tarafından yapılan çalışmada einkorn, emmer, Spelt ve ekmeklik buğdayda farinogram gelişme süresinin sırasıyla 1.8-2.0, 1.7-2.2, 2.8-4.8 ve 3.4-5.6 dk arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Gelişme süresindeki artış proteinler ve kepek parçacıkları arasındaki su rekabetinin bir sonucudur. Ayrıca buğday kepeğinde yoğunlaşan arabinoksilanlar da hamur gelişme süresinin artmasından sorumlu olabilmektedir (Messia vd. 2016).

Çizelge 4.4' te görüldüğü gibi %100 Siyez çeşidinden oluşturan karışımın en yüksek yumuşama derecesine (124.4 BU) sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Siyez buğdayının gluten miktar ve kalitesinin düşük olmasının bir sonucudur. Aynı zamanda %100 tam buğday unu içeren karışımlar Tosunbey rafine ununa göre daha yüksek bir yumuşama değeri vermiştir. Gluten miktar ve kalitesi yüksek unların yumuşama derecelerinin düşük ve gelişme sürelerinin ise uzun olduğu bildirilmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990).

Belcar vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada Spelt (*Triticum Spelta*), emmer (*Triticum dicoccon*) ve einkorn (*Triticum monococcum*) buğday çeşitlerinin tam buğday unlarında farinograf özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada einkorn, emmer ve Spelt buğday çeşidine ait tam buğday unlarının su absorpsiyonunun % 63.5, 68.3, 60.3, gelişme süresinin 2.7, 2.5, 4.2 dk, stabilitesinin, 1.70, 2.9, 6.5 dk, yumuşama derecesinin ise 140, 94.0 FU olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada ekmeklik tam buğday unu için ise bu değerler %59.6, 2.0 dk, 5.0 dk, 105 FU olarak bulunmuştur.

#### **4.2.2.2 Un örneklerinin alveogram özellikleri**

Çalışmada buğday örneklerinden elde edilen tam buğday ve rafine unlarının alveogram özellikleri çizelge 4.5'te verilmiştir. Tam buğday ve rafine buğday unlarının alveogram özellikleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.5 Tam ve rafine buğday unlarının alveogram özellikleri

Çeşit	Direnç (P, mm)	Uzayabilirlik (L, mm)	Kabarma indeksi (G, cm <sup>3</sup> )	Enerji (W, 10 <sup>-4</sup> Joule)	Biçimsel oran (P/L)
<i>Tam unlar</i>					
Ak	75.4±2.9f	14.0±0.0ef	8.2±0.1ef	59.7±3.8c	5.4±0.3c
Bayraktar	58.4±2.1g	30.7±4.8a	12.2±0.8a	53.7±5.7c	2.0±0.4d
Kavılca	65.4±4.6fg	24.0±4.0bc	10.9±1.0bc	49.4±5.2c	2.8±0.5d
Köse	101.7±3.6e	30.0±1.0a	12.2±0.2a	121.7±2.1b	3.4±0.2d
Sivas	105.0±3.0e	11.0±1.0f	7.4±0.4f	55.0±3.7c	9.6±0.7b
Spelt	173.4±9.1b	21.7±2.6cd	10.4±0.7c	160.7±9.6a	8.1±1.4b
Sünter	141.4±1.6d	16.7±2.6e	9.1±0.8de	113.7±5.7b	8.7±1.5b
Şanlı	152.0±1.0c	27.4±4.2ab	11.9±0.7ab	160.0±5.6a	5.7±0.8c
Tosunbey	207.0±13.3a	17.4±2.4de	9.7±1.2cd	164.7±19.2a	12.2±2.3a
<i>Rafine unlar</i>					
Bayraktar	29.0±1.8b	82.7±5.7b	20.2±0.7b	60.0±7.6c	0.4±0.1c
Şanlı	88.0±6.6a	45.0±1.0c	14.9±0.2c	152.7±9.3b	2.0±0.3a
Tosunbey	87.7±1.6a	111.0±7.6a	22.8±0.7a	326.0±6.0a	0.8±0.1b

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

Alveograf, sabit şartlar altında un, tuz ve su ile hazırlanan hamurun kesilerek şekil verilmesi, şekil verilen parçaların dinlendirilmesinin ardından hava verilerek şişirilmesi dolayısı ile hamurun şişmeye karşı gösterdiği direncin değerine göre unun ekmeklik değeri hakkında fikir vermektedir. Alveogram değerleri ise P, (grafikteki maksimum yükseklik) glutenin kuvveti, L (uzunluk) hamurun uzama yeteneği, G (kurve alanı) değeri hamurun elastikiyetini, W (enerji) hamurun deformasyonu için gerekli enerjiyi ifade etmektedir (Özkaya ve Kahveci 1990). Alveogram P ve W değerleri unun ekmeklik veya bisküvilik kalitesinin değerlendirilmesinde fikir vermektedir. Analizi yapılan hamurun W enerji değeri 170- 200.10<sup>-4</sup>j ise kuvvetli, 200-250 10<sup>-4</sup>j ise orta ve W>250. 10<sup>-4</sup>j ise kuvvetli olarak değerlendirilmektedir (Zhygunov vd. 2020).

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi rafine unlardan Tosunbey' in W enerji değeri en yüksek (326 10<sup>-4</sup>j) bulunurken en düşük değer ise Bayraktar (60 10<sup>-4</sup>j)çeşidinde bulunmuştur. İncelenen tam buğday unlarında ise W enerji değeri 49.4-164.7 10<sup>-4</sup>j arasında değişim

gösterirken. P değeri 58.4-207 mm, L değeri 14.0-30.0 mm arasında, G değeri 8.2-12.2 cm<sup>3</sup> arasında ve P/L oranı 2.0-12.2 arasında değişim göstermiştir.

Ekmeklik unlarda istenilen P/L oranının 0.9 ve 0.9'a yakın olması hamurun direnç ve elastikiyetinin iyi olduğunu gösterirken bu oranın 0.55 ve 0.55'e yakın olması ise hamurun zayıf ve bisküvilik un olduğunu göstermektedir (Zhygunov vd. 2020). İyi kalitede rafine beyaz kraker unu için alveogram parametrelerinden P değerinin çok düşük (<30) veya çok yüksek (>40) olması istenmemektedir. Çünkü P değerinin çok düşük olması krakerde hamurun çok yumuşak olmasına dolayısı ile homojen kabarcık oluşmamasına, P değerinin çok yüksek olması ise krakerin yeterince yayılamamasına neden olmaktadır. W değerinin çok düşük (<75) veya çok yüksek (>105) olması durumunda gluten gücü çok zayıfsa, gaz hücreleri birleşir ve gaz kraker hamurunu erken terk eder. Gluten çok güçlü ise, kraker hamuru pişme sırasında kabarmaya karşı koyamayacak kadar elastik olur. L değeri <90 ise hamurun uzayabilirliği çok azalır ve pişme sırasında krakerde kabarcıkların sönmesi meydana gelir (Slade vd. 1994).

Podolska vd (2020) tarafından yapılan çalışmada, Spelt (*Triticum Spelta*) ve ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) unlarının alveograf P değerini sırasıyla 62, 118 mm, L değerinin 88.79 mm, w değerini 146 10<sup>-4</sup>j, 312, P/L değerini 0.71, 1.53 ve G değerini 20.8, 19.7cm<sup>3</sup> olarak bulmuşlardır. Deng vd (2020) tarafından yapılan çalışmada 5 farklı ticari yumuşak ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) ve 1 yumuşak ekmeklik kışlık buğday unundan kraker üretimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar ticari yumuşak ekmeklik buğday unlarının alveograf P değerinin 38.5-51.0 mm, L değerinin 60.0-143 mm, W değerinin 91.5-122.5 10<sup>-4</sup>j arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada yumuşak kışlık ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) ununda alveograf P değeri 33.5 mm, L değeri 116.6 mm, W değeri ise 92.0 10<sup>-4</sup>j olarak bulunmuştur.

#### **4.2.3 Yerel ve kavuzlu tam buğday un karışımlarının alveogram özellikleri**

Çalışmada kullanılan Tosunbey rafine buğday ununa farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak elde edilen karışımların direnç,

uzayabilirlik, kabarma indeksi, enerji ve biçimsel oran değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Tosunbey buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak elde edilen karışımların alveogram özellikleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Direnç (P, mm)	Uzayabilirlik (L, mm)	Kabarma indeksi (G, cm <sup>3</sup> )	Enerji (W, 10 <sup>-4</sup> Joule)	Biçimsel oran (P/L)
Ak	0	87.6±1.5cA	111.0±7.5aA	22.7±0.6aA	326.0±6.0aA	0.8±0.1dA
	25	116.6±1.5aB	32.3±0.5bC	12.7±0.1bC	168.0±5.5bC	3.6±0.0cB
	50	120.6±5.0aB	25.3±2.3cC	11.1±0.4cD	132.6±4.5cC	4.8±0.5bB
	75	106.0±2.6bC	23.0±1.0cC	10.6±0.2cD	106.6±5.8dC	4.6±0.3bA
	100	75.4±2.9dD	14.0±0.0dC	8.2±0.1dC	59.7±3.8eC	5.4±0.3aB
Kavılca	0	87.6±1.5cA	111.0±7.5aA	22.7±0.6aA	326.0±6.0aA	0.8±1.5dA
	25	105.0±3.6aC	30.6±3.0bC	12.2±0.6bCD	151.3±6.5bD	3.4±0.4bBC
	50	95.6±1.1bE	29.6±1.5bcC	12.1±0.3bD	125.6±2.0cC	3.2±0.2bcC
	75	94.3±1.5bD	22.3±2.0dC	10.4±0.5cD	92.0±2.6dD	4.2±0.3aA
	100	65.4±4.6dD	24.0±4.0cB	10.9±1.0bcB	49.4±5.2eC	2.8±0.5cD
Köse	0	87.6±1.5cA	111.0±7.5aA	22.7±0.6aA	326.0±6.0aA	0.8±1.5dA
	25	79.6±3.7dE	55.6±6.1bA	16.5±0.9bA	175.0±5.5bC	1.4±0.2cE
	50	98.0±2.0bE	46.0±2.0cA	14.7±0.1cAB	174.6±4.7bB	2.1±0.1bD
	75	122.0±3.0aB	37.0±1.0dA	13.4±0.1dB	167.6±2.5bB	3.3±0.1aB
	100	101.7±3.6bC	30.0±1.0eA	12.2±0.2dA	121.7±2.1cB	3.4±0.2aC
Sivas	0	87.6±1.5bA	111.0±7.5aA	22.7±0.6aA	326.0±6.0aA	0.8±1.5dA
	25	102.3±7.7aCD	46.0±2.6bB	15.0±0.4bcB	199.0±6.0bB	2.2±0.2bD
	50	105.0±2.6aD	49.0±8.7bA	15.8±1.1bA	189.6±2.5cB	2.2±0.3bD
	75	74.3±3.5cE	41.6±3.5cA	14.3±0.6cA	114.0±3.0dC	1.8±0.2cC
	100	105.0±3.0aC	11.0±1.0dD	7.4±0.4dC	55.0±3.7eC	9.6±0.7aA
Siyez	0	87.6±1.5cA	111.0±7.5aA	22.7±0.6aA	326.0±6.0aA	0.8±1.5cA
	25	136.3±2.5aA	27.6±0.5bD	11.6±0.1bD	172.6±6.1bC	4.9±0.1bA
	50	114.0±6.0bC	17.3±2.0cD	10.0±0.8cE	108.3±7.6cD	6.6±1.1aA
	75	-±-	-±-	-±-	-±-	-±-
	100	-±-	-±-	-±-	-±-	-±-
Spelt	0	87.6±1.5cA	111.0±7.5aA	22.7±0.6aA	326.0±6.0aA	0.8±1.5dA
	25	137.0±2.0bA	45.0±4.5bB	14.7±0.5bB	253.6±6.1bA	3.0±0.2cC
	50	163.3±3.0aA	36.6±2.0bcB	13.4±0.4cC	236.3±9.7cA	4.4±0.2bB
	75	129.6±3.0bA	30.3±4.9cB	11.8±0.3dC	182.3±11.2dA	4.3±0.5bA
	100	173.4±9.1aA	21.7±2.6dB	10.4±0.7dB	160.7±9.6eA	8.1±1.4aA
Sünter	0	87.6±1.5cA	111.0±7.5aA	22.7±0.6aA	326.0±6.0aA	0.8±1.5eA
	25	97.3±1.5cD	53.6±2.0bA	16.1±0.1bA	210.6±3.0bB	1.8±0.1dE
	50	117.6±3.7bBC	39.6±1.5cB	13.9±0.2cBC	194.0±2.0cB	2.9±0.2cCD
	75	126.6±1.5bAB	29.6±2.5dB	12.1±0.5dC	151.6±1.5dB	4.3±0.3bA
	100	141.4±1.6aB	16.7±2.6eC	9.1±0.8eC	113.7±5.7eB	8.7±1.5aA

Aynı sütunda verilen ‘a-e’ harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki ‘A-E’ harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Daha önce de bahsedildiği gibi optimum kalitede ekmek yapımı için alveograf enerji W değeri 200-250 j olmalıdır. Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere çalışmada kullanılan karışımların kontrol (%0) dışında olanları tam buğday unu içermesi nedeniyle enerji değerlerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Genel olarak karışımda tam buğday unu oranının artışı ile alveograf uzayabilirlik, kabarma indeksi ve enerji değerinin düştüğü görülmüştür. Tosunbey rafine buğday ununa farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak elde edilen karışımların en düşük P değeri %100 Ak çeşidine ait karışımda (75.4mm) en yüksek P değeri %100 Spelt çeşide ait karışımda (173.4 mm) bulunmuştur. L değeri açısından ise en düşük %100 oranında Sivas çeşidine ait karışımda (11.0 mm) görülürken en yüksek %25 oranında Köse çeşidine ait karışımda (55.6 mm) tespit edilmiştir. Ayrıca karışımlarda oranın artmasıyla L değerindeki düşüş buğday P/L değerini arttırmıştır. Bu sonuç buğday kepeğinde yoğunlaşan selüloz içeriğinden kaynaklanabilmektedir.

Banu vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada rafine buğday ununa farklı oranlarda (%3, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30) buğday kepeği ilave edilmiş ve karışımların alveograf özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada tam buğday unu ilaveli karışımların P değerinin 89-139 mm, L değerinin 10-73 mm, G değerinin 7-19, P/L değerinin 1.22-13.90 ve W değerinin 66-232  $10^{-4}$ j arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar karışımlarda buğday kepeği oranının artmasının L değerini ve W değerini düşürdüğünü, P/L değerini ise arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.6'te görüldüğü üzere Siyez çeşidine ait karışımlardan %75 ve 100 oranlarında alveograf çizilememiş ve alveogram elde edilememiştir. Siyez'in gluten kalitesi ile birlikte gluten miktarının da düşük olması hamur oluşumunu zorlaştırmıştır.

Lomolino vd (2017) tarafından yapılan çalışmada einkorn (*Triticum monococcum*) ve ekmeklik (*Triticum aestivum*) rafine buğday ununda alveograph P/L sırasıyla 0.66 ve 1.42, W değerleri ise 33 ve 276  $10^{-4}$ j olarak bulunmuştur. Araştırmacılar einkorn rafine buğday unundan elde edilen hamurun zayıf, zor uzayabilen ve oldukça yapışkan olduğunu belirtmişlerdir.

Li vd (2014) tarafından yapılan çalışmada rafine buğday ununa farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) tam buğday unu ilave edilmiş ve karışımların alveograf özellikleri araştırılmıştır. Araştırmacılar tam buğday unu ilaveli karışımlardaki tam buğday unu oranı artışıyla alveograf parametrelerinden P ve P/L değerlerinin arttığını, L ve W değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir.

#### 4.2.4 Besinsel özellikler

##### 4.2.4.1 Fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor içerikleri

Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının ve modern rafine buğday unlarının, fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Tam ve rafine unların fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosfor, oranları\*

Çeşit	Fitik asit (mg/100g)	Fitat fosforu (mg/100g)	Toplam fosfor (mg/100g)	Toplam fosforun % olarak fitat fosforu
<i>Tam unlar</i>				
Ak	735.69±1.7c	238.01±6.5b	362.01±0.9d	65.75±1.7b
Kavılca	714.93±2.4d	208.77±1.5c	347.81±1.1e	60.04±4.0c
Köse	715.16±3.4d	205.12±7.4cd	379.33±1.1b	54.08±1.8d
Sivas	943.93±3.4a	266.71±1.9a	384.88±3.0a	69.31±0.8a
Siyez	734.03±3.3c	206.67±1.0c	366.80±4.3c	56.35±0.4d
Spelt	690.46±1.7e	195.15±1.5d	272.32±4.2g	71.69±1.6a
Sünter	812.8±3.4b	229.79±2.5b	330.34±1.3f	69.57±1.0a
<i>Rafine unlar</i>				
Bayraktar	130.4±2.0c	36.72±0.6c	70.7±0.1c	51.41±0.7b
Şanlı	152.33±2.2a	42.78±0.8a	80.83±1.0a	54.37±1.4a
Tosunbey	147.17±2.0b	41.44±0.6b	76.67±0.3b	54.51±0.6a

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütunda verilen ‘a-e’ harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi çalışmada kullanılan tam buğday unlarının fitik asit miktarları 714.93- 943.93 mg/100g, fitat fosforu 195.15-266.71 mg/100g, toplam fosfor miktarı 272.32-384.88 mg/100g, toplam fosforun % olarak fitat fosforu ise % 54.08-71.69 arasında değişim göstermiştir. Fitik asit, buğday tanesinde rüşeym ve alöron tabakasında yoğun olarak bulunmaktadır. Fitik asitin büyük bir kısmı buğdayın öğütülmesi sırasında taneden uzaklaştırılmış olacağından rafine unlarda fitik asit oldukça düşük olmaktadır. Bu çalışmada da Bayraktar (130.40 mg/100g), Şanlı (152.33 mg/100g), Tosunbey (147.17 mg/100g) rafine unlarının fitik asit miktarları tam buğday unlarından oldukça düşük bulunmuştur.

Fitik asit bakımından tam buğday unlarından Sivas’ta en yüksek değer (943.93 mg/100g), kavuzlu buğday çeşidi olan Spelt’te ise en düşük değer (690.46 mg/100g) bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde farklı araştırmalarda da Spelt buğdayının fitik asit miktarının modern buğday çeşitlerine göre düşük çıktığı ifade edilmiştir (Lopez vd. 2002; Ruibal-Mendieta vd. 2005).

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu tam buğday unlarının fitat fosforu ve toplam fosfor miktarlarının da modern rafine buğday unlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Fitat fosforu ve toplam fosfor bakımından tam buğday unlarından Sivas’ta en yüksek değer (sırasıyla 266.71, 384.88 mg/100), kavuzlu buğday çeşidi olan Spelt’te ise en düşük değer (sırasıyla 195.15, 272.32 mg/100g) bulunmuştur. Fitat fosforu ve toplam fosfor bakımından rafine buğday unlarından Şanlı’da en yüksek değer (sırasıyla 42.78, 80.83 mg/100), Bayraktar’da ise (sırasıyla 36.72,70.70 mg/100g) en düşük değer bulunmuştur.

Longin vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, Kavılca ve Siyez tam buğday unlarının fitik asit ortalamalarının sırasıyla 14.9  $\mu\text{mol/g km}$  ve 15.5  $\mu\text{mol/g km}$  olduğu ve bu değerlerin modern ekmeçlik tam buğday ununun fitik asit ortalamasından (9.7  $\mu\text{mol/g km}$ ) oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir.

#### 4.2.4.2 Çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri

Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının ve modern rafine buğday unlarının çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan tam buğday unlarının çözünen diyet lif miktarları %2.09-3.25, çözünmeyen diyet lif miktarları %6.57-12.70, toplam diyet lif miktarları ise %8.90-14.79 arasında değişim göstermiştir. Çözünen diyet lif bakımından kavuzlu buğday çeşitlerinden Spelt'te en yüksek değer (%3.25), yine kavuzlu buğday çeşitlerinden Siyez ve yerel buğdaylardan Sünter' de ise en düşük değerler (sırasıyla %2.33, 2.38) bulunmuştur. Çözünmeyen ve toplam diyet lif bakımından kavuzlu buğday çeşitlerinden Kavılca'da en yüksek değerleri (sırasıyla %12.70, 14.79) kavuzlu buğday çeşitlerinden Siyez'de en düşük değerler (sırasıyla %6.57-8.90) görülmüştür. Gebruers vd. (2008) yaptıkları çalışmada ekmeklik buğdayların toplam diyet lif miktarının %11.5-18.3 arasında değişim gösterdiğini ve kavuzlu buğdaylardan biri olan Siyez buğdayının daha düşük miktarda toplam diyet lif içerdiğini (%9.3-12.8) belirtmişlerdir. Ayrıca toplam diyet lif miktarı Spelt'te %10.7-13.9, Kavılca'da ise %7.2-12.0 arasında değişim göstermiş ve ortalamaları sırasıyla %12.0, %9.8 olarak bulunmuştur.

Kulathunga vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada kavuzlu buğday çeşitlerinden Kavılca da toplam diyet lif miktarının %15.00-20.70 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Bonafaccia vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada da kavuzlu buğdaylardan Spelt buğdayının çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarının sırasıyla %1.7-1.8, %11.2-12.1, %12.9-13.8 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde Bonafaccia vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, çözünen diyet lif miktarının Spelt buğday çeşidinde modern ekmeklik buğday çeşidine göre daha yüksek bulunduğu görülmüştür. Spelt buğday çeşidinin çözünen diyet lif miktarını modern buğday çeşitlerine göre daha fazla içerdiği pek çok literatürde de belirtilmiştir (Zhao vd. 2009, Akar vd. 2019).

Çizelge 4.8 Tam ve rafine buğday unlarının çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları\*

Çeşit	SDF (%)	IDF (%)	TDF (%)
<i>Tam unlar</i>			
Ak	2.73±0.04c	10.43±0.01d	13.16±0.06c
Kavılca	2.09±0.01f	12.7±0.02a	14.79±0.01a
Köse	2.21±0.01e	10.52±0.01d	12.73±0.01d
Sivas	2.92±0.03b	10.18±0.03e	13.11±0.07c
Siyez	2.33±0.02d	6.57±0.02f	8.90±0.01e
Spelt	3.25±0.01a	11.43±0.01c	14.68±0.01a
Sünter	2.38±0.01d	11.99±0.01b	14.37±0.02b
<i>Rafine unlar</i>			
Bayraktar	0.87±0.3a	1.03±0.01c	1.91±0.03c
Şanlı	0.78±0.1a	1.36±0.04b	2.14±0.03b
Tosunbey	0.84±0.2a	1.49±0.03a	2.33±0.06a

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

SDF: Çözünür diyet lif, IDF: Çözünmeyen diyet lif, TDF: Toplam diyet lif. Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

Diyet lif daha çok buğdayın dış kabuğunda yoğunlaşmış olduğundan kepeği ayrılmış unun çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları çok düşüktür. Bu çalışmada beklenildiği gibi rafine unların çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan rafine buğday unlarının çözünen diyet lif miktarı %0.78-0.87, çözünmeyen diyet miktarı %1.49-1.03, toplam diyet lif miktarı ise %1.91-2.33, arasında değişim göstermiştir. Çözünen diyet lif bakımından rafine unlarda kullanılan buğday çeşitleri arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Işık vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada tam Siyez unu, tam buğday unu ve rafine buğday unlarının çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları tam Siyez ununda sırasıyla % 2.85, %4.10 ve % 6.95; tam buğday ununda sırasıyla %2.74, %7.52 ve %10.26, rafine buğday ununda sırasıyla % 1.25, %1.34 ve % 2.59 olarak bildirilmiştir.

#### 4.2.4.3 Toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri

Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının ve modern buğdayların rafine unlarının toplam antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde miktarları çizelge 4.9’da verilmiştir.

Toplam antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde miktarları bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Yerel ve kavuzlu tam buğday unları arasında toplam fenolik madde miktarları bakımından, en yüksek değer Kavılca çeşidinde (1279.07 mg GAE/kg), en düşük değer ise Ak çeşidinde (934.01 mg GAE/kg) tespit edilmiştir.

Serpen vd. (2008) Türkiye’nin farklı bölgelerinden temin edilen 12 Kavılca, 6 Siyez ve 2 ekmeçlik buğdayın toplam fenolik madde miktarı üzerinde yaptıkları çalışmada Kavılca buğdayının çalışmada kullanılan Siyez ve ekmeçlik buğdaylara göre toplam fenolik madde miktarının yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında da Kavılca buğday çeşidinden elde edilen tam buğday ununun toplam fenolik madde miktarı çalışmada kullanılan diğer yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının toplam fenolik madde miktarlarından yüksek bulunmuş olup literatür ile uyumlu olduğu görölmüştür.

Modern buğday çeşitlerinden elde edilen rafine unlarda ise toplam fenolik madde miktarları açısından en yüksek değer şanlı ununda (834.09 mg GAE/kg) iken en düşük Bayraktar ununda (756.09 mg GAE/kg) elde edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının rafine unlarda tam buğday unlarına nispeten daha düşük çıkması fenolik bileşiklerin buğdayın dış kabuğunda yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır.

Shewry ve Ward (2008) tarafından yapılan çalışmada einkorn (Siyez, diploid einkorn *T. monococcum*) buğdayının fenolik madde miktarının 375 – 950  $\mu\text{g/g}$  arasında olduğunu ve çeşitler içerisinde einkorn (*T. monococcum* L.) buğdayının daha düşük değer gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada Spelt (*T. aestivum spelta*)

buğdayının fenolik madde miktarının 382–726 µg/g olduğu, emmer (*Turgidum dicoccum* L.) buğday çeşidinde 507 – 1185 µg/g arasında değişim gösterdiği ifade edilmiştir.

Çizelge 4.9 Tam ve rafine buğday unlarının toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri\*

Çeşit	Antioksidan aktivite (µmol TE/100g)	Fenolik madde miktarı (mg GAE/kg)
<i>Tam unlar</i>		
Ak	321.67±3.47e	934.01±12.45e
Kavılca	414.38±5.91a	1279.07±9.82a
Köse	341.81±5.83d	1086.88±12.65c
Sivas	335.79±4.52d	1067.25±21.33cd
Siyez	376.06±4.98c	1193.03±14.86b
Spelt	389.93±4.82b	1216.73±28.9b
Sünter	318.99±4.31e	1030.53±19.91d
<i>Rafine unlar</i>		
Bayraktar	74.88±2.18a	816.36±20.12b
Şanlı	80.26±2.60a	834.09±9.65a
Tosunbey	65.40±3.10c	756.10±12.66c

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir. GAE: Gallik asit eşdeğeri, TE: Troloks eşdeğeri.

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

Kavuzlu ve yerel tam buğday unları arasında toplam antioksidan aktivite değerleri bakımından, en yüksek değer Kavılca çeşidinde (414.38 µmol TE/100g), en düşük değer ise Ak çeşidinde (321.67 µmol TE/100) tespit edilmiştir. Modern rafine unların toplam antioksidan aktivitesinin toplam fenolik madde miktarında olduğu gibi yerel tam buğday unlarından daha düşük çıktığı görülmüştür.

Modern buğday çeşitlerinden elde edilen rafine unlarda ise toplam antioksidan aktivite değeri bakımından en yüksek Şanlı çeşidinde (80.26 µmol TE/100g) görülürken en düşük Bayraktar çeşidinde (74.88 µmol TE/100g) görülmüştür.

Abdel-Aal ve Rabalski (2008), DPPH yöntemi ile emmer (Kavılca), einkorn (Siyez), ve Spelt buğday çeşitlerinin antioksidan aktivitesinin sırasıyla 3.20 µmol TE/g, 3.06-3.20 µmol TE/g ve 3.03-3.17 µmolTE/g, olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada

yumuşak ve sert buğday çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla 1.97-2.21  $\mu\text{mol TE/g}$ , 2.40-3.21  $\mu\text{mol TE/g}$  arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir.

Zrcková vd (2019) yaptıkları çalışmada 4 einkorn, 4 emmer, 4 Spelt ve 4 modern ekmeklik buğday çeşidinde toplam fenolik madde miktarlarını sırasıyla 827.2, 789.9, 803.8 ve 715.9 mg/kg km, olarak tespit etmişlerdir.

Shewry ve Hey (2015) eski ve modern buğday çeşitlerinin fitokimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmada Kavılca, Siyez ve Spelt buğdayından elde edilen tam buğday unlarının toplam fenolik madde miktarlarını sırasıyla 508-1161 mg/ g, 449-816 mg/ g, 382-726 mg/g bulunurken modern ekmeklik buğdaydan elde edilen tam buğday unlarının toplam fenolik madde miktarı ise 326-1171 mg/ g olarak tespit edilmiştir.

Menteş vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada 9 modern ekmeklik tam buğday çeşidinden elde edilen tam buğday unlarının toplam fenolik madde miktarının 1859-2277 mg GAE/kg, toplam antioksidan aktivite değerinin ise 3.59-4.67  $\mu\text{mol TE/g}$  arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Truzzi vd. (2019), 5 eski ve 5 modern ekmeklik buğday çeşidinin toplam fenolik madde miktarının ve toplam antioksidan aktivite değerini karşılaştırdıkları çalışmada yerel ve modern buğday çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla (203.96-249.52 mg /100 g), (110.72-166.76 mg/100g) arasında yerel ve modern buğday çeşitlerinin toplam antioksidan aktivite değerlerinin ise sırasıyla (3.85-3.99  $\mu\text{mol TE/g}$ ), (2.24-4.09  $\mu\text{mol TE/g}$ ) değişim gösterdiği belirtilmiştir.

Akman vd. (2023) tarafından farklı kromozom yapılarına sahip buğday çeşitlerinin toplam fenolik madde ve DDPH yöntemi ile toplam antioksidan aktivite değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, çeşitler arasında toplam fenolik madde miktarı 17.2-48.3 mgGAE/g toplam antioksidan aktivite ise 11.6-21.8 mgTE/g arasında değişim göstermiştir.

Farklı kromozom yapılarına sahip buğdayların toplam antioksidan aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada *T. monococcum*, *T. turgidum*, *T. aestivum* buğdaylarının

toplam antioksidan aktivite değerleri 0.90, 0.64 ve 0.70 mmol TE/kg km olduğu belirtilmiştir (Lavelli vd. 2009).

Erkölencik vd. (2024) tarafından yapılan çalışmada DPPH yöntemi ile einkorn (Siyez) tam buğday ununun antioksidan aktivitesi 4.80  $\mu$ mol TE/g ve toplam fenolik madde miktarı ise 947.86 mgGAE/g km olarak bulunmuştur.

#### **4.2.4.4 Mineral içerikleri**

Çalışmada kullanılan yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının mineral madde miktarları izelge 4.10'da verilmiştir.

Çalışmada kullanılan tüm buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının Mg, Ca, K, Mn, Fe ve Zn miktarları bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ )

Mg ve Mn içeriği bakımından en yüksek değerlerin Ak tam buğday ununda (sirasıyla 1753.29 mg/kg ve 44.92 mg/kg) olduğu görülürken Ca, K ve Zn içeriği bakımından en yüksek değerlerin Kavılca tam buğday ununda (sirasıyla 692.07 mg/kg, 4912.33 mg/kg ve 31.34 mg/kg) olduğu bulunmuştur. Ayrıca Fe içeriği bakımından en yüksek değer Spelt tam buğday ununda (54.04 mg/kg) tespit edilmiştir. Mn ve Mg içeriği bakımından en düşük değerleri, Siyez tam buğday ununda sırasıyla 1309.95 mg/kg ve 33.51 mg/kg bulunmuştur. Sivas tam buğday ununda en düşük Ca miktarının 606.35 mg/kg olduğu görülürken Bayraktar ve şanlı tam buğday unlarında en düşük K miktarı sırasıyla 3481.99mg/kg ve 3538.2 mg/kg olarak bulunmuştur. Fe ve Zn içeriği bakımından en düşük değerleri, Bayraktar tam buğday ununda sırasıyla 29.38 mg/kg ve 18.62 mg/kg bulunmuştur.

Genel olarak çalışmada kullanılan yerel (Köse, Ak ve Sivas) ve kavuzlu (Siyez, Kavılca ve Spelt) buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının mineral madde içeriklerinin modern buğdaylardan (Bayraktar, şanlı ve Tosunbey) elde edilen tam buğday unlarının mineral madde içeriklerinden yüksek çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.10 Çalışmada kullanılan yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının mineral madde miktarları(mg/kg)

Çeşit	Mg	Ca	K	Mn	Fe	Zn
Ak	1753.29±5.80a	656.22±2.70bc	4382.84±12.49c	44.92±0.17a	46.75±0.38b	22.55±0.23e
Kavılca	1593.23±5.63c	692.07±3.30a	4912.33±14.12a	41.94±0.40c	46.62±0.63b	31.34±0.33a
Köse	1645.87±8.17b	622.58±3.96e	4833.29±35.75b	42.92±0.3b	45.98±0.56b	20.52±0.23g
Sivas	1529.81±1.30e	606.35±1.92f	4338.72±39.86c	37.82±0.84e	42.07±0.71cd	21.43±0.07f
Siyez	1309.95±9.17ı	616.18±4.53e	3665.72±33.49g	33.51±0.25g	43.03±0.37c	29.61±0.33d
Spelt	1393.33±3.55h	660.20±4.11b	4251.29±49.91d	35.76±0.14f	54.04±0.28a	30.77±0.21b
Sünter	1492.62±8.53f	643.10±2.60d	4002.88±10.85e	37.93±0.16e	38.08±0.76e	19.57±0.23h
Bayraktar	1393.33±3.55h	623.46±2.53e	3481.99±48.16h	40.48±0.38d	29.38±1.47f	18.62±0.14ı
Şanlı	1443.01±7.16g	650.19±1.74cd	3538.2±38.55h	35.87±0.28f	41.08±0.47d	21.43±0.07f
Tosunbey	1572.16±6.71d	623.88±5.02e	3783.86±16.89f	41.36±0.48c	38.2±0.77e	30.26±0.25c

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05)

Longin vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada modern ekmeklik, Spelt, Kavılca, Siyez buğdaylarından oluşan 12 farklı buğday çeşidinin tam buğday unlarında Fe içeriğinin 24.9-34.4 mg/kg arasında değişim gösterdiği ve en yüksek Fe içeriğinin Spelt tam buğday ununda tespit edilirken en düşük Fe içeriğinin modern ekmeklik tam buğday ununda olduğu belirtilmiştir.

Literatürde Spelt buğdayından elde edilen tam buğday ununun Mg içeriği 1275-1952 g/kg, Fe içeriği 26.4-34.7 g/kg, Zn içeriği 25.8-35.1 g/kg ve Mn içeriği ise 26-31.9 g/kg arasında değiştiği belirtilmiş olup bu çalışmanın sonuçlarına benzer olduğu görülmektedir (Ruibal-Mendieta vd. 2005). Benzer şekilde literatürdeki farklı çalışmalarda Siyez buğdayının Zn içeriği 29-89 mg/kg, Fe içeriği 32-62 mg/kg, Mn içeriği 26-60 mg/kg ve mg içeriği 1.17-1.80 g/kg arasında değiştiği belirtilmiş olup bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir (Çakmak vd. 2000, Özkan vd. 2007, Suchowilska vd. 2012).

#### **4.2.4.5 Fenolik asit dağılımı**

Çalışmada kullanılan yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının serbest fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı çizelge 4.11’de verilmiştir.

Tam buğday unlarının serbest *ferulik asit* miktarı 0.6-4.6 mg/kg arasında değişim gösterirken, serbest *vanilik asit* miktarı 0.1-1.2 mg/kg, serbest *hidroksibenzoik asit* miktarı 0.2-2.5 mg/kg, serbest sinapik asit miktarı 0.1-4.3 mg/kg ve serbest *siringik asit* miktarı 0.1-0.5 mg/kg arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Yerel buğday çeşitlerinden Sünter’e ait tam buğday ununun serbest fenolik ekstraktlarında *ferulik* ve *siringik* asit miktarı en fazla bulunurken *sinapik* ve *vanilik* asit miktarı en düşük bulunmuştur. Buğday çeşitlerinden Ak buğdaydan elde edilen tam buğday ununda ise fenolik asitlerden *vanilik asit* ve *hidroksi benzoik asit* miktarı en fazla bulunurken *siringik asit* tespit edilememiştir.

Çizelge 4.11 Yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının serbest fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı\*(mg/kg)

Çeşit	<i>Ferulik</i> asit	<i>Vanilik</i> asit	<i>Hidroksi benzoik</i> asit	<i>Sinapik</i> asit	<i>Siringik</i> asit
Ak	1.5±0.0de	1.2±0.0a	2.5±0.0a	0.4±0.0d	-
Kavılca	4.4±0.2a	0.1±0.0f	1.7±0.0c	1.2±0.0b	-
Köse	2.3±0.3c	1.0±0.0c	2.2±0.0b	4.3±0.6a	0.4±0.0b
Sivas	4.4±1.2a	0.2±0.0e	0.2±0.0g	0.5±0.0cd	0.1±0.0d
Siyez	3.2±0.3b	0.3±0.0d	0.8±0.0e	0.4±0.0d	0.3±0.0c
Spelt	1.1±0.0ef	1.1±0.0b	1.0±0.0d	-	-
Sünter	4.6±0.1a	0.1±0.0f	1.7±0.0c	0.4±0.0d	0.5±0.0a
Bayraktar	2.0±0.0cd	-	0.4±0.0f	0.3±0.0d	-
Şanlı	0.6±0.0f	0.1±0.0f	1.0±0.1d	0.8±0.0c	-
Tosunbey	0.6±0.0f	-	1.0±0.0d	0.1 ±0.0d	-

\* Yağsız örnek (kuru madde).

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

Modern buğday çeşitlerinden Şanlı ve Tosunbeyden elde edilen tam buğday unlarında fenolik asitlerden *ferulik* asit miktarı en düşük (0.6 mg/kg yağsız örnek km) bulunurken Bayraktar çeşidinden elde edilen tam buğday ununda fenolik asitlerden *hidroksi benzoik* miktarının en düşük (0.4 mg/kg yağsız örnek km) olduğu görülmüştür. Serbest fenolik ekstraktlarında *siringik* asit miktarının oldukça düşük olduğu görülürken Ak, Kavılca, Spelt, Bayraktar, Şanlı ve Tosunbey e ait ekstraktlarda *siringik* asit tespit edilememiştir.

Lanchman vd. (2012), 2009 ve 2010 yıllarında hasat edilen yazlık ekmeklik, Siyez ve Kavılca buğday çeşitlerinde serbest *ferulik* asit miktarlarını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, 2009 ve 2010 yılında hasat edilen buğdayların *ferulik* asit miktarlarının ortalamalarının yazlık buğdaylarda 1.6-2.5 mg/kg km, Siyez buğdaylarında 1.9-2.3 mg/kg km ve Kavılca buğdaylarında 1.6-2.7 mg/kg km aralıkta değişim gösterdiği belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında da tam buğday unlarının serbest ekstraktlarındaki *ferulik* asit miktarlarının kavuzlu buğdayların (Siyez ve Kavılca), modern ekmeklik buğday çeşitlerine (Bayraktar, Tosunbey ve Şanlı) göre yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının bağlı fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan farklı buğday örneklerinin fenolik asit dağılımını tanımlamaya yönelik yapılan çalışma sonucunda örneklere ait bağlı ekstraktlarda fenolik asitlerden *ferulik* asidin baskın olduğu tespit edilmiştir. Pek çok farklı araştırmacı da farklı buğday çeşitlerinde fenolik asit kompozisyonunu belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışmalarında tam buğday unlarının bağlı ekstraktlarında baskın fenolik asidin *ferulik* asit olduğunu belirtmişlerdir (Adom ve Liu 2002, serpen vd. 2008, Baranski vd. 2020). En yüksek bağlı *ferulik* asit miktarı, Spelt (1252. 4 mg/kg yağsız örnek km) buğday çeşidine ait tam buğday ununda görülürken en düşük *ferulik* asit miktarı Sivas (584.0 mg/kg yağsız örnek km) ve Siyez (598.4 mg/kg yağsız örnek km) buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarında görülmüştür.

Çizelge 4.12 Yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının bağlı fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı\*(mg/kg)

Çeşit	<i>Ferulik asit</i>	<i>Vanilik asit</i>	<i>Hidroksi benzoik asit</i>	<i>ρ-kumarik asit</i>	<i>Sinapik asit</i>	<i>Siringik asit</i>
Ak	1191.1±12.5ab	3.0±0.0c	1.1±0.0f	32.1±2.0cd	8.0±0.2b	1.3±0.0e
Kavılca	679.5±13.5ef	1.8±0.1de	4.4±0.3b	30.0±2.9cde	5.6±0.0c	1.9±0.1de
Köse	1040.0±7.0bc	2.3±0.2d	3.8±0.1c	52.6±3.5a	-	-
Sivas	584.0±8.4f	3.6±0.1bc	3.0±0.0d	20.7±2.5fg	-	-
Siyez	598.4±13.2f	2.3±0.5d	3.3±0.1cd	26.5±1.9def	2.7±0.2d	3.8±0.1a
Spelt	1252.4±3.4a	3.9±0.0b	1.7±0.1e	44.8±1.4b	8.9±0.1a	1.8±0.1cd
Sünter	1165.2±13.7ab	7.4±0.6a	8.3±0.4a	34.8±1.4c	-	1.9±0.0c
Bayraktar	1046.7±6.7bc	1.1±0.0f	4.7±0.0b	11.8±1.4h	-	-
Şanlı	904.9±8.0cd	1.5±0.0ef	1.3±0.1ef	25.1±1.5efg	7.6±0.0b	2.8±0.1b
Tosunbey	813.9±21.3de	1.4±0.0ef	-	19.2±1.2g	-	4.0±0.1a

\* Yağsız örnek (kuru madde).

Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

Serpen vd. (2008), 12 adet Kavılca ve 6 adet Siyez buğday çeşidinin fenolik asit dağılımını belirledikleri çalışmalarında toplam *ferulik* asit miktarının Kavılca buğday çeşidine ait tam buğday ununda (584.2-775.3  $\mu\text{g/g}$ ), Siyez buğday çeşidine ait tam buğday ununa (267.3-311.3  $\mu\text{g/g}$ ) göre yaklaşık 2.1 katı kadar yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarından elde edilen bağlı fenolik asit ekstraktlarını tanımlanan fenolik asitlerden bir diğeri ise *vanilik* asittir. En yüksek bağlı *vanilik* asit miktarı yerel buğdaylardan Sünter buğday çeşidine ait tam buğday ununda (7.4 mg/kg yağsız örnek km) görülürken en düşük *vanilik* asit miktarı modern buğday çeşitleri Bayraktar (1.1 mg/kg yağsız örnek km), Şanlı (1.5 mg/kg yağsız örnek km) ve Tosunbey (1.4 mg/kg yağsız örnek km) buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarında görülmüştür.

Yılmaz vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada farklı buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarında bulunan çözünmeyen bağlı *vanilik* asit miktarları, Siyez de 3.1-4.3 mg/kg km, Kavılca da 2.4 mg/kg km ve Spelt te 3.7 mg/kg km olarak bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarından elde edilen bağlı fenolik asit ekstraktlarında tanımlanan fenolik asitlerden bir diğeri ise *hidroksibenzoik* asittir. Tam buğday unlarının *hidroksibenzoik* asit miktarı 1.1- 8.3 mg/kg yağsız örnek km arasında değişim gösterirken Tosunbey buğday çeşidine ait tam buğday ununda tespit edilememiştir.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarında *ferulik* asitten sonra miktarı en fazla olan fenolik asit,  *$\rho$ -kumarik* asit olarak belirlenmiştir. En yüksek bağlı  *$\rho$ -kumarik*, asit miktarı Köse buğday çeşidinde ait tam buğday ununda 52.6 mg/kg km, en düşük  *$\rho$ -kumarik*, asit miktarı Bayraktar buğday çeşidine ait tam buğday ununda 11.8 mg/kg km olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın Siyez tam buğdayından elde edilen bağlı  *$\rho$ -kumarik* asit miktarının Baranski vd. (2020) tarafından bulunan bağlı  *$p$ -kumarik* asit miktarı (25.1  $\mu\text{g/g}$  km) ile uyumlu olduğu görülmüştür. Fakat Spelt (44.8 mg/kg

km) ve Kavılca (30.0 mg/kg km) buğday çeşidinden elde edilen bağlı *p-kumarik* asit miktarlarının ise aynı araştırmacılar tarafından belirtilen Spelt (13.5 µg/g km) ve Kavılca (21.2 µg/g km) buğday çeşidindeki bağlı *p-kumarik*, asit miktarlarından yüksek olduğu bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarından elde edilen bağlı fenolik asit ekstraktlarında tanımlanan fenolik asitlerden bir diğeri ise *sinapik* asittir. En yüksek bağlı *sinapik* asit miktarı Spelt buğday çeşidine ait tam buğday ununda (8.9 mg/kg yağsız örnek km) görülürken en düşük *sinapik* asit miktarı ise Siyez buğday çeşidine ait tam buğday ununda (2.7 mg/kg yağsız örnek km) görülmüştür.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerine ait tam buğday unlarından elde edilen bağlı fenolik asit ekstraktlarında tanımlanan fenolik asitlerden bir diğeri ise *siringik* asittir. Tam buğday unlarının siringik asit 1.3- 4.0 mg/kg yağsız örnek km arasında değişim gösterirken Köse, Sivas Tosunbey buğday çeşidine ait tam buğday unlarında tespit edilememiştir.

Yılmaz vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada 9 adet (*T. aestivum*) ve 3 adet (*T. durum*) farklı buğday çeşidinin ve bunların öğütme fraksiyonlarında (tam tane, ince ve kaba kepek, un) bulunan bağlı ve serbest fenolik asitler belirlenmiştir. *Ferulik* asidin bağlı fenolik asitler arasında miktar olarak en fazla olduğu ve 11.2- 2994.6 (mg/kg, yağsız km) arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Buğday çeşitlerinden elde edilen serbest fenolik ekstraktlarının *ferulik* asit miktarının 0.7-2.6 mg/kg, (yağsız km) *vanilik* asit miktarının ise 0.9-2.6 mg/kg, (yağsız km) arasında değişim gösterdiği bulunmuştur.

Karakas vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada 4 farklı buğday çeşidinin einkorn (*T. monococcum* subsp. *monococcum*; cv, IZA), emmer (*T. dicoccum* ssp.) durum buğdayı (*T. durum*; cv, Kunduru-1149), ekmeklik buğday (*T. aestivum*; cv, Kırac-66) trans *ferulik* asit miktarının sırasıyla 0.980, 2600, 2080- 3400 (mg/g km) arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. *p-kumarik* asit miktarının ise en yüksek (*T. aestivum*; cv,

Kırac-66) 0.770 mg/g km, en düşük (*T. monococcum* subsp. *monococcum*; cv. IZA) 0.34 mg/g km olduğu görülmüştür.

Gotti vd (2018) tarafından yapılan çalışmada 5 adet modern (*T. aestivum*), 5 adet yerel buğday çeşidinde (bağlı ve serbest) fenolik asit kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Çalışmada *ferulik* asit miktarının modern buğday çeşitlerinde 458.6 -650.7g/g km) yerel buğday çeşitlerinde ise 670.1 -862.3 g/g km, aralığında olduğu bulunmuştur.

Lacko-Bartosava vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada 6 adet Kavılca buğday çeşidinin modern ekmeklik buğday ile fenolik asit kompozisyonları (bağlı ve serbest) karşılaştırılmıştır. Çalışmada tanımlanan serbest *ferulik*, *hidroksibenzoik*, *p-kumarik*, *siringik*, *sinapik*, *salisik* ve *kafeik* asit miktarları bakımından Kavılca buğday çeşidinde modern ekmeklik buğday çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

### **4.3 Tosunbey Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Ekmeklerin Teknolojik Özellikleri**

#### **4.3.1 Ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri**

Tosunbey ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri çizelge 4.13'de verilmiştir. Ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri sırasıyla 130.4-142.2 g/100g un, 238.4- 408.4 cm<sup>3</sup>/100g un arasında değişim gösterirken spesifik hacim değerleri ise 2.1-3.2 cm<sup>3</sup>/g arasında değişmiştir.

Ekmeklerin ağırlık verimleri açısından hem katma oranları hem de kullanılan çeşitler arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur (p<0.05). Ekmeklerin hacim verimleri ve spesifik hacim değerlerinde ise tüm çeşitler arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13'de görüldüğü gibi kontrol örneğinin ağırlık verimi, hacim verimi ve

spesifik hacmi sırasıyla 130.4 g/100 g un, 408.4 cm<sup>3</sup>/100g un ve 3.2 cm<sup>3</sup>/g un olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.13 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ağırlık, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Ağırlık verimi (g/100g un)	Hacim verimi (cm <sup>3</sup> /100g un)	Spesifik hacim (cm <sup>3</sup> /g)
Ak	0	130.4±0.46dA	408.4±7.64aA	3.2±0.07aA
	25	135.1±0.75cA	380.1±5.01bA	2.9±0.04bA
	50	137.3±0.64bA	361.7±2.89cC	2.7±0.02cB
	75	138.2±1.31abC	350.4±5.51dA	2.6±0.06dA
	100	139.2±0.18aC	315.1±5.01eC	2.3±0.04eC
Kavılca	0	130.4±0.46dA	408.4±7.64aA	3.2±0.07aA
	25	132.8±0.44cC	365.1±5.01bA	2.8±0.05bA
	50	135.9±0.59bB	338.4±2.89cE	2.5±0.02cC
	75	136.2±0.17bDE	326.7±2.89dC	2.4±0.02dB
	100	137.7±0.34aD	261.7±2.89eD	2.1±0.03eE
Köse	0	130.4±0.46dA	408.4±7.64aA	3.2±0.07aA
	25	135.4±0.63cA	376.7±2.89bA	2.8±0.04bA
	50	137.4±0.98bA	363.4±2.89cBC	2.7±0.01cB
	75	139.5±0.26aB	348.4±2.89dA	2.5±0.03dA
	100	140.6±0.66aB	321.7±2.89eC	2.3±0.03eC
Sivas	0	130.4±0.46dA	408.4±7.64aA	3.2±0.07aA
	25	134.1±0.79cB	385.0±5.01bA	2.9±0.04bA
	50	135.6±0.3cC	358.4±2.81cCD	2.7±0.03cB
	75	136.8±1.2bD	348.4±2.82dA	2.6±0.05dA
	100	139.3±0.19aC	331.7±2.8eB	2.4±0.02eB
Siyez	0	130.4±0.46cA	408.4±7.64aA	3.2±0.07aA
	25	132.6±0.34dC	373.4±2.89bA	2.9±0.03bA
	50	134.7±0.09cC	355.0±5.00cD	2.7±0.04cB
	75	135.4±0.34bE	325.0±5.00dC	2.5±0.04dA
	100	136.8±0.08aE	238.4±2.89eE	1.8±0.03eF
Spelt	0	130.4±0.46cA	408.4±7.64aA	3.2±0.07aA
	25	136.1±0.29dA	376.7±2.89bA	2.8±0.02bA
	50	137.8±0.25cA	368.4±2.89bAB	2.7±0.03cB
	75	140.8±0.23bA	335.0±5.00cB	2.4±0.04dB
	100	142.2±0.18aA	320.0±5.00dC	2.3±0.03eC
Sünter	0	130.4±0.46cA	408.4±7.64aA	3.2±0.07aA
	25	135.7±0.83bA	378.4±2.89bA	2.8±0.04bA
	50	136.8±1.09bAB	370.0±5.00bA	2.8±0.02bA
	75	139.8±0.23aAB	353.4±5.78cA	2.6±0.04cA
	100	139.4±0.26aC	341.0±6.56dA	2.5±0.06dA

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Tam buğday unu katma oranı artışına bağlı olarak ağırlık verimi artmış, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri azalmıştır. Ağırlık veriminde en fazla artış Spelt buğday çeşidinin %100 tam buğday unu kullanılarak yapılan ekmeklerin (142.2 g/100g un) görülmüştür. Ağırlık verimindeki bu artış tam buğday unundaki kepeğin su absorpsiyon değerinin yüksek olması ile açıklanabilir. Çalışmada kullanılan tüm buğday çeşitlerinin tam unlarının %100 katma oranında yapılan ekmeklerinin daha düşük hacimli ve daha ağır olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.13 incelendiğinde tam buğday unu katma oranına bağlı olarak hacim verimi ve spesifik hacim değerlerinde azalış görülmektedir. Hacim verimi ve spesifik hacim değerleri açısından en belirgin azalış %100 katma oranında Siyez buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde ( $238.44 \text{ cm}^3/100\text{g}$  ve  $1.83.2 \text{ cm}^3/\text{g un}$ ) bulunmuştur. Siyez buğdayununun gliadin/glutenin oranınının ekmeklik buğday unlarına göre yüksek olması Siyez unundan yapılan hamurun daha yumuşak ve düşük elastik özellikte olmasına neden olmaktadır (Wieser ve Koehler 2009, Longin vd. 2016).

Piasecka-Jóźwiak vd. (2015) yaptıkları çalışmada %100 rafine Siyez unu, %70 rafine Siyez unu, %30 ekmeklik un ve %50 rafine Siyez unu, %50 ekmeklik un karışımlarından ürettikleri ekmeklerde Siyez ununun artışına bağlı olarak ekmek ağırlığında artış, hacim verimi ve spesifik hacim değerinde ise azalış gözlemlenmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde ekmeklik buğday unu ikamesinin ekmek hacmini ve gözenek yapısını önemli ölçüde geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Tam buğday unu katma oranı artışı ile ekmeklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerlerinde azalma, kepeğin hamur üzerinde olumsuz etkisi yanında hamurdaki kepek miktarının artmasının ekmek iç yapısında önemli olan glutenin hamur içinde azalmasından da kaynaklanabilmektedir.

### **4.3.2 Ekmeklerin renk değerleri**

#### **4.3.2.1 Ekmek kabuk rengi**

Tosunbey rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin kabuk renginin  $L^*$ (parlaklık),  $a^*$  (kırmızılık),  $b^*$  (sarılık) ve  $\Delta E^*$

değerleri çizelge 4.14’de verilmiştir. Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi tam buğday unu katkısının artması ile ekmeklerin kabuk renk özelliklerinden L\*(parlaklık) ve a\*(kırmızı) değeri azalmış, b\*(sarılık) ve  $\Delta E$  değeri ise artmıştır. Bu artış ve azalışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kontrol örneğinin L\*, a\* ve b\* değerleri sırasıyla 55.03, 16.39 ve 30.85 olarak bulunmuştur. Beklenildiği gibi tam buğday unu katkısının artan oranlarda kullanılması ekmeklerin kabuk renginde koyulaşmaya (daha düşük L\* değeri) neden olmuştur. L\* değeri bakımından en yüksek değer %25 tam buğday unu katkılı Ak (51.31) çeşidinden yapılan ekmeklerde görülürken en düşük değer %100 tam buğday unu katkılı Siyez (34.39) buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde bulunmuştur.

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi ekmek kabuk rengi, a\* değeri bakımından %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerde en yüksek ekmek kabuk renk değeri, Kavılca (16.21), Siyez (16.32) ve Spelt (15.78) çeşidinden yapılan ekmeklerde görülmüştür. Ekmek kabuk rengi b\* değeri açısından %50 tam buğday unu katkılı ekmeklerde çeşitler arasında farkın önemsiz olduğu bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). %100 katma oranında tüm çeşitlerden yapılan ekmek kabuk rengi b\* değeri 24.48 ile 28.90 arasında değişim gösterirken, Ak ve Spelt buğday çeşidinden yapılan ekmek kabuk rengi b\* değerinin diğer çeşitlerden yapılan ekmek kabuk rengi b\* değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan tüm buğday çeşitlerinden elde edilen tam unların katma oranındaki artışa bağlı olarak  $\Delta E^*$  değerinin arttığı ve şahit örnekle olan renk farklılığının en fazla %100 katma oranında Siyez (50.80) buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde olduğu görülmüştür.

Kömürcü ve Bilgiçli (2023) tarafından yapılan çalışmada tam buğday unu katkı oranının artmasıyla ekmeklerin kabuk renk özelliklerinden a\*(kırmızı) ve b\*(sarılık) değeri artarken, L\*(parlaklık) değerinin ise azaldığı belirtilmiştir. Araştırmacılar tam buğday unu katkılı ekmeklerin L\*, a\* ve b\* değerlerinin sırasıyla (50.61-43.98), (12.38-13.42), (32.19-34.82) arasında değişim gösterdiğini bulmuşlardır. Aynı çalışmada tam

buğday unu içermeyen kontrol örneğinin L\*, a\* ve b\* değerlerinin sırasıyla 49.31, 10.91 ve 31.03 olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.14 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin kabuk renk değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	L*	a*	b*	ΔE*
Ak	0	55.03±0.65aA	16.39±0.13aA	30.85±0.12aA	-
	25	51.31±0.58bA	12.32±0.83dA	22.69±0.31dB	34.12±0.36dE
	50	48.00±0.67cA	13.77±0.91cA	26.06±0.79cA	37.09±0.54cE
	75	43.25±0.96dAB	14.85±0.33bA	26.85±0.66cB	41.84±1.02bDE
	100	40.95±0.28eB	15.01±0.18bC	28.90±0.53bA	43.93±0.23aC
Kavılca	0	55.03±0.65aA	16.39±0.13aA	30.85±0.12aA	-
	25	42.40±0.64bD	13.62±0.21cA	24.94±0.18dA	42.51±0.05cA
	50	40.88±0.21cD	15.31±0.13bA	24.82±0.03dA	44.49±0.24bB
	75	39.01±0.54dC	15.72±0.22bA	25.07±0.17cC	46.19±0.54aB
	100	38.37±0.50dC	16.21±0.13aA	26.38±0.14bC	46.90±0.56aB
Köse	0	55.03±0.65aA	16.39±0.13aA	30.85±0.12aA	-
	25	48.69±0.64bB	13.58±0.24dA	24.41±0.11eA	36.59±0.18dC
	50	45.77±0.17cC	13.88±0.14cdA	25.06±0.13dA	39.31±0.12cD
	75	44.29±0.11dA	14.33±0.15cA	26.67±0.17cB	40.68±0.10bE
	100	43.14±0.30eA	15.00±0.46bB	27.39±0.39bB	41.92±0.30aD
Sivas	0	55.03±0.65aA	16.39±0.13aA	30.85±0.12aA	-
	25	47.68±0.64bC	13.58±0.19cA	21.63±0.64dC	37.82±0.70cB
	50	44.91±0.60cC	12.66±0.08dA	24.38±0.28cA	40.35±0.11bC
	75	42.20±0.15dB	13.56±0.18cA	24.46±0.26cD	43.18±0.65aC
	100	40.84±0.20eB	15.08±0.22bC	26.38±0.20bC	43.17±0.41aC
Siyez	0	55.03±0.65aA	16.39±0.13aA	30.85±0.12aA	-
	25	42.23±0.15bD	11.99±0.21dA	22.13±0.17dBC	42.68±0.15dA
	50	37.04±0.57cE	13.46±0.23cA	24.04±0.13cA	47.69±0.53cA
	75	35.50±0.45dD	14.18±0.10bA	25.00±0.13bCD	49.23±0.45bA
	100	34.39±0.50eD	16.32±0.62aA	25.38±0.35bD	50.80±0.41aA
Spelt	0	55.03±0.65aA	16.39±0.13aA	30.85±0.12aA	-
	25	50.49±0.61bA	12.23±0.15eA	24.54±0.07dA	34.47±0.62dDE
	50	48.93±0.17cA	13.65±0.16dA	25.54±0.15cA	36.00±0.53cF
	75	44.27±0.45dA	15.21±0.19cA	28.34±0.06bA	40.85±0.95bDE
	100	42.76±0.28aA	15.78±0.21bA	28.81±0.13bA	42.44±0.28aD
Sünter	0	55.03±0.65aA	16.39±0.13aA	30.85±0.12aA	-
	25	50.46±0.69bA	12.70±0.39dA	22.13±0.71cBC	35.14±0.88dD
	50	46.75±0.75cB	13.07±0.44cdA	24.38±0.30bA	38.64±0.96cD
	75	42.99±0.50dB	13.31±0.10bcA	23.79±0.35bE	42.00±0.55bCD
	100	40.57±0.43eB	13.85±0.35bD	24.48±0.26bE	44.34±0.41aC

Aynı sütunda verilen ‘a-e’ harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki ‘A-E’ harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

#### 4.3.2.2 Ekmek iç rengi

Tosunbey rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin iç renginin L\*(parlaklık), a\*(kırmızılık), b\*(sarılık) ve  $\Delta E^*$  değerleri çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15'te görüldüğü gibi tam buğday unu katkısının artması ile ekmeklerin iç rengi özelliklerinden a\*(kırmızı) ve b\*(sarılık) değeri artarken L\*(parlaklık) değerinin ise azaldığı görülmüştür. Bu artış ve azalışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kontrol örneğinin L\*, a\* ve b\* değerleri sırasıyla 83.5, -0.15 ve 18.38 olarak bulunmuştur.

Tam buğday unu katkılı ekmeklerde L\* değeri bakımından en yüksek değer %25 tam buğday unu katkılı Köse (76.58) çeşidinden yapılan ekmeklerde görüldüğü, en düşük değere ise %100 tam buğday unu katkılı Siyez (53.75) buğday çeşidinden yapılan ekmeklerin sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.15'te görüldüğü gibi ekmekleri iç renk özelliklerinden a\*(kırmızı) ve b\*(sarılık) değeri bakımından en yüksek değer, %100 tam buğday unu katkılı Siyez buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde (sırasıyla 9.2 ve 28.69) olduğu bulunmuştur. Literatürde Siyez buğdayının lutein içeriğinin daha fazla olması sebebiyle Siyez buğdayından yapılan fırıncılık ürünlerinin daha kırmızı ve sarı olduğu belirtilmiştir (Hidalgo vd. 2011). Ayrıca tam buğday unu katkısının artmasıyla ekmek içi a\*(kırmızı) ve b\*(sarılık) değerindeki bu artışın ekmek içinde bulunan kahverengi kepek parçacıklarının yoğunlaşmasından kaynaklanabileceği söylenebilir.

Tam buğday unu katkılı ekmeklerde a\*(kırmızı) değeri bakımından en düşük değer %25 tam buğday unu katkı oranında Ak (4.44) çeşidinden yapılan ekmeklerde görülürken b\*(sarılık) değeri bakımından en düşük değer %25 tam buğday unu katkı oranında Spelt (19.36) çeşidinden yapılan ekmeklerde tespit edilmiştir. Bu durumun çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğdayların kendilerine özgü renk özelliklerinden kaynaklandığı ifade edilebilir.

Çizelge 4.15 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmek içi renk değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	L*	a*	b*	ΔE*
Ak	0	83.51±0.40aA	-0.15±0.03eA	18.38±0.41dA	-
	25	69.94±0.68bE	4.44±0.20dAB	24.91±0.20cA	14.33±0.55dC
	50	67.27±0.19cD	5.21±0.09cD	27.41±0.23bA	16.26±0.17cC
	75	66.27±0.31dB	5.57±0.10bC	28.21±0.19aA	17.17±0.34bF
	100	62.44±0.48eC	6.53±0.12aE	28.58±0.06aA	21.04±0.46aE
Kavılca	0	83.51±0.40aA	-0.15±0.03eA	18.38±0.41eA	-
	25	75.29±0.23bB	3.58±0.04dC	20.17±0.31dD	12.92±0.37dE
	50	69.10±0.67cC	5.07±0.06cD	21.65±0.17cD	16.68±0.65cC
	75	62.53±0.19dC	6.44±0.13bB	23.44±0.16bE	22.01±0.21bD
	100	59.77±0.18eD	7.87±0.12aD	24.21±0.25aD	24.67±0.19aD
Köse	0	83.51±0.40aA	-0.15±0.03eA	18.38±0.41eA	-
	25	76.58±0.37bA	2.49±0.26dD	23.48±0.16dB	9.48±0.16dF
	50	72.47±0.23cA	4.04±0.22cE	25.32±0.42cB	11.83±0.35cE
	75	68.50±0.34dA	4.65±0.14bD	26.15±0.10bC	15.28±0.32bG
	100	63.74±0.02eA	6.63±0.06aE	27.19±0.07aB	19.99±0.04aF
Sivas	0	83.51±0.40aA	-0.15±0.03eA	18.38±0.41eA	-
	25	72.86±0.60bC	2.72±0.05dD	22.27±0.21dC	13.03±0.41dE
	50	69.89±0.25cB	3.81±0.10cE	23.72±0.22cC	14.79±0.14cD
	75	65.72±0.13dB	5.47±0.08bC	25.30±0.15bD	18.28±0.1bE
	100	63.14±0.53eB	5.86±0.06aF	26.43±0.18aC	20.55±0.48aEF
Siyez	0	83.51±0.40aA	-0.15±0.03eA	18.38±0.41eA	-
	25	71.48±0.41bD	3.84±0.24dC	23.32±0.36dB	13.63±0.14dD
	50	65.48±0.46cE	5.97±0.11cB	25.39±0.31cB	18.59±0.39cB
	75	59.59±0.14dD	7.81±0.08bA	27.77±0.09bB	24.18±0.14bC
	100	53.75±0.19eF	9.20±0.06aA	28.69±0.25aA	30.08±0.18aB
Spelt	0	83.51±0.40aA	-0.15±0.03eA	18.38±0.41eA	-
	25	70.26±0.21bE	4.25±0.05dB	19.36±0.10dE	17.00±0.18dA
	50	63.33±0.25cF	5.60±0.43cC	21.55±0.31cD	21.83±0.20cA
	75	58.01±1.33dE	7.70±0.25bA	22.34±0.15bF	26.81±1.23bA
	100	55.68±0.32eE	8.47±0.33aC	22.84±0.13aF	29.00±0.34aC
Sünter	0	83.51±0.40aA	-0.15±0.03eA	18.38±0.41eA	-
	25	70.64±0.13bE	4.54±0.06dA	20.35±0.12dD	16.12±0.04dB
	50	63.59±0.14cF	6.35±0.22cA	21.44±0.11cD	21.77±0.12cA
	75	59.46±0.32dD	7.70±0.07bA	22.20±0.05bF	25.51±0.33bB
	100	53.49±0.35eF	8.85±0.14aB	23.27±0.25aE	31.05±0.41aA

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Çalışmada kullanılan tüm buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unların katma oranındaki artışa bağlı olarak  $\Delta E^*$  değerinin arttığı ve kontrol örneği ile olan ekmek içi renk farklılığının en fazla %100 katma oranında Sünter ve Spelt buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde (sırasıyla 31.05, 26.81) olduğu görülmüştür.

Kömürcü ve Bilgiçli (2023) tarafından yapılan çalışmada tam buğday unu katkı oranının artması ile ekmeklerin iç renk özelliklerinden  $a^*$ (kırmızı) ve  $b^*$ (sarılık) değeri artarken  $L^*$ (parlaklık) değerinin ise azaldığı belirtilmiştir. Araştırmacılar tam buğday unu katkılı ekmeklerin  $L^*$ ,  $a^*$ ve  $b^*$ değerlerinin (69.19-63.8), (-0.93-0.96), (115.74-18.06) arasında değişim gösterdiğini bulmuşlardır. Aynı çalışmada tam buğday unu içermeyen kontrol örneğinin  $L^*$ ,  $a^*$ ve  $b^*$ değerlerinin sırasıyla 68.03,-0.37 ve 16.36 olduğu belirtilmiştir.

### **4.3.3 Ekmeklerin tekstür profil özellikleri**

#### **4.3.3.1 Sertlik**

Tosunbey rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin 1. 3. ve 5. günlerde ölçülen ekmek içi sertlik değerleri çizelge 4.16' da verilmiştir.

Tekstür profil analizi (TPA), sertlik değeri (hardness) ilk sıkıştırma sırasında grafikteki maksimum pik kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 1. gün sertlik değerlerine bakıldığında tam buğday unu katma oranı ve buğday çeşidinin sertlik değeri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Tam buğday unu oranı arttıkça ekmek içi sertlik değerlerinin de arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi ekmek içi sertliği 1 gün depolama süresinde 1200.87-4039.75 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 1. gün sertlik değerleri bakımından en düşük ekmek sertlik değeri %25 tam buğday unu katkılı Siyez çeşidinden yapılan ekmeklerde görülürken en yüksek

Çizelge 4.16 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi sertlik değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Ekmek içi sertlik değerleri (g)		
		Depolama süresi		
		1. gün	3. gün	5. gün
Ak	0	1173.13±41.49dA	1615.25±59.80eA	2094.18±67.61eA
	25	1638.72±41.25cA	1958.8±44.55dA	2136.05±42.93dBC
	50	1705.61±79.89cA	2587.51±84.62cA	2768.55±7.44cBC
	75	1921.41±82.12bBC	3052.56±41.13bC	3221.24±53.26bD
	100	3248.99±50.14aB	3535.01±46.79aB	3981.93±23.82aD
Kavılca	0	1173.13±41.49dA	1615.25±59.80dA	2094.18±67.61eA
	25	1257.33±75.85dB	1754.17±38.45dA	2237.72±37.98dB
	50	1537.83±68.12cCD	2564.87±107.80cA	2807.94±84.02cB
	75	1945.00±40.06bBC	3668.67±96.76bA	3899.45±48.74bB
	100	3028.86±107.08aC	4243.8±102.39aA	5722.06±78.34aB
Köse	0	1173.13±41.49dA	1615.25±59.80dA	2094.18±67.61eA
	25	1234.74±68.84eB	1987.49±86.41cA	2617.03±51.55dA
	50	1668.69±96.33cB	2254.35±68.97bC	3893.98±31.67cA
	75	1874.43±30.01bCD	3043.01±136.32aC	4293.65±44.15bA
	100	2075.60±78.71aF	3135.75±100.44aD	5080.02±77.17aC
Sivas	0	1173.13±41.49dA	1615.25±59.80eA	2094.18±67.61eA
	25	1290.57±42.59dB	1826.05±93.84dA	2137.09±70.69dBC
	50	1427.17±60.21cDE	2280.25±87.03cC	2689.61±44.83cC
	75	1689.55±65.6bE	2610.62±101.96bE	2862.45±28.95bF
	100	2106.63±104.98aF	2863.21±85.17aE	3641.11±61.11aE
Siyez	0	1173.13±41.49dA	1615.25±59.80eA	2094.18±67.61eA
	25	1200.87±52.97eB	1843.59±51.5dA	2123.95±91.1dC
	50	1348.10±60.74cDF	2423.41±38.54cB	2713.39±63.96cBC
	75	2458.87±53.93bA	3239.78±58bB	3546.39±77.37bC
	100	4039.79±57.54aA	4255.55±51.8aA	6103.69±21.38aA
Spelt	0	1173.13±41.49dA	1615.25±59.80eA	2094.18±67.61eA
	25	1571.7±79.31cA	2012.95±78.51dA	2108.87±47.2dC
	50	1659.67±72.15cBC	2627.57±39.42cA	2736.89±57.73cBC
	75	2013.40±100.34bA	2900.12±20.17bD	3059.78±79bE
	100	2755.92±60.44aD	3340.51±124.98aC	3656.49±110.18aE
Sünter	0	1173.13±41.49cA	1615.25±59.80eA	2094.18±67.61eA
	25	1214.78±34.68dB	1923.17±29.92dA	2196.88±50.84dBC
	50	1269.17±53.72cF	2356.84±31.47cBC	2502.37±65.98cD
	75	1777.79±57.76bDE	2484.86±25.73bE	3077.90±51.41bE
	100	2545.57±84.52aE	3354.33±60.53aC	3552.03±53.62aE

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

ekmek içi sertlik değeri %100 tam buğday unu katkılı yine Siyez çeşidinden yapılan ekmeklerde görülmüştür.

Çizelge 4.16 incelendiğinde ekmek içi sertliği 3 gün depolama süresinde 1975.17-42439.80 g arasında değişim göstermiştir. Ekmek içi sertlik değerleri 3. gün depolama süresinde %25 tam buğday unu katkısının sertlik değeri üzerine etkisi ekmek üretiminde kullanılan buğday çeşitleri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 3. gün sertlik değerleri bakımından en düşük ekmek sertlik değeri %25 tam buğday unu katkılı Kavılca çeşidinden yapılan ekmeklerde görülürken, en yüksek ekmek içi sertlik değeri %100 tam buğday unu katkılı yine Kavılca çeşidinden yapılan ekmeklerde görülmüştür.

Çizelge 4.16'ya bakıldığında ekmek içi sertliği 5 gün süresinde 2108.87-6103.69 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 5. gün sertlik değerleri bakımından en düşük ekmek sertlik değeri %25 tam buğday unu katkı oranında Spelt çeşidinden yapılan ekmeklerde görülürken, en yüksek ekmek içi sertlik değeri %100 tam buğday unu katkı oranında Siyez çeşidinden yapılan ekmeklerde görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde Keçeli vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada einkorn (Siyez) tam buğday ununun farklı oranlarda (% 10-70) katılarak yapılan ekmeklerde Siyez tam buğday unu oranının artmasıyla daha sert, sıkı bir ekmek yapısına sahip oldukları ifade edilmiştir. Ayrıca Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeklerin ekmek içi sertliği 1. gün 1173.13 g, 3. gün 1615.25 g ve 5.gün 2894.18 g olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak spesifik hacmi düşük olan ekmeklerin iç yapısının daha sıkı olması neticesinde ekmek içi sertlik değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Piasecka-Józwiak vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada einkorn (Siyez) buğday çeşidinin farklı oranlarda unları katılarak yapılan ekmeklerde sertlik değerinin %50 einkorn buğday unu, %50 rafine ekmeklik un ile yapılan ekmeklerin sertlik değerinin 20.1 N olduğu, %100 einkorn buğday unu ile yapılan ekmeklerin sertlik değerinin ise 25.5 N olduğu bulunmuştur. Ayrıca rafine buğday unu ikamesinin, einkorn buğday unu ile yapılan ekmeklerde ekmeğin yapısını ve içi özelliklerini önemli ölçüde geliştirdiği

de belirlenmiştir.

Kömürcü ve Bilgiçli (2023) tarafından yapılan çalışmada farklı tam buğday unu katkı oranları kullanılarak (%5, 10, 15, 20) ekmeğin üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tam buğday unu katkı oranının artmasıyla ekmeğin ekmeğin içi sertlik değerinin arttığı ve tam buğday unu katkılı ekmeğin ekmeğin içi sertlik değerinin 1., 3. ve 5.gün depolama süresince 472.48-1515.51 g arasında değişim gösterdiği bulunmuştur.

#### **4.3.3.2 Elastikiyet**

Tosunbey rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeğin 1.3. ve 5. günlerde ölçülen ekmeğin içi elastikiyet değerleri sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Tekstür profil analizi (TPA) elastikiyet (springiness) değeri ekmeğin ilk sıkıştırma ile ikinci sıkıştırma arasında ekmeğin toparlanabildiği yükseklik olup taze ve kaliteli bir ekmeğin elastikiyeti de yüksek olmaktadır.

Çalışmadaki buğday unu katkılı ekmeğin örneklerinin 1. gün elastikiyet değerlerine bakıldığında tam buğday unu katma oranı ve buğday çeşidinin elastikiyet değeri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Ekmeğindeki tam buğday unu oranı arttıkça ekmeğin içi elastikiyet değerlerinin azaldığı bulunmuştur. Çalışmada ekmeğin örneklerinin elastikiyet değerlerinin depolama ile azaldığı ve depolama sürecinin elastikiyet değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi ekmeğin içi elastikiyeti 1 günlük süresinde 0.81-0.98 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki buğday unu katkılı ekmeğin örneklerinin 1. gün elastikiyet değeri bakımından en düşük ekmeğin içi elastikiyet değeri %100 tam buğday unu katkılı Kavılca çeşidinden yapılan ekmeğlerde görülürken, en yüksek ekmeğin içi elastikiyet değerinin %25 tam buğday unu katkılı Sünter ve Sivas çeşitlerinden yapılan ekmeğlerde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.17 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi elastikiyet değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Ekmek içi elastikiyet değerleri (g)		
		Depolama süresi		
		1. gün	3. gün	5. gün
Ak	0	0.97±0.00aA	0.93±0.00aA	0.89±0.00bA
	25	0.96±0.01aCD	0.94±0.00aBC	0.93±0.00aB
	50	0.88±0.005bE	0.89±0.00bC	0.87±0.00cC
	75	0.83±0.007cD	0.87±0.00cA	0.85±0.00dB
	100	0.82±0.012dD	0.87±0.016cA	0.79±0.00eBC
Kavılca	0	0.97±0.00aA	0.93±0.00aA	0.89±0.00bA
	25	0.94±0.00bF	0.93±0.00aC	0.90±0.01aD
	50	0.92±0.00cD	0.88±0.00bD	0.85±0.00cD
	75	0.83±0.00dD	0.86±0.00cA	0.80±0.00dE
	100	0.82±0.00eD	0.80±0.00dE	0.77±0.00eD
Köse	0	0.97±0.00aA	0.93±0.00A	0.89±0.00bA
	25	0.95±0.00bEF	0.94±0.00BC	0.92±0.00aC
	50	0.94±0.00cC	0.93±0.00A	0.91±0.00aA
	75	0.91±0.00dB	0.85±0.05A	0.87±0.00cA
	100	0.89±0.00eA	0.86±0.00B	0.77±0.00dD
Sivas	0	0.97±0.00bA	0.93±0.00bA	0.89±0.00bA
	25	0.98±0.00aA	0.94±0.00aBC	0.92±0.00aC
	50	0.96±0.00cA	0.91±0.00cB	0.89±0.00bB
	75	0.87±0.00dC	0.86±0.00dA	0.85±0.00cBC
	100	0.86±0.00eB	0.84±0.00eC	0.82±0.00dA
Siyez	0	0.97±0.00aA	0.93±0.00bA	0.89±0.00bA
	25	0.97±0.00aBC	0.95±0.00aB	0.94±0.00aA
	50	0.92±0.00bD	0.89±0.00cC	0.85±0.01cD
	75	0.91±0.00cB	0.86±0.00dA	0.83±0.00dD
	100	0.86±0.00dB	0.81±0.00eD	0.80±0.01eB
Spelt	0	0.97±0.00aA	0.93±0.00bA	0.89±0.00bA
	25	0.96±0.00bDE	0.94±0.00aBC	0.93±0.00aB
	50	0.95±0.00cB	0.92±0.00bB	0.89±0.00bB
	75	0.93±0.00dA	0.86±0.00cA	0.85±0.00cB
	100	0.84±0.00eC	0.83±0.01dCD	0.79±0.00dC
Sünter	0	0.97±0.00abA	0.93±0.00bA	0.89±0.00bA
	25	0.98±0.00aA	0.96±0.00aA	0.95±0.00aA
	50	0.96±0.00bA	0.91±0.00cB	0.89±0.00bB
	75	0.92±0.01cA	0.88±0.01dA	0.84±0.00cC
	100	0.89±0.00dA	0.85±0.01eB	0.78±0.00dCD

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.17 incelendiğinde ekmek içi elastikiyeti 3 günlük süresinde 0.80-0.96 g arasında değişim göstermiştir. Ekmek içi elastikiyeti 3. gün %75 tam buğday unu katkısının elastikiyet değerine üzerine etkisi ekmek üretiminde kullanılan buğday çeşitleri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 3. gün elastikiyet değerleri bakımından en düşük %100 tam buğday unu katkılı Kavılca çeşidinden yapılan ekmeklerde görülürken en yüksek %25 tam buğday unu katkı oranında Sünter çeşidinden yapılan ekmeklerde görülmüştür.

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi ekmek içi elastikiyeti 5 gün süresinde 0.77-0.95g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 5. gün elastikiyet değerleri bakımından en düşük ekmek içi elastikiyet değeri Köse ve Kavılca çeşitlerinin %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülürken en yüksek ekmek içi elastikiyet değeri Siyez ve Sünter çeşitlerinin %25 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülmüştür. Ayrıca Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeklerin ekmek içi elastikiyetinin 1. gün 0.97 g, 3. gün 0.93 g ve 5. gün 0.89 g olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde farklı tam buğday unu katkı oranları (%5, 10, 15, 20) ile yapılan ekmeklerin ekmek içi elastikiyet değerlerinin tam buğday unu katkı oranının artması ile azaldığı bulunmuştur. Çalışmada en yüksek ekmek içi elastikiyet değerleri, 1., 3. ve 5. gün depolama sürelerinde %5 tam buğday unu katkılı ekmeklerde (0.92-0.94 g), en düşük ekmek içi elastikiyet değerleri %20 tam buğday unu katkılı ekmeklerde (0.82-0.86 g) görülmüştür (Kömürcü ve Bilgiçli, 2023).

#### **4.3.3.3 Kohezivlik**

Tosunbey rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin 1., 3. ve 5. günlerde ölçülen ekmek içi kohezivlik değerleri çizelge 4.18’de verilmiştir. Kohezivlik (cohesiveness) değeri ekmek içinin yapışkanlık değeri olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 4.18'de görüldüğü gibi ekmek içi kohezivlik değeri 1 günlük depolama sonunda 0.86-0.62 g arasında değişim göstermiştir. Ekmek içi kohezivlik değeri üzerine 1. gün depolama sonunda %25 tam buğday unu katkılı ekmek üretiminde kullanılan buğday çeşitlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 1. gün kohezivlik değerleri bakımından en düşük değer Ak çeşidinin %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülürken en yüksek Köse çeşidinin %25 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülmüştür.

Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 3. gün depolama sonunda kohezivlik değerlerine bakıldığında tam buğday unu katma oranı ve buğday çeşidinin kohezivlik değeri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Ekmekteki tam buğday oranı arttıkça ekmek içi kohezivlik değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.18 incelendiğinde ekmek içi 3. gün kohezivlik değerleri 0.78-0.57g arasında değişim gösterirken en düşük ekmek kohezivlik değeri %100 tam buğday unu katkılı Ak çeşidinden yapılan ekmeklerde bulunurken en yüksek ekmek içi kohezivlik değeri ise %25 tam buğday unu katkılı Siyez, Sünter ve Köse çeşitlerinden yapılan ekmeklerde görülmüştür.

Çizelge 4.18'de görüldüğü gibi ekmek içi kohezivlik değeri 5 günlük depolama süresinde 0.73-0.45 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 5. gün kohezivlik değerleri bakımından en düşük değer %100 tam buğday unu katkı oranında Ak çeşidinden yapılan ekmeklerde görülürken en yüksek değer %100 tam buğday unu katkı oranında Sünter çeşidinden yapılan ekmeklerde görülmüştür. Ayrıca Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeklerin ekmek içi kohezivlik değerleri 1. gün 0.78 g, 3. gün 0.71 g ve 5.gün 0.61 g olduğu tespit edilmiştir.

Kömürcü ve Bilgiçli (2023) tarafından yapılan çalışmada farklı tam buğday unu katkı oranları kullanılarak (%5, 10, 15, 20) ekmek üretimi gerçekleştirdikleri çalışmada %5 tam buğday unu katkı oranında yapılan ekmeklerde ekmek içi kohezivlik değerini

Çizelge 4.18 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi kohezivlik değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Ekmek içi kohezivlik değerleri (g)		
		Depolama süresi		
		1. gün	3. gün	5. gün
Ak	0	0.78±0.01bA	0.71±0.01aA	0.62±0.01bA
	25	0.82±0.01aA	0.68±0.01bE	0.66±0.01aCD
	50	0.77±0.01bC	0.65±0.01cE	0.56±0.01cF
	75	0.71±0.01cD	0.63±0.01dCD	0.49±0.01dD
	100	0.62±0.02dD	0.57±0.01eF	0.45±0.01eF
Kavılca	0	0.78±0.01bA	0.71±0.01bA	0.62±0.01cA
	25	0.82±0.01aA	0.76±0.01aC	0.72±0.01aA
	50	0.76±0.01cCD	0.67±0.01cD	0.65±0.01bA
	75	0.71±0.01dD	0.62±0.01dD	0.59±0.01dB
	100	0.68±0.01eBC	0.58±0.01eEF	0.56±0.01eD
Köse	0	0.78±0.01cA	0.71±0.01cA	0.62±0.01bA
	25	0.82±0.02aA	0.78±0.01aA	0.68±0.01aBC
	50	0.80±0.01bB	0.76±0.01bA	0.59±0.01cE
	75	0.76±0.01cB	0.64±0.01dC	0.56±0.01dC
	100	0.69±0.01dB	0.59±0.01eCD	0.48±0.01eE
Sivas	0	0.78±0.01bA	0.71±0.01bA	0.62±0.01bcA
	25	0.82±0.01aA	0.75±0.01aD	0.66±0.01aD
	50	0.77±0.01bC	0.72±0.01bC	0.63±0.01bBC
	75	0.76±0.01cBC	0.69±0.01cA	0.61±0.01cA
	100	0.68±0.01dBC	0.61±0.01dC	0.57±0.01dBC
Siyez	0	0.78±0.01cA	0.71±0.01cA	0.62±0.01cA
	25	0.83±0.01aA	0.78±0.01aA	0.68±0.01aB
	50	0.81±0.01bA	0.74±0.01bB	0.64±0.01bB
	75	0.79±0.01cA	0.70±0.01dA	0.60±0.01cAB
	100	0.69±0.01dB	0.65±0.01eA	0.56±0.01dCD
Spelt	0	0.78±0.01cA	0.71±0.01cA	0.62±0.01A
	25	0.83±0.01aA	0.77±0.01aB	0.65±0.01D
	50	0.82±0.01bA	0.73±0.01bBC	0.62±0.01CD
	75	0.75±0.01dC	0.66±0.01dB	0.61±0.01A
	100	0.72±0.01eA	0.63±0.01eB	0.60±0.01A
Sünter	0	0.78±0.01bA	0.71±0.01bA	0.62±0.01bA
	25	0.83±0.01aA	0.78±0.01aA	0.73±0.01aA
	50	0.75±0.01cD	0.66±0.01cDE	0.61±0.01bcD
	75	0.72±0.01dD	0.63±0.01dCD	0.60±0.01cAB
	100	0.67±0.01eC	0.59±0.01eDE	0.58±0.01dB

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

1., 3. ve 5. gün depolamada 0.57-0.72 g arasında değiştiğini bulmuşlardır. Aynı çalışmada 1., 3. ve 5. gün depolamada en yüksek ekmek içi kohezivlik değerinin %20 tam buğday unu katkılı ekmeklerde (0.82-0.85 g) olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.3.3.4 Sakızimsılık

Tosunbey rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin 1., 3. ve 5. günlerde ölçülen ekmek içi sakızimsılık değerleri izelge 4.19'da verilmiştir.

Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 1. gün sakızimsılık değerlerine bakıldığında tam buğday unu katma oranı ve buğday çeşidinin sakızimsılık değeri üzerine etkisinin önemli olduğu grlmektedir ( $p<0.05$ ). Ekmekteki tam buğday oranı arttıa ekmek içi sakızimsılık değerleri de artmaktadır. Çalışmada ekmek örneklerinin sakızimsılık değerinin depolama ile arttığı ve depolama sürecinin sakızimsılık değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu grlmektedir ( $p<0.05$ )

Çizelge 4.19'da görüldüğü gibi ekmek içi sakızimsılık değeri 1 gün depolama süresinde 825.56-2018.66 g arasında değişim göstermiştir.

Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 1. gün sakızimsılık değerleri bakımından en düşük değer Sünter eşidinin %25 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülürken en yüksek değer Siyez eşidinin %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde grlmştir.

Çizelge 4.19 incelendiğinde ekmek içi sakızimsılık değeri 3 günlük depolama süresinde 1127.62-2173.22 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 3. gün sakızimsılık değerleri bakımından en düşük değeri Köse eşidinin %25 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülürken en yüksek değeri Siyez eşidinin %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde grlmştir.

Çizelge 4.19 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi sakızimsılık değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Ekmek içi sakızimsılık değerleri (g)		
		Depolama süresi		
		1. gün	3. gün	5. gün
Ak	0	957.07±3.97eA	1056.92±36.80eA	1670.63±16.28cA
	25	1154.38±27.11dA	1351.81±18.79dC	1459.58±11.71dD
	50	1277.51±16.95cB	1616.50±16.02cB	1690.82±3.76cD
	75	1441.13±26.07bC	1688.51±6.89bBC	1777.24±11.48bCD
	100	1734.26±52.51aC	1854.45±10.55aD	2374.58±10.36aB
Kavılca	0	957.07±3.97dA	1056.92±36.80eA	1670.63±16.28cA
	25	895.82±35.80eC	1369.51±25.76dBC	1556.39±17.73dBC
	50	1266.07±21.91cBC	1555.69±28.42cC	1647.88±15.43cE
	75	1430.06±44.39bC	1652.71±7.20bCD	1929.44±25.21bB
	100	1864.37±31.28aB	1970.89±30.18aC	2231.19±29.02aC
Köse	0	957.07±3.97dA	1056.92±36.80eA	1670.63±16.28cA
	25	968.68±24.93dB	1127.82±12.52dD	1327.44±21.38dE
	50	1275.40±19.26cB	1329.08±21.11cE	1672.66±26.27cDE
	75	1455.92±30.09bC	1624.27±72.15bD	1749.87±33.16bD
	100	1541.65±14.70aD	2023.98±14.74aB	2338.49±36.98aB
Sivas	0	957.07±3.97dA	1056.92±36.80eA	1670.63±16.28dA
	25	1005.24±21.85cB	1380.39±24.72dBC	1470.47±12.56eD
	50	1092.52±41.18cD	1623.95±31.21cB	1738.59±2.49cC
	75	1217.43±13.78bE	1905.32±25.2bA	1937.83±39.61bB
	100	1547.90±16.92aD	2013.20±17.75aB	2122.35±50.44aE
Siyez	0	957.07±3.97dA	1056.92±36.80eA	1670.63±16.28cA
	25	772.71±10.68eE	1396.41±19.60dB	1581.48±16.43dB
	50	1039.95±56.06cD	1465.06±20.56cD	1651.89±23.33cDE
	75	1671.70±6.51bA	1735.78±14.62bB	1804.56±5.32bC
	100	2018.66±1.79aA	2173.22±16.62aA	2557.62±19.53aA
Spelt	0	957.07±3.97eA	1056.92±36.80dA	1670.63±16.28dA
	25	1187.76±32.97dA	1366.31±34.10cBC	1514.77±49.96eC
	50	1375.34±18.74cA	1649.18±6.45bB	1820.99±10.09cB
	75	1549.88±16.37bB	1697.22±41.56bBC	1931.86±20.18bB
	100	1707.59±14.65aC	1871.10±21.10aD	2280.5±13.01aC
Sünter	0	957.07±3.97dA	1056.92±36.80eA	1670.63±16.28cA
	25	825.56±8.77eD	1556.76±10.97dA	1690.81±20.75cA
	50	1218.02±16.44cC	1866.71±29.84cA	2039.06±50.57bA
	75	1294.54±20.19bD	1950.20±36.34bA	2083.94±4.22bA
	100	1451.85±36.09aE	2031.02±6.99aB	2177.74±25.74aD

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.19'a bakıldığında ekmek içi sakızımsılık değeri 5 günlük depolama süresinde 1459.58-2557.62 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 5. gün sakızımsılık değerleri bakımından en düşük ekmek sakızımsılık değeri Ak ve Sivas çeşitlerinin %25 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülürken en yüksek ekmek içi sakızımsılık değeri Siyez çeşidinin %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülmüştür. Ayrıca Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeklerin ekmek içi sakızımsılık değerlerinin 1 günlük depolama sonunda 957.07 g, 3. gün 1056.92 g ve 5. gün 1670.63 g olduğu tespit edilmiştir.

#### **4.3.3.5 Çiğnenebilirlik**

Tosunbey rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin 1. 3. ve 5. günlerde ölçülen ekmek içi çiğnenebilirlik değerleri çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 1. gün çiğnenebilirlik değerlerine bakıldığında tam buğday unu katma oranı ve buğday çeşidinin çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ekmekteki tam buğday oranı arttıkça ekmek içi çiğnenebilirlik değerleri de artmıştır.

Çalışmada ekmek örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinin depolama ile arttığı ve depolama sürecinin çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.20'de görüldüğü gibi ekmek içi çiğnenebilirlik değerleri 1 günlük depolamada 948.27-2005.02 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 1. gün çiğnenebilirlik değerleri bakımından en düşük değeri Kavılca çeşidinin %25 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülürken en yüksek değeri Siyez çeşidinin %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülmüştür.

Çizelge 4.20 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin ekmek içi çığnenebilirlik değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Ekmek içi çığnenebilirlik değeri (g)		
		Depolama süresi		
		1. gün	3. gün	5. gün
Ak	0	938.60±7.88dA	1127.44±29.00dA	2056.35±31.03aA
	25	1227.20±67.37cA	1360.25±23.52cB	1552.71±28.78cA
	50	1372.90±13.48bA	1506.54±34.6bB	1645.52±47.45bB
	75	1170.35±24.85cC	1550.37±41.5bB	1670.51±15.36bD
	100	1645.98±42.83aC	1967.68±32.84aA	2056.97±24.94aC
Kavılca	0	938.60±7.88dA	1127.44±29.00eA	2056.35±31.03bA
	25	948.27±27.17dC	1237.61±25.14dCD	1558.83±21.90dA
	50	1177.04±26.00cB	1340.36±20.61cC	1614.47±6.98dB
	75	1362.42±43.95bA	1448.59±37.85bDE	1853.98±44.89cC
	100	1738.84±41.38aB	1996.57±13.72aA	2308.92±44.93aB
Köse	0	938.60±7.88dA	1127.44±29.00cA	2056.35±31.03bA
	25	962.75±6.36dC	1209.56±41.99cDE	1440.18±5.80eB
	50	1152.41±38.97cB	1352.09±12.66bC	1767.55±40.15dA
	75	1241.26±34.71bB	1416.92±35.43bE	1959.11±15.26cB
	100	1376.84±10.13aE	1625.52±28.97aB	2440.71±19.03aA
Sivas	0	938.60±7.88dA	1127.44±29.00eA	2056.35±31.03aA
	25	967.73±6.42cdC	1284.44±14.39dC	1362.31±34.23eC
	50	992.95±11.16cD	1345.55±46.21cC	1554.93±22.10dC
	75	1051.47±44.61bD	1542.28±26.36bBC	1656.41±25.49cD
	100	1270.48±26.69aF	1656.83±39.30aB	1933.13±14.68bE
Siyez	0	938.60±7.88dA	1127.44±29.00eA	2056.35±31.03bA
	25	749.09±6.38eE	1174.57±10.46dE	1238.42±24.45eD
	50	1058.92±51.99cC	1353.75±24.68cC	1461.54±20.67dD
	75	1205.30±4.71bBC	1470.02±8.00bD	1543.18±36.50cE
	100	2005.02±10.50aA	1562.07±24.37aC	2456.66±28.70aA
Spelt	0	938.60±7.88eA	1127.44±29.00eA	2056.35±31.03aB
	25	1044.45±39.24dB	1288.83±50.58dC	1452.72±21.48dB
	50	1142.86±4.85cB	1383.17±9.83cC	1555.90±18.68cC
	75	1316.66±4.72bA	1492.90±12.45bCD	1587.07±9.72cE
	100	1458.41±9.87aD	1574.15±13.35aC	1987.01±13.78bD
Sünter	0	938.60±7.88dA	1127.44±29.00eA	2056.35±31.03abA
	25	813.91±6.31eD	1490.79±37.06dA	1593.81±47.07dA
	50	1014.43±38.71cCD	1737.62±45.86cA	1813.34±11.95cA
	75	1173.40±18.81bC	1863.25±24.82bA	2015.02±28.98bA
	100	1671.98±56.62aC	1981.46±22.74aA	2096.08±5.86aC

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Çizelge 4.20’de görüldüğü gibi ekmek içi çignenebilirlik değerleri 3 günlük depolamada 1174.57-1996.57 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 3. gün çignenebilirlik değerleri bakımından en düşük değer Siyez çeşidinin %25 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülürken en yüksek değer Kavılca ve Sünter çeşitlerinin %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerinde görülmüştür.

Çizelge 4.20’e bakıldığında ekmek içi çignenebilirlik değeri 5 günlük depolamada 1238.42-2456.66 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmadaki tüm buğday unu katkılı ekmek örneklerinin 5. gün çignenebilirlik değerleri bakımından en düşük değeri %25 tam buğday unu katkılı Sivas, Siyez ve Köse çeşitlerinden yapılan ekmeklerde görülürken en yüksek değer %100 tam buğday unu katkılı Siyez ve Köse çeşitlerinin ekmeklerinde görülmüştür. Ayrıca Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeklerin ekmek içi çignenebilirlik değerleri 1. gün 938.60 g 3. gün 1127.44 g ve 5. gün 2056.35 g olduğu tespit edilmiştir.

Kömürcü ve Bilgiçli (2023) tarafından yapılan çalışmada %5 tam buğday unu katkılı ekmeklerin çignenebilirlik değerinin 1. gün 309.67 g, 3.gün 409.92 g ve 5.gün 502.22 g olduğu görülürken bu değerlerin %20 tam buğday unu katkı oranında sırasıyla 433.98, 594.48 ve 678.10 g olduğu bulunmuştur. Aynı çalışmada tam buğday unu içermeyen ekmeklerde ise çignenebilirlik değerinin 1. gün (326.78 g), 3.gün (395.94 g) ve 5.gün (476.11g) olarak tespit edilmiştir.

#### **4.4 Tosunbey Buğday Ununa Farklı Oranda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Ekmeklerin Fonksiyonel Özellikleri**

##### **4.4.1 Ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri**

Tosunbey rafine buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri\*

Çeşit	Katma Oranı (%)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/kg)	Toplam Antioksidan Aktivite Değeri (µmol TE/100g)
Ak	0	705.00±3.75dA	76.37±4.02eA
	25	799.50±7.80cC	122.50±2.61dE
	50	857.17±15.54bE	152.90±6.61cF
	75	940.64±38.56aE	291.14±12.25bF
	100	954.50±21.78aE	329.60±8.12aF
Kavılca	0	705.00±3.75eA	76.37±4.02eA
	25	905.07±31.12dA	206.87±3.07dA
	50	995.50±6.88cA	247.87±2.56cA
	75	1137.97±2.51bA	364.44±7.71bA
	100	1345.07±19.31aA	448.60±2.86aA
Köse	0	705.00±3.75eA	76.37±4.02eA
	25	809.40±18.12dBC	130.04±4.06dD
	50	895.57±9.47cC	164.94±7.56cE
	75	1023.20±11.08bC	308.37±4.21bDE
	100	1152.07±26.48aC	337.10±12.57aEF
Sivas	0	705.00±3.75eA	76.37±4.02eA
	25	810.77±6.08dBC	137.37±2.98dC
	50	884.10±6.58cCD	174.00±6.75cD
	75	1017.97±13.08bC	318.90±3.61bCD
	100	1127.44±25.69aC	350.00±5.53aD
Siyez	0	705.00±3.75eA	76.37±4.02eA
	25	810.60±21.06dBC	143.30±4.86dC
	50	944.57±11.39cB	187.24±3.46cC
	75	1065.47±3.51bB	320.87±3.62bC
	100	1222.77±9.65aB	379.44±0.88aC
Spelt	0	705.00±3.75eA	76.37±4.02eA
	25	837.04±9.75dB	195.80±5.50dB
	50	953.94±15.62cB	207.60±3.60cB
	75	1087.07±19.05bB	351.44±3.06bB
	100	1247.70±7.86aB	411.40±5.96aB
Sünter	0	705.00±3.75eA	76.37±4.02eA
	25	806.80±7.41dC	130.80±0.80dD
	50	862.87±16.22cDE	171.37±2.71cDE
	75	974.10±10.66bD	307.44±2.68bE
	100	1077.94±20.56aD	344.74±5.16aDE

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p< 0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri Farklıçeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p< 0.05).

Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeğin toplam fenolik madde miktarı 705.00 mg GAE/kg, toplam antioksidan aktivite değeri ise 76.37  $\mu$ mol TE/100g olarak bulunmuştur.

Çizelge 21’de görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı ekmeklerin toplam fenolik madde miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Kavuzlu ve yerel tam buğday unları arasında fenolik madde miktarları bakımından, en yüksek değer %100 oranında Kavılca buğday çeşidinin tam unlarından yapılan ekmeklerde (1345.07 mg GAE/kg), en düşük değer ise %25 oranında Ak ve Sünter buğday çeşidinin tam unlarından yapılan ekmeklerde (sırasıyla 799.50 ve 806.80 mg GAE/kg) tespit edilmiştir.

Çizelge 21 incelendiğinde yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı ekmeklerin toplam antioksidan aktivite miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kavuzlu ve yerel tam buğday unları arasında toplam antioksidan aktivite özellikleri bakımından, en yüksek değer %100 oranında Kavılca buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde (448.60  $\mu$ mol TE/100g), en düşük değer ise %25 oranında Ak buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde (122.50  $\mu$ mol TE/100g) bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan tüm buğday çeşitlerinin %100 oranında tam buğday unlarının kullanılması, yapılan ekmeklerin antioksidan aktivite değerlerini kontrol örneğine göre 4 katından fazla arttırmıştır.

Zielińsk vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, Spelt tam buğday unundan yapılan ekmeklerin toplam antioksidan aktivite değeri (2.31-2.68  $\mu$ mol TE/g km) ticari ekmeklik tam buğday unundan yapılan ekmeklerden (2.12  $\mu$ mol TE/g km) daha yüksek olduğu bulunmuştur.

#### 4.4.2 Ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları

Tosunbey buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları sırasıyla %0.82, 1.44 ve 2.25 olarak bulunmuştur. Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı ekmeklerin çözünen diyet lif miktarı %1.92-3.25, çözünmeyen diyet lif miktarı %3.84-13.06 ve toplam diyet lif miktarı %5.90-15.71 arasında değişim göstermiştir.

Tam buğday unu katkısının artması ile ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını önemli miktarda arttırmıştır ( $p<0.05$ ). %100 katma oranında yapılan ekmeklerde çözünen diyet lif miktarı bakımından Spelt (%3.25) çeşidi en yüksek, Kavılca (%2.09) çeşidi en düşük değer görülmüştür. %100 oranında yapılan ekmeklerde çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları bakımından en yüksek değerler Kavılca örneklerinde (sırasıyla %13.06, 15.15) en düşük, Siyez örneklerinde (sırasıyla, %7.23-9.55) görülmüştür.

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi yapılan tam buğday unu katkısıyla yapılan ekmeklerin çözünmeyen diyet lif miktarlarında bu ekmeklerin yapımında kullanılan tam unlarının çözünmeyen diyet lif miktarlarına göre bir miktar artış görülmüştür. Farklı araştırmacılar tarafından, bazı buğday çeşitlerinden yapılan ürünlerin çözünmeyen diyet lif miktarlarındaki artışın pişme esnasında dirençli nişasta oluşumundan kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Fares vd. 2008, Rainakari vd. 2016).

Kulathunga ve Şimşek vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada einkorn, emmer ve Spelt buğday çeşitlerinden tam buğday unu katkılı ekmekler yapılmıştır.

Çizelge 4.22 Tosunbey buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları\* (%)

Çeşit	Katma oranı (%)	SDF	IDF	TDF
Ak	0	0.82±0.02eA	1.44±0.02eA	2.25±0.01eA
	25	2.19±0.02dB	7.47±0.02dE	9.66±0.02dE
	50	2.40±0.01cC	9.34±0.06cE	11.74±0.07cC
	75	2.60±0.01bB	9.71±0.02bE	12.31±0.03bE
	100	2.71±0.01aC	11.41±0.02aD	14.11±0.02aE
Kavılca	0	0.82±0.02eA	1.44±0.02eA	2.25±0.01eA
	25	1.92±0.02dF	10.11±0.01dA	12.03±0.01dA
	50	1.97±0.07cF	10.26±0.03cA	12.23±0.05cB
	75	2.05±0.01bG	12.24±0.03bA	14.28±0.03bA
	100	2.09±0.01aG	13.06±0.01aA	15.15±0.02aB
Köse	0	0.82±0.02eA	1.44±0.02eA	2.25±0.01eA
	25	2.02±0.02dE	8.64±0.04dD	10.65±0.06dD
	50	2.11±0.01cE	9.44±0.03cD	11.55±0.03cD
	75	2.16±0.01bF	10.21±0.01bD	12.37±0.02bD
	100	2.20±0.01aF	11.20±0.09aE	13.40±0.10aF
Sivas	0	0.82±0.02eA	1.44±0.02eA	2.25±0.01eA
	25	2.17±0.03dB	7.02±0.03dF	9.19±0.02dF
	50	2.48±0.01cB	9.32±0.02cE	11.80±0.03cC
	75	2.58±0.02bC	9.68±0.03bE	12.25±0.02bF
	100	2.91±0.01aB	11.37±0.02aD	14.28±0.03aD
Siyez	0	0.82±0.02eA	1.44±0.02eA	2.25±0.01eA
	25	2.06±0.03dD	3.84±0.03dG	5.90±0.05dG
	50	2.12±0.01cDE	4.42±0.05cF	6.54±0.04cE
	75	2.22±0.02bE	5.89±0.02bF	8.11±0.03bG
	100	2.33±0.01aE	7.23±0.03aF	9.55±0.03aG
Spelt	0	0.82±0.02eA	1.44±0.02eA	2.25±0.01eA
	25	2.45±0.02dA	9.12±0.03dC	11.57±0.04dB
	50	2.59±0.03cA	9.62±0.03cC	12.20±0.05cB
	75	3.18±0.01bA	10.25±0.01bC	13.43±0.01bB
	100	3.25±0.01aA	12.47±0.02aC	15.71±0.02aA
Sünter	0	0.82±0.02eA	1.44±0.02eA	2.25±0.01eA
	25	2.11±0.01dC	9.35±0.02dB	11.45±0.02dC
	50	2.16±0.01cD	10.18±0.02cB	12.34±0.03cA
	75	2.26±0.01bD	11.05±0.02bB	13.31±0.02bC
	100	2.36±0.01aD	12.70±0.01aB	15.06±0.02aC

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir. SDF: Çözünür diyet lif, IDF: Çözünmeyen diyet lif, TDF: Toplam diyet lif. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-G' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Çalışmada einkorn tam buğday unu katkılı ekmeklerin çözünmeyen diyet lif miktarlarının %8.1-8.4 olduğu, emmer tam buğday unundan yapılan ekmeklerde ise %7.2-7.3 arasında değişim gösterdiği ifade edilmiştir. Aynı çalışmada çözünmeyen diyet lif miktarlarının Spelt tam buğday unu katkılı ekmeklerde ise %7.6-8.1 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir.

Bonofaccia vd. (2000) Spelt tam buğday unundan yapılan ekmeklerin çözünebilir, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını incelemişler ve bu değerlerin sırasıyla %4, % 8.4 ve %12.4 olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.4.3 Ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları**

Tosunbey ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun % si olarak fitat fosforu değerleri çizelge 4.23’de verilmiştir. Çizelge 4.23’de görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Tam buğday unu katkısı içermeyen Tosunbey unundan yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun % olarak fitat fosforu miktarları sırasıyla 94.08, mg/100g, 26.49, mg/100g, 113.50 mg/100g ve %23.37 bulunmuştur.

%100 oranında tam buğday unu katkılı ekmeklerde en yüksek fitik asit miktarı Sivas çeşidinden yapılan ekmeklerde (490.28 mg/100g) görülürken, en düşük fitik asit miktarı Siyez buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde, 302.40 mg/100g) görülmüştür.

Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı ekmeklerin toplam fosfor miktarları değerlendirildiğinde en yüksek %100 oranında Sivas buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde (420.26 mg/100g) bulunurken, en düşük %100 oranında Spelt buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde (287.64 mg/100g) bulunmuştur.

Çizelge 4.23 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ile toplam fosforun % si olarak fitat fosforu değerleri\*

Çeşit	Katma oranı (%)	Fitik asit (mg/100g)	Fitat fosforu (mg/100g)	Toplam fosfor (mg/100g)	Toplam fosforun % olarak fitat fosforu
Ak	0	94.08±1.61eA	26.49±0.45eA	113.50±3.61eA	23.37±1.13cA
	25	179.11±4.9dB	50.43±1.38dB	287.36±5.94dE	17.56±0.62eA
	50	227.99±2.48cB	63.28±1.85cB	301.06±4.57cE	21.02±0.51dA
	75	397.12±1.91bA	111.82±0.54bA	375.10±4.02bC	29.82±0.46bB
	100	455.8±8.11aB	128.34±2.29aB	383.73±3.46aD	33.45±0.89aA
Kavılca	0	94.08±1.61eA	26.49±0.45eA	113.50±3.61eA	23.37±1.13bA
	25	129.52±3.22dD	36.47±0.91dD	310.06±1.35dD	11.77±0.26dD
	50	192.01±1.71cE	54.07±0.49cE	300.68±1.44cE	17.98±0.2cC
	75	259.77±1.66bE	73.14±0.47bE	321.16±1.56bD	22.78±0.04bD
	100	352.49±3.26aE	99.25±0.92aE	362.15±4.71aE	27.41±0.4aD
Köse	0	94.08±1.61eA	26.49±0.45eA	113.50±3.61eA	23.37±1.13bA
	25	132.01±3.28dD	37.17±0.93dD	354.52±3.37dB	10.49±0.27dE
	50	200.96±3.28cD	56.59±0.93cD	371.60±1.06cB	15.23±0.28cD
	75	332.94±3.26bD	93.75±0.92bD	392.03±3.18bB	23.92±0.41bC
	100	415.61±3.4aD	116.41±0.23aD	398.32±2.00aB	29.23±0.11aC
Sivas	0	94.08±1.61eA	26.49±0.45eA	113.50±3.61eA	23.37±1.13cA
	25	191.80±6.71dA	54.01±1.89dA	366.21±4.91dA	14.75±0.32eB
	50	261.59±3.22cA	73.66±0.91cA	380.87±0.42cA	19.34±0.24dB
	75	353.94±4.92bC	99.66±1.39bC	405.47±5.15bA	24.59±0.61bC
	100	490.28±5.61aA	138.05±1.58aA	420.26±1.39aA	32.85±0.38aA
Siyez	0	94.08±1.61eA	26.49±0.45eA	113.50±3.61eA	23.37±1.13aA
	25	116.63±3.22dE	32.84±0.91dE	323.19±2.21dC	10.16±0.34dE
	50	124.48±1.60cG	35.05±0.45cG	338.49±3.87cC	10.36±0.04dE
	75	197.17±3.26bG	55.52±0.91bG	377.36±3.10bC	14.72±0.36cE
	100	302.4±4.92aG	85.15±1.39aG	389.39±2.05aC	21.87±0.4bE
Spelt	0	94.08±1.61eA	26.49±0.45eA	113.50±3.61eA	19.06±6.94cA
	25	126.30±3.23dD	35.56±0.91dD	243.45±3.34dF	14.68±0.22cB
	50	135.97±3.26cF	38.30±0.90cF	250.05±3.00cF	15.31±0.46cD
	75	228.00±4.07bF	64.25±1.15bF	267.74±2.13bE	24.00±0.52bC
	100	319.16±3.28aF	89.87±0.93aF	287.64±2.72aF	31.25±0.10aB
Sünter	0	94.08±1.61eA	23.84±0.41eA	113.50±3.61eA	21.03±1.02cA
	25	143.19±2.16dC	40.32±0.61dC	287.54±1.95dE	14.03±0.13cC
	50	212.2±4.92cC	59.75±1.39cC	313.60±3.67cD	19.06±0.64dB
	75	367.69±6.79bB	103.53±1.91bB	322.38±2.1bD	32.12±0.79bA
	100	425.24±6.79aC	119.73±1.91aC	357.90±2.59aE	33.46±0.34aA

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Literatürde farklı buğday çeşitlerinin tam buğday unlarında toplam fosfor miktarlarının, Kavılca 293-358 mg/100g, Spelt 363 -571 mg/100g, ve ticari ekmeklik buğdayda 350-377 mg/100g arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Piergiovanni vd. 1997).

%100 oranında tam buğday unu katkılı ekmeklerde toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu değerleri en yüksek Sivas ve Sünter buğday çeşitlerinden yapılan ekmeklerde (sırasıyla %32.85, % 33.46) görülürken, en düşük toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu değerleri Siyez buğday çeşidinden yapılan ekmeklerde (%21.87) görülmüştür.

#### **4.4.4 Ekmeklerin mineral madde miktarları**

Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin mineral madde miktarları çizelge 4.24 ve 4.25'te verilmiştir. Ekmeklerin mineral madde miktarları tam buğday unu katma oranı arttıkça artmış ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Ca, K ve Zn içeriği bakımından en yüksek değerlerin %100 tam buğday unundan yapılan ekmeklerden Kavılca çeşidinden yapılan ekmeklerde sırasıyla 621.78, 4481.99, 131.06 mg/kg olduğu görülürken Mg ve Mn içeriği bakımından en yüksek değerlerin %100 tam buğday unundan yapılan ekmeklerden Ak çeşidinden yapılan ekmeklerde sırasıyla 1495, 31.06 mg/kg olarak bulunmuştur. Fe içeriği bakımından ise en yüksek değerlerin %100 tam buğday unundan yapılan ekmeklerde Spelt ve Ak çeşidinden yapılan ekmeklerde (39.24, 39.80 mg/kg) tespit edilmiştir.

Ca içeriği bakımından en düşük değerlerin %25 tam buğday unundan yapılan ekmeklerden köse çeşidinden yapılan ekmeklerde 337.87 mg/kg, olduğu görülürken Mg içeriği bakımından en düşük değerlerin %25 tam buğday unundan yapılan ekmeklerden Siyez çeşidinden yapılan ekmeklerde 526.17 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.24 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin mineral madde miktarları \*(mg/kg)

Çeşit	Katma oranı (%)	Ca	Fe	K
Ak	0	298.99±0.52eA	14.16±0.09eA	1336.73±11.28eA
	25	388.17±0.62dC	22.74±0.4dB	2050.29±17.59dD
	50	444.71±0.86cA	28.14±0.42cB	2981.25±34.61cB
	75	487.36±3.00bD	35.28±0.40bA	3747.98±11.01bC
	100	546.31±2.36aC	39.8±0.09aA	4438.75±14.98aB
Kavılca	0	298.99±0.52eA	14.16±0.09eA	1336.73±11.28eA
	25	497.04±1.43dA	22.15±0.25dB	2732.77±32.58dA
	50	438.93±0.75cB	25.6±0.63cD	3228.55±7.17cA
	75	575.30±1.26bA	36.22±0.90bA	3975.86±42.00bA
	100	621.78±1.26aA	38.48±0.66aB	4642.68±23.04aA
Köse	0	298.99±0.52eA	14.16±0.09eA	1336.73±11.28eA
	25	337.87±1.93dF	21.22±0.26dC	2295.16±22.60dB
	50	384.03±0.57cG	27.02±0.21cC	3195.07±20.48cA
	75	444.86±0.81bG	35.69±0.57bA	3831.05±9.98bB
	100	504.79±0.91aD	38.86±0.79aB	4481.99±44.36aB
Sivas	0	298.99±0.52eA	14.16±0.09dA	1336.73±11.28eA
	25	354.79±0.72dE	19.88±0.21cD	2144.80±34.89dC
	50	387.85±2.23cF	28.53±0.09bB	2921.67±56.34cB
	75	458.86±1.69bF	32.00±0.12aB	3770.75±32.50bBC
	100	479.77±0.90aF	32.37±0.41aD	4208.82±49.49aC
Siyez	0	298.99±0.52eA	14.16±0.09dA	1336.73±11.28dA
	25	365.30±1.88dD	20.67±0.17cCD	1949.32±17.80cE
	50	395.20±0.55cE	26.23±0.57bD	2460.35±45.9bE
	75	461.68±1.34bE	32.88±1.14aB	3250.99±43.48aE
	100	492.11±0.22aE	33.35±0.37aC	3293.09±20.08aE
Spelt	0	298.99±0.52eA	14.16±0.09eA	1336.73±11.28eA
	25	402.39±4.28dB	25.53±1.23dA	1867.53±35.26dE
	50	424.29±4.26cC	29.49±0.24cA	2613.42±4.65cD
	75	514.06±1.38bB	36.45±0.08bA	3195.20±19.97bE
	100	617.72±0.85aB	39.24±0.42aAB	4191.65±26.66aC
Sünter	0	298.99±0.52eA	14.16±0.09eA	1336.73±11.28eA
	25	355.28±2.44dE	17.69±0.12dE	1907.46±8.46dE
	50	400.45±0.92cD	24.09±0.08cE	2785.47±40.52cC
	75	491.09±0.52bC	29.52±0.85bC	3356.62±47.47bD
	100	503.79±0.49aD	30.55±0.48aE	3917.10±14.76aD

\*Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Çizelge 4.25 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin mineral madde miktarları \*(mg/kg)

Çeşit	Katma Oranı (%)	Mg	Mn	Zn
Ak	0	361.18±4.04eA	6.95±0.04eA	10.10±0.17eA
	25	847.25±8.62dA	27.80±0.21dA	15.78±0.03dD
	50	997.88±19.85cA	30.89±0.64cA	20.75±0.05cB
	75	1344.95±6.47bA	41.13±0.32bA	24.90±0.54bC
	100	1495.00±5.98aA	43.94±0.65aA	30.68±0.31aB
Kavılca	0	361.18±4.04eA	6.95±0.04eA	10.10±0.17eA
	25	622.79±3.44dC	16.19±0.37dC	19.42±0.54dA
	50	869.85±8.00cB	22.13±0.59cC	22.32±0.34cA
	75	1092.86±13.96bC	34.75±0.69bB	30.02±0.38bA
	100	1258.06±7.38aC	40.13±0.06aC	31.06±0.04aA
Köse	0	361.18±4.04eA	6.95±0.04eA	10.10±0.17eA
	25	656.01±12.97dB	25.93±0.18dB	12.37±0.07dF
	50	885.00±13.28cB	23.54±0.54cB	17.99±0.50cD
	75	1214.63±4.19bB	40.56±0.29bA	20.75±0.43bE
	100	1357.22±4.18aB	42.00±0.24aB	22.04±0.06aD
Sivas	0	361.18±4.04eA	6.95±0.04eA	10.10±0.17eA
	25	605.25±9.21dD	15.79±0.1dCD	13.62±0.06dE
	50	833.50±14.57cC	23.65±0.35cB	20.12±0.16cC
	75	1086.57±6.80bC	33.86±0.14bC	23.16±0.28bD
	100	1217.94±14.15aD	37.35±0.06aE	21.62±0.14aD
Siyez	0	361.18±4.04eA	6.95±0.04eA	10.10±0.17eA
	25	526.17±7.56dG	14.05±0.44dE	16.74±0.58dC
	50	717.90±5.79cF	20.73±0.35cD	20.27±0.31cBC
	75	847.42±10.17bF	22.95±0.13bE	26.30±0.39bB
	100	1007.11±5.56aG	33.47±0.23aG	29.41±0.62aC
Spelt	0	361.18±4.04eA	6.95±0.04eA	10.10±0.17eA
	25	566.23±3.61dF	14.12±0.64dE	18.17±0.39dB
	50	740.72±4.47cE	22.21±0.42cC	21.92±0.19cA
	75	914.95±0.88bE	30.30±0.3bD	26.22±0.46bB
	100	1114.09±3.92aF	35.02±0.27aF	33.24±0.54aA
Sünter	0	361.18±4.04eA	6.95±0.04eA	10.10±0.17dA
	25	584.02±1.16dE	15.49±0.28dD	12.35±0.83cF
	50	766.74±5.39cD	21.77±0.43cC	18.27±0.22bD
	75	952.63±5.99bD	33.39±0.36bC	20.73±0.28aE
	100	1161.94±39.19aE	38.01±0.62aD	21.75±0.88aD

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p < 0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p < 0.05$ ).

Mn içeriği bakımından en düşük değerin %25 tam buğday unundan yapılan ekmeklerden Siyez ve Spelt çeşitlerinden yapılan ekmeklerde sırasıyla 14.05, 14.12 mg/kg bulunurken en düşük Zn içeriğinin ise Köse ve Sünter çeşitlerinden yapılan ekmeklerde sırasıyla 12.37, 12.35 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Kontrol rneği olarak kullanılan Tosunbey rafine buğday unundan yapılan ekmeklerde ise Ca, Fe, K, Mg, Mn ve Zn erikleri sırası ile 298.99 mg/kg, 14.16 mg/kg, 1336.73 mg/kg, 6.95 mg/kg ve 10.10 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Longin vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada Spelt tam buğday unundan yapılan ekmeklerin mineral erikleri araştırılmıştır. Çalışmada Spelt tam buğday unundan yapılan ekmeklerin Ca, Fe, K, Mg, Mn ve Zn miktarlarını sırasıyla 331.9 mg/kg, 39.5 mg/kg, 4571.3 mg/kg, 1082.8 mg/kg, 25.1 mg/kg, 21.0 mg/kg olarak bulmuşlardır. Aynı alışmada Spelt buğday çeşidinden yapılan ekmeklerin üretiminde kullanılan tam unun Ca, Fe, K, Mg, Mn ve Zn miktarlarının ise sırasıyla 223.8 mg/kg, 30.0 mg/kg, 4262.9 mg/kg, 1007.3 mg/kg, 24.3 mg/kg ve 17.1 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir.

Cetiner vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada Ak eşidinin tam buğday unundan yapılan ekmeklerin Fe, K, Mg, Mn ve Zn miktarlarını sırasıyla 36.79 mg/kg, 4225 mg/kg, 1354 mg/kg, 39.55 mg/kg, 17.85 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Aynı alışmada Ak buğday çeşidinden yapılan ekmelerin üretiminde kullanılan tam unun Fe, K, Mg, Mn ve Zn miktarlarının ise sırasıyla 31.16 mg/kg, 3657 mg/kg, 1194 mg/kg, 98.28 mg/kg, 12.04 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.4.5 Ekmeklerinin duyuusal zellikleri**

Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin duyuusal analiz değerleri izelge 4.26 ve 4.27’de, değerlendirmelere ilişkin polar koordinat grafikleri ise Şekil 4.1’de verilmiştir. Duyusal değerlendirmede, değerlendirmeye katılan 10 panelistin her bir ekmek örneğine verdiği puanların ortalamaları dikkate alınmıştır. Çizelge 4.26’da görüldüğü

gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı ekmeklerin kabuk ve iç rengi, koku, tat, gözenek yapısı, tekstür ve genel kabuledilebilirlik değerleri hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.26'da görüldüğü üzere %100 tam buğday içeren ekmeklerde, kabuk ve ekmek iç rengi bakımından en beğenilen Ak, Köse ve Sivas çeşitlerinden yapılan ekmekler olurken (sırasıyla 6.27, 6.25, 6.20,6.70, 6.15,6.27) kabuk rengi bakımından en az beğenilen Sünter (5.07) çeşidinden yapılan ekmekler olmuştur. %100 tam buğday unu içeren ekmeklerde ekmek iç rengi bakımından ise en az değeri alan Kavılca çeşidinden yapılan ekmekler olmuştur. Ekmeklerin koku puanları değerlendirildiğinde %100 tam buğday unu katkılı ekmeklerde en beğenilen Kavılca (6.37) çeşidinden yapılan ekmekler olurken en az beğenilen Ak (5.45) çeşidinden yapılan ekmekler olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.27'de görüldüğü üzere %100 tam buğday içeren ekmeklerde tat bakımından en beğenilen Spelt (7.40) çeşidinden yapılan ekmekler olurken en az beğenilen Siyez (5.52) çeşidinden yapılan ekmekler olmuştur.

Ekmeklerin gözenek yapısı puanları değerlendirildiğinde %100 tam buğday unu katkısı ile yapılan ekmeklerde en beğenilen Sünter (6.59) çeşidinden yapılan ekmekler olurken en az beğenilen Sivas (5.05) çeşidinden yapılan ekmekler olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.27'de görüldüğü üzere %100 tam buğday unu içeren ekmeklerde tekstür özellikleri bakımından en beğenilen Köse (6.62) çeşidinden yapılan ekmekler olurken en az beğenilen Kavılca (4.41) çeşidinden yapılan ekmekler olmuştur.

Ekmeklerin tekstür özellikleri bakımından %25 tam buğday unu katkısı ile yapılan ekmeklerde en beğenilen Köse (7.55) çeşidinden yapılan ekmekler olurken en az beğenilen Sivas (6.14) çeşidinden yapılan ekmekler olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.26 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin duyusal değerleri

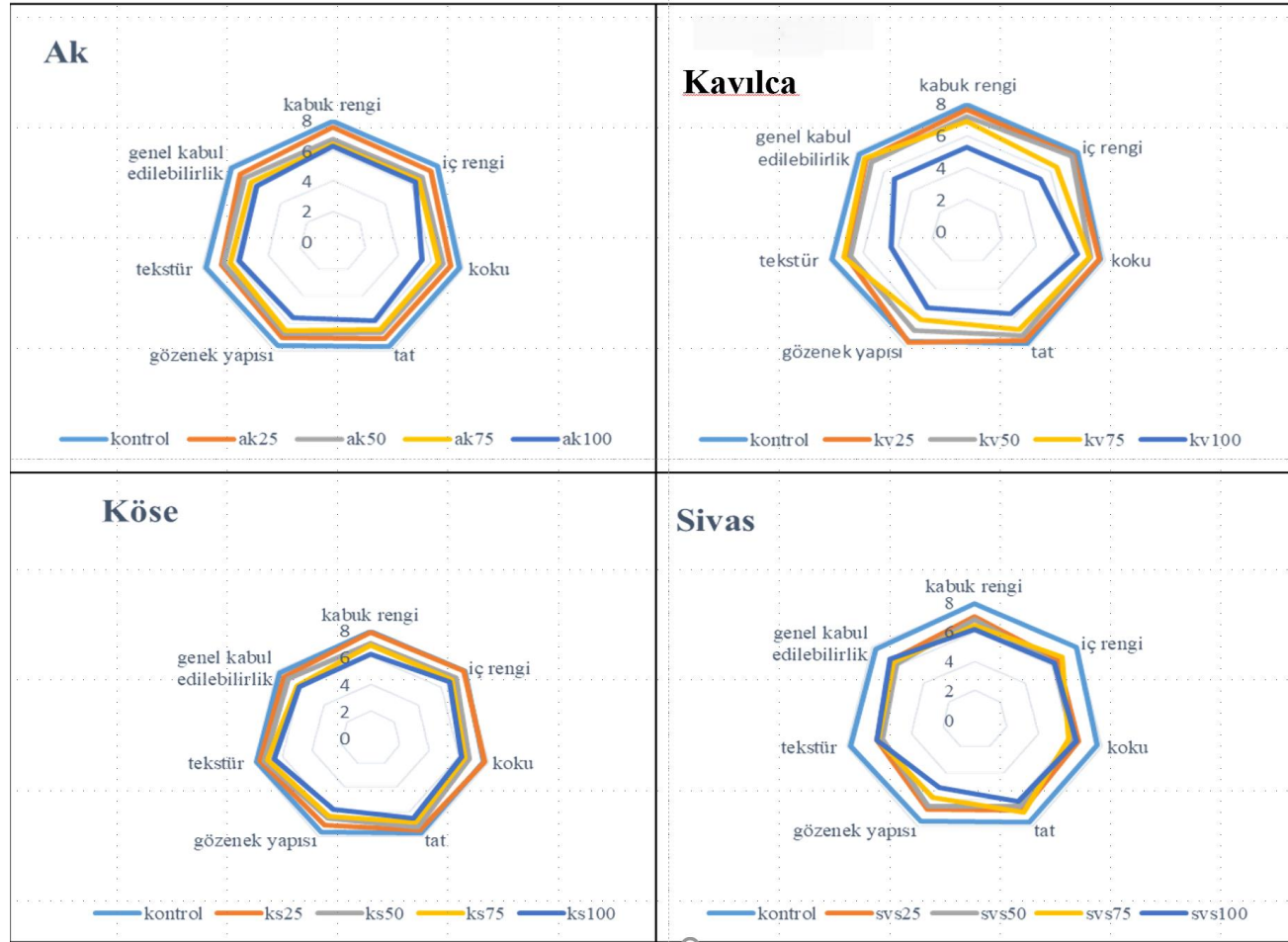
Çeşit	Katma oranı (%)	Kabuk rengi	İç rengi	Koku
Ak	0	7.93±0.37aA	7.97±0.46aA	7.72±0.35aA
	25	7.54±0.06bB	7.47±0.08bC	7.17±0.21bB
	50	6.75±0.05cB	6.81±0.11cC	6.72±0.11cB
	75	6.42±0.15dC	6.55±0.05cdBC	6.44±0.12cB
	100	6.27±0.07dA	6.25±0.05dA	5.45±0.05dD
Kavılca	0	7.93±0.37aA	7.97±0.46aA	7.72±0.35aA
	25	7.64±0.03aB	7.62±0.03abB	7.33±0.06bB
	50	7.17±0.16bA	7.53±0.03bA	7.11±0.10bA
	75	6.85±0.05bA	6.45±0.05cC	7.05±0.05bA
	100	5.25±0.08cC	5.24±0.08dC	6.37±0.33cA
Köse	0	7.93±0.37aA	7.97±0.46aA	7.72±0.35aA
	25	7.79±0.02aA	7.94±0.06aA	7.79±0.21aA
	50	7.05±0.05bA	7.22±0.21bB	6.75±0.15bB
	75	6.63±0.07cB	6.91±0.42bA	6.44±0.12bcB
	100	6.20±0.05dA	6.70±0.27bA	6.19±0.06cAB
Sivas	0	7.93±0.37aA	7.97±0.46aA	7.72±0.35aA
	25	7.05±0.05bD	6.50±0.10bcG	6.50±0.10bC
	50	6.80±0.03bB	6.25±0.05cD	6.20±0.27bC
	75	6.44±0.06cC	6.87±0.12bAB	5.90±0.10cC
	100	6.15±0.11cA	6.27±0.08cA	6.40±0.05bA
Siyez	0	7.93±0.37aA	7.97±0.46aA	7.72±0.35aA
	25	7.10±0.10bD	7.05±0.05bE	6.54±0.06bC
	50	6.07±0.07cC	5.75±0.13cdE	6.3±0.04bC
	75	5.65±0.05dE	6.05±0.19cDE	5.90±0.10cC
	100	5.33±0.07dC	5.53±0.11dBC	5.74±0.08cC
Spelt	0	7.93±0.37aA	7.97±0.46aA	7.72±0.35aA
	25	7.08±0.08bD	6.80±0.06bF	7.14±0.13bB
	50	6.70±0.10cB	6.45±0.08bcD	6.75±0.05cB
	75	6.14±0.07dD	6.25±0.05cCD	6.46±0.06cB
	100	5.64±0.11eB	5.74±0.09dB	6.10±0.10dB
Sünter	0	7.93±0.37aA	7.97±0.46aA	7.72±0.35aA
	25	7.24±0.07bC	7.21±0.04bD	7.19±0.07bB
	50	6.77±0.09cB	6.27±0.26cD	6.78±0.03cB
	75	5.50±0.07dF	5.87±0.15cdE	6.58±0.09cB
	100	5.07±0.12eD	5.60±0.60dBC	6.12±0.13dB

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p < 0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.27 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin duyuşal değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Tat	Gözenek yapısı	Tekstür	Genel kabul edilebilirlik
Ak	0	7.71±0.25aA	7.62±0.25aA	7.81±0.26aA	7.99±0.29aA
	25	7.10±0.10bD	7.04±0.06bA	6.86±0.04bC	7.12±0.11bBC
	50	6.68±0.08cC	6.77±0.06cA	6.68±0.03bBC	6.75±0.07cAB
	75	6.45±0.05cC	6.52±0.08dA	6.30±0.05cB	6.27±0.03dC
	100	5.78±0.07dD	5.54±0.08eCD	5.74±0.08dBC	5.84±0.16eBC
Kavılca	0	7.71±0.25aA	7.62±0.25aA	7.81±0.26aA	7.99±0.29aA
	25	7.55±0.05aB	7.09±0.11bA	6.97±0.41bC	7.30±0.10bABC
	50	7.15±0.05bA	6.87±0.12bA	6.77±0.21bB	6.94±0.31bA
	75	6.75±0.05cB	6.09±0.08cB	7.14±0.25bA	7.38±0.19bA
	100	5.67±0.15dDE	5.25±0.25dE	4.41±0.52cE	5.28±0.4cD
Köse	0	7.71±0.25aA	7.62±0.25aA	7.81±0.26aA	7.99±0.29aA
	25	7.47±0.42aBC	7.09±0.08bA	7.55±0.05bA	7.34±0.16bAB
	50	7.21±0.06bA	6.62±0.03cAB	7.27±0.08cA	7.02±0.18cA
	75	6.84±0.07cAB	6.40±0.05dA	7.05±0.05cA	6.21±0.05dC
	100	6.48±0.03dB	5.80±0.05eB	6.62±0.11dA	6.07±0.08dB
Sivas	0	7.71±0.25aA	7.62±0.25aA	7.81±0.26aA	7.99±0.29aA
	25	6.79±0.13bE	6.75±0.05bB	6.14±0.12bD	6.50±0.10bD
	50	6.52±0.06bcD	6.5±0.05cAB	5.82±0.08bD	6.15±0.14cD
	75	6.97±0.26cA	5.85±0.14dC	6.10±0.10bB	6.35±0.15bcC
	100	6.14±0.08dC	5.05±0.05eF	6.13±0.43bB	6.62±0.13bA
Siyez	0	7.71±0.25aA	7.62±0.25aA	7.81±0.26aA	7.99±0.29aA
	25	7.89±0.11aA	6.7±0.07bB	7.29±0.08bAB	6.99±0.29bC
	50	6.79±0.05bB	5.63±0.53cD	6.79±0.04cB	6.17±0.16cD
	75	5.79±0.03cD	5.57±0.21cD	6.12±0.11dB	5.80±0.20cdD
	100	5.52±0.04dE	5.41±0.10cDE	5.45±0.05eCD	5.57±0.16dCD
Spelt	0	7.71±0.25aA	7.62±0.25aA	7.81±0.26aA	7.99±0.29aA
	25	6.31±0.06dF	6.55±0.05bC	7.07±0.08bBC	6.06±0.34cE
	50	6.51±0.05cdD	6.25±0.05cBC	6.55±0.05cC	6.38±0.14bcCD
	75	6.75±0.13cB	6.14±0.13cB	6.2±0.05dB	6.94±0.24bB
	100	7.40±0.20bA	5.61±0.04dBC	5.81±0.06eBC	6.07±0.46cB
Sünter	0	7.71±0.25aA	7.62±0.25aA	7.81±0.26aA	7.99±0.29aA
	25	7.20±0.05bCD	6.71±0.12bB	7.10±0.10bBC	7.59±0.08bA
	50	6.74±0.07cBC	5.99±0.19cCD	6.53±0.14cC	6.58±0.09cBC
	75	6.40±0.10dC	5.66±0.08dCD	6.22±0.08dB	6.32±0.04dC
	100	6.11±0.11eC	6.59±0.08bA	5.25±0.05eD	5.27±0.09eD

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).



Şekil 4.1 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin polar koordinat grafiği



Şekil 4.2 Tosunbey buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan ekmeklerin polar koordinat grafiği

Ekmeklerin genel kabul edilebilirlik puanları bakımından %100 tam buğday unu içeren ekmeklerde en beğenilen Sivas çeşidinden yapılan ekmekler olurken (6.62) en az beğenilen Kavılca (5.28) ve Sünter (5.27) çeşitlerinden yapılan ekmekler olmuştur. Ekmeklerin genel kabuledilebilirlik puanları değerlendirildiğinde %25 tam buğday unu katkısı ile yapılan ekmeklerde en beğenilen Sünter (7.59) çeşidinden yapılan ekmekler olurken en az beğenilen Spelt (6.06) çeşidinden yapılan ekmekler olduğu bulunmuştur.

Tosunbey buğday unundan yapılan ekmeklerin kabuk rengi, iç rengi, koku, tat, gözenek yapısı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik puanları, sırasıyla 7.93, 7.97, 7.72, 7.71, 7.62, 7.81, 7.99 olmuştur.

Şekil 4.1’de Spelt çeşidine ait karışımlardan yapılan ekmeklerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde tat açısından %100 tam buğday katkılı ekmeklerin kontrol örneğine yakın puanlar aldığı görülmektedir. Kavılca çeşidine ait karışımlardan yapılan ekmeklerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde ise kabuk ve iç rengi ve tat açısından %25 tam buğday katkılı ekmeklerin kontrol örneğine yakın puanlar aldığı görülmektedir. Köse çeşidine ait çeşidine ait karışımlardan yapılan ekmeklerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde ise kabuk ve iç rengi, tat ve koku açısından %25 tam buğday katkılı ekmeklerin kontrol örneğine yakın puanlar aldığı görülmektedir.

Lomolino vd (2017) tarafından yapılan çalışmada Siyez (*Triticum monococcum*) ve ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) unundan yapılan ekmeklerin duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada Siyez çeşidinden yapılan ekmekler tat, renk ve sertlik bakımından ekmeklik buğday unundan yapılan ekmeklere göre daha çok beğenilmiştir. Ancak aynı çalışmada ekmeklik buğdaydan yapılan ekmeklerin genel kabul edilebilirlik puanları (6.2) Siyez buğday unundan yapılan ekmeklere (5.4) göre daha yüksek olmuştur.

Coda vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada Spelt, emmer ve ekmeklik buğday unundan yapılan ekmeklerin duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada renk

bakımından Spelt ve emmer (Kavılca) buğday unundan yapılan ekmeklere panelistler tarafından aynı puan verilirken (7.5) ekmeklik buğday unundan yapılan ekmeklere daha düşük (6.1) puan verilmiştir. Aynı çalışmada ekmeklik (6.0) ve emmer (Kavılca) (6.0) buğday unundan yapılan ekmekler tat bakımından Spelt (5.5) buğday unundan yapılan ekmeklere göre daha çok beğenilmiştir.

#### **4.5 Bayraktar 2000 Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Bisküvilerin Teknolojik Özellikleri**

##### **4.5.1 Bisküvilerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri**

Bayraktar ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin çap, kalınlık, yayılma oranı ile sertlik değerleri çizelge 4.28’de verilmiştir. Bisküvinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesinde önemli parametrelerden bir tanesi bisküvi çapı olup genellikle bisküvi çapının geniş olması istenmektedir.

Çizelge 4.28’de görüldüğü gibi Ak buğday çeşidi dışındaki buğday çeşitlerinden yapılan bisküvilerde tam buğday oranı arttıkça bisküvi çapının önemli bir düzeyde azaldığı görülmüştür ( $p<0.05$ ). Katma oranının artmasıyla meydana gelen bu artış buğdayın kepeğinde yoğunlaşan diyet liflerin suyu bünyelerinde hapsedmeleri dolayısıyla hamurun vizkozitesinin artması sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Bisküvi örneklerinin çapları 63.46–74.97 mm, kalınlıkları 8.64–15.00 mm arasında değişmektedir. En yüksek çap değeri kontrol örneğinden 70.80 mm, en düşük çap değeri ise yerel buğday çeşidi olan Sünter buğday çeşidinin %100 tam buğday unu kullanılarak yapılan bisküvi örneklerinden (66.39 mm) elde edilmiştir.

Bisküvinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesinde önemli parametrelerden bir diğeri ise çapın kalınlığa bölünmesiyle elde edilen yayılma oranı olup tam buğday unu katkısının artması ile yayılma oranının düştüğü görülmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.28 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Çap (W, mm)	Kalınlık (T, mm)	Yayılma oranı (W/T)	Sertlik değeri (F kg)
Ak	0	74.27±0.41aA	8.72±0.10 cA	8.52±0.06aA	3.56±0.04eA
	25	73.03±0.44aA	9.43±0.21bB	7.76±0.20 bC	4.59±0.15dC
	50	72.31±0.36aA	9.67±0.17abBC	7.49±0.17bcD	5.83±0.08cD
	75	71.87±1.04aA	9.79±0.19aA	7.35±0.24cA	6.23±0.19bE
	100	70.63±0.76aA	9.76±0.15aC	7.24±0.12cA	7.53±0.07aE
Kavılca	0	74.28±0.41aA	8.72±0.10cA	8.52±0.06aA	3.56±0.04eA
	25	73.95±0.61aA	9.13±0.24cCD	8.11±0.15bB	3.91±0.05dE
	50	73.93±0.72aA	9.57±0.16bBCD	7.74±0.06cC	4.16±0.08cF
	75	71.66±0.49bA	10.30±0.29aA	6.97±0.22dA	4.58±0.15bF
	100	69.99±0.92cA	10.46±0.29aB	6.70±0.18eB	4.91±0.07aF
Köse	0	74.28±0.41aA	8.72±0.10dA	8.52±0.06aA	3.56±0.04dA
	25	73.05±0.66aA	9.37±0.14cBC	7.81±0.18bC	6.49±0.44cA
	50	70.19±0.35bA	10.21±0.25bA	6.89±0.14cF	9.25±0.12bA
	75	69.12±1.27bCD	10.27±0.34bA	6.74±0.10cA	9.55±0.15bA
	100	67.75±0.4cB	10.90±0.09aA	6.22±0.02dC	11.9±0.29aA
Sivas	0	74.28±0.41aA	8.72±0.10dA	8.52±0.06aA	3.56±0.04eA
	25	73.76±0.11aA	9.34±0.03cBC	7.83±0.05bC	5.42±0.15dB
	50	71.30±0.51bA	9.47±0.03cCD	7.58±0.05cCD	6.13±0.06cC
	75	70.22±0.62cBC	9.79±0.17bA	7.18±0.19dA	7.33±0.35bC
	100	69.97±0.64cA	10.39±0.17aB	6.75±0.16eB	8.25±0.21aC
Siyez	0	74.28±0.41aA	8.72±0.10dA	8.52±0.06 aA	3.56±0.04eA
	25	73.92±0.68aA	8.98±0.01cD	8.24±0.15bAB	4.16±0.12dD
	50	72.34±0.89bA	9.25±0.03bD	8.08±0.16 bB	6.22±0.03 cBC
	75	71.11±0.15cAB	9.84±0.23aA	7.22±0.17cA	8.23±0.11bB
	100	70.18±0.43cA	9.85±0.18aC	7.14±0.09cA	9.20±0.15aB
Spelt	0	74.28±0.41aA	8.72±0.10cA	8.52±0.06aA	3.56±0.04eA
	25	72.03±0.39bA	9.83±0.17bA	7.33±0.16bD	4.26±0.26dCD
	50	70.80±0.78cA	9.85±0.37bB	7.20±0.23bE	5.47±0.31cE
	75	68.36±0.41dD	10.20±0.35bA	6.71±0.25cA	6.85±0.22bD
	100	66.4±0.54eCD	11.14±0.02aA	5.97±0.05dD	7.54±0.14aE
Sünter	0	74.28±0.41aA	8.72±0.10bA	8.52±0.06aA	3.56±0.04dA
	25	71.94±0.02bA	8.54±0.15bE	8.43±0.15aA	3.59±0.03dE
	50	71.87±0.75bA	8.60±0.17bE	8.37±0.08aA	6.48±0.23cB
	75	68.94±0.32cD	9.16±0.12aA	7.53±0.07bA	7.01±0.15bCD
	100	67.09±0.12dBC	9.42±0.17aD	7.14±0.14cA	7.96±0.06aD

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Yayılma oranı bakımından en yüksek değer %100 tam buğday unu içeren Ak, Sünter ve Siyez buğday çeşitlerinden elde edilen bisküvilerde görülürken en düşük değer ise Spelt buğday çeşitinin %100 tam buğday unu kullanılarak yapılan bisküvilerden elde edilmiştir.

Çizelge 4.28'de görüldüğü gibi Ak ve Siyez buğday çeşitlerinden yapılan bisküvilerin farklı katma oranlarındaki yayılma oranı değerlerine bakıldığında %25-50 ve %75 - 100 katma oranlarındaki fark önemsiz bulunmuştur. Gujral vd. (2013) farklı kepeklerin (buğday ve pirinç) bisküvi kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında kepek ilavesi ile bisküvilerin yayılma oranlarının azaldığını belirtmişlerdir.

Sertlik değeri bakımından en yüksek değer %100 tam buğday unu içeren Köse (11. 9 kg) buğday eşitinden elde edilen bisküvilerde görülürken en düşük değer ise Kavuzlu buğdaylardan biri olan Kavılca (4.9 kg) buğday çeşitinin %100 tam buğday unu kullanılarak yapılan bisküvilerden elde edilmiştir.

Köse buğday eşitinden yapılan bisküvilerin farklı katma oranlarındaki sertlik değerlerine bakıldığında %50 ile %100 katma oranlarındaki sertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yerel bir çeşit olan Sünter buğday eşitinden yapılan bisküvilerin farklı katma oranlarındaki sertlik değerlerine bakıldığında ise %25 katma oranı ile kontrol örneğinin sertlik değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür.

Buğday kepeğinde bulunan pentozan gibi yüksek ağırlıklı moleküller bisküvi hamurunun su baglama kapasitesini arttırmakta dolayısıyla hamurun reolojik özelliklerini etkilemektedir (Faridi vd. 1995). Benzer şekilde Demir (2014) de tam buğday ununun bisküvi üretiminde farklı oranlarda kullanılmasının bisküvi yayılma oranı üzerinde önemli etkisinin olduğunu ve %100 tam buğday unu kullanılmasının bisküvilerin çap ve yayılma oranlarını önemli derecede düşürdüklerini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada bisküvilerin sertlik değerinin 44.01- 59.38 N arasında değiştiği görülürken %100 tam buğday unu ile yapılan bisküvilerin en sert bisküviler olduğu bulunmuştur.

Saka vd (2020) farklı partikül (200, 400 ve 850 µm) ve değişik oranlarda (% 0, 5, 10, 15, 20) bulgur kepeği katkısı ile yaptıkları bisküvilerde bisküvilerin fiziksel özelliklerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar bulgur kepeği katkısına bağlı olarak bisküvilerin kalınlıklarının ve sertlik değerlerinin arttığını, çaplarının ve yayılma oranlarının ise düştüğünü ifade etmişlerdir. Çalışmada yapılan bisküvilerin çap değerleri 63.46-74.97 mm, kalınlık değerleri 8.64-15.00 mm, yayılma oranları 4.23-8.68 ve sertlik değerleri 1.99-7.19 kg arasında değişim göstermiştir.

Sudha vd. (2007) ise farklı tahıl (buğday, arpa, yulaf, pirinç) kepeklerinin bisküvi kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada buğday kepeği katma oranına bağlı olarak sertlik değerlerinin arttığı belirtilmiş ve sertlik değerinin rafine buğday unundan yapılmış bisküvilerde 1.34 g iken tam buğday unu ilavesi ile yapılan bisküvilerde 1.38-2.11 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Hidalgo vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada rafine buğday unu (Blasco) ile yapılan bisküvilere göre rafine Siyez unları (Monlis, ID1395) ile yapılan bisküvilerin sertlik değerlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada en yüksek bisküvi sertliğinin rafine Siyez buğday unu (ID1395) kullanılarak yapılan bisküvilerde (38.7 N) görülürken en düşük bisküvi sertliğine ise rafine Siyez buğday unu (Monlis) kullanılarak yapılan bisküvilerde (27.1 N) görüldüğü belirtilmiş olup bunun rafine Siyez buğday ununun (Monlis) yüksek nem içeceğinden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir.

#### **4.5.2 Bisküvilerin renk değerleri**

Bayraktar rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu buğday tam unları katılarak yapılan bisküvilerin L\*(parlaklık), a\*(kırmızılık), b\*(sarılık) ve  $\Delta E^*$  değerleri çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29'da görüldüğü gibi bisküvilerde tam buğday unu katkısının artması ile L\*(parlaklık) değeri azalmış, a\*(kırmızı) ve b\*(sarılık) değeri ise artmıştır. Bu artış ve

azalışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kontrol örneğinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 76.40, 5.04 ve 28.70 olarak bulunmuştur. Örneklerin  $L^*$ , değerindeki artış ve azalışların kullanılan yerel ve kavuzlu buğdayların kendilerine özgü renk farklılıklarının bir sonucu olduğu söylenebilir. Ayrıca tam buğday unu katkısının artan oranlarda kullanılması bisküvilerin rengine koyulaşmaya yani daha düşük  $L^*$  değerine neden olmuştur. Literatürde de buğday kepeği katılarak zenginleştirilen farklı ürün gruplarında buğday kepeği katkısının son ürün renklerini etkilediği ve ürünlerin daha koyu ve kırmızı olduğu belirtilmiştir (Özkaya vd. 2018, Yılmaz ve Koca 2020, Cankurtaran Kömürcü vd. 2022). Bisküvilerde en yüksek  $L^*$  değeri kontrol örneğinde görülürken en yüksek  $b^*$  değeri ise %100 Köse buğday çeşidinden yapılan bisküvi örneklerinde görülmüştür. %25 katma oranında Köse buğday çeşidinden yapılan bisküviler ile kontrol örneklerinin  $L^*$  değeri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

%50, 75 ve 100 katma oranlarında tüm çeşitlere ait yapılan bisküvilerde  $a^*$  değeri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). %25 katma oranında yapılan bisküvilerin  $a^*$  değeri açısından buğday çeşitlerinden Köse buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde en yüksek  $a^*$  değeri (7.8), en düşük  $a^*$  değeri ise, yerel buğday çeşitlerinden Sünter'den yapılan bisküvilerde (6.7) görülmüştür.

Tüm katma oranlarında kavuzlu buğdaylardan Kavılca ve yerel buğdaylardan Sivas buğday çeşitlerinden yapılan bisküvilerde  $b^*$  değeri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). %25 katma oranında Siyez buğday çeşidinden yapılan bisküviler ile kontrol örneklerinin  $b^*$  değeri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

%100 katma oranında tüm çeşitlerden yapılan bisküvilerde  $b^*$  değeri 30.2 ile 34.0 arasında değişim gösterirken Köse, Siyez ve Sünter buğday çeşidinden yapılan bisküvilerin  $b^*$  değerlerinin diğer çeşitlerden yapılan bisküvilerin  $b^*$  değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Siyez buğday çeşidinden üretilmiş bisküvilerde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 60.5-66.3, 6.8-8.3 ve 28.4-30.5 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.29 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin renk değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	L*	a*	b*	ΔE*
Ak	0	76.40± 0.20aA	5.04± 0.11dA	28.66±0.16dA	-
	25	66.90±0.30cD	7.45±0.14cAB	30.71± 0.65cB	10.70± 0.44cA
	50	65.06± 0.37cB	7.87± 0.12bA	31.44± 0.24bB	9.53± 0.38dB
	75	65.18±0.61bC	8.22± 0.26bA	31.93±0.14abC	12.00± 0.60bB
	100	64.16±0.64dA	8.71± 0.30aA	32.15± 0.14aB	12.99±0.40aBC
Kavılca	0	76.40± 0.20aA	5.04± 0.11cA	28.66± 0.16bA	-
	25	72.25±1.62bA	4.63± 0.50cD	27.34± 0.90bC	4.46± 1.69dE
	50	70.69±1.64bA	7.38± 0.32bA	28.57± 1.39bC	5.86± 1.77cC
	75	66.37±0.72cA	8.04± 0.69abA	29.91± 0.44aD	9.97± 0.45bC
	100	65.10±1.14cA	8.92± 0.75aA	30.20± 0.95aC	12.58± 0.56aC
Köse	0	76.4± 0.20aA	5.04± 0.11dA	28.66± 0.16dA	-
	25	70.27±0.76bB	7.81± 0.14cA	31.59±0.35cAB	7.09± 0.98dD
	50	68.15±0.12cB	8.02± 0.49bcA	32.95± 0.58bA	9.52± 0.37cB
	75	66.09±0.22dA	8.40± 0.36bA	33.86± 0.54aA	11.82±0.37bB
	100	64.20± 0.18eA	9.08± 0.15aA	34.01± 0.16aA	13.68± 0.22aB
Sivas	0	76.40± 0.20aA	5.04± 0.11dA	28.66± 0.16aA	-
	25	68.17±0.46bC	6.88±0.29cBC	27.98± 1.23aC	8.40± 0.48dCD
	50	62.93±0.25cC	7.76± 0.16bA	29.38± 0.39aC	13.68±0.26cA
	75	60.79±0.32dC	8.16± 0.37abA	29.98± 0.08aD	15.89±0.25bA
	100	58.90± 0.52eB	8.52± 0.08aA	30.72± 0.13aC	17.87± 0.50aA
Siyez	0	76.40± 0.20aA	5.04± 0.11dA	28.66± 0.16cA	-
	25	66.29± 0.40bD	6.70± 0.32cC	31.59±0.96bAB	10.51±0.09dAB
	50	63.60± 0.17cC	8.11± 0.04bA	32.87± 0.19aA	13.71± 0.13cA
	75	62.17±1.42dB	8.41± 0.25abA	33.11± 0.20aB	15.40± 0.85bA
	100	59.30± 0.53eB	8.61± 0.18aA	33.66± 0.31aA	18.10± 0.51aA
Spelt	0	76.40± 0.20aA	5.04± 0.11cA	28.66± 0.16dA	-
	25	70.27± 0.76bB	7.46±0.74bAB	32.22± 0.89cA	7.39± 1.05dCD
	50	68.15±0.12cA	7.57± 0.52bA	32.95±0.58bcA	9.53± 0.37cB
	75	66.09±0.22dA	8.11± 0.36abA	33.86±0.54abA	11.83± 0.37bB
	100	64.20± 0.18eA	8.69± 0.24aA	34.00± 0.16aA	13.19± 0.66aBC
Sünter	0	76.40± 0.20aA	5.04± 0.11eA	28.66± 0.16dA	-
	25	68.80 ± 0.27bC	6.70±0.32dC	31.33±0.65cAB	8.88± 1.20dBC
	50	63.63±0.09cC	7.74± 0.13cA	31.85±0.09cAB	13.34± 0.07cA
	75	61.51±0.72dBC	8.10± 0.05bA	32.81± 0.17bB	15.65± 0.67bA
	100	59.29± 0.52eB	8.50± 0.16aA	33.66± 0.30aA	17.98± 0.54aA

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Çalışmada kullanılan tüm buğday çeşitlerinden elde edilen tam unların katma oranındaki artışa bağlı olarak  $\Delta E^*$  değerinin arttığı ve şahit örnekle olan renk farklılığının en fazla %100 katma oranında Sünter ve Sivas buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde olduğu görülmüştür.

Nakov vd. (2018), rafine buğday ununa farklı oranlarda (%30, 50, 70 ve %100) Siyez tam buğday unları kullanılarak yapılan bisküvilerde  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin kontrol örneklerine göre arttığını ve bunun nedeninin Siyez buğdayının bir karatoneid olan lutein içeriğinden olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada kontrol örneğinin  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla, -2.7, 18.9 bulunurken %100 Siyez tam buğday unundan üretilmiş bisküvilerde  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 9.0 ve 27.6 tespit edilmiştir.

Cankurtaran Kömürcü (2022) yaptıkları çalışmada ürettikleri gevreklerin içeriklerini zenginleştirmek amacıyla farklı buğday çeşitlerinden Kavılca ve Siyez buğdaylarının tam buğday unlarını farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) kullanmışlardır. Araştırmacılar Siyez ve Kavılca buğday çeşidinin tam buğday unundan yapılan gevreklerin rafine buğday unundan yapılan gevreklerle göre daha kırmızı ve sarı olduklarını ifade etmişlerdir. Bunun nedenini ise hammadde renk farklılıkları ve proteinler ile indirgen şekerler arasındaki mailard reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

#### **4.6 Bayraktar 2000 Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Bisküvilerin Fonksiyonel Özellikleri**

##### **4.6.1 Bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri**

Bayraktar rafine buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri çizelge 4.30'da verilmiştir.

Bayraktar rafine buğday unundan yapılan bisküvilerin toplam fenolik madde miktarı 325.70 mg GAE/kg, toplam antioksidan aktivite değeri ise 59.45  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı bisküvilerin toplam fenolik madde miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kavuzlu buğdaylardan Kavılca tam buğday unu %75 oranında katıldığında bisküvilerin toplam fenolik madde miktarını kontrol örneğine (325.70 mg GAE/kg) göre iki katından daha fazla (806.18 mg GAE/kg) arttırmıştır.

Benzer şekilde Nakov vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada rafine bisküvilik un farklı oranlarda (%0, 30, 50, 70, 100) tam Siyez unu ile zenginleştirilmiş ve bu un karışımlarından bisküvi üretilmiştir. Çalışmada toplam fenolik madde miktarının %100 Siyez unu katkılı bisküvilerde 1.47 mg GAE/g olduğu ve bisküvilerde tam Siyez unu katma oranının artmasıyla toplam fenolik madde miktarının arttığı ifade edilmiştir.

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı bisküvilerin toplam antioksidan aktivite miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Kavuzlu buğdaylardan Kavılca tam buğday unundan yapılan bisküvilerin antioksidan aktivitesi en yüksek (331.98  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ ), Ak tam buğday unundan yapılan bisküvilerde ise en düşük antioksidan aktivite değeri 220.89  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  bulunmuştur. Çalışmada kullanılan tüm buğday çeşitlerinin tam unlarının %100 oranında kullanılması, yapılan bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerini kontrol örneğine göre yaklaşık 4 kat arttırmıştır.

Çalışmada kullanılan kavuzlu çeşitlerden Spelt tam buğday unundan yapılan bisküvilerin toplam antioksidan aktivite değerinin, Siyez tam buğday unundan yapılanlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Demir (2014) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80, 100) tam buğday unu ikamesi ile bisküvi yapılmıştır.

Çizelge 4.30 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite değerleri\*

Çeşit	Katma oranı (%)	Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg)	Toplam antioksidan aktivite değeri (µmol TE/100g)
Ak	0	325.70±18.89eA	59.45±2.96eA
	25	368.20±17.98dDE	79.56±3.92dE
	50	475.00±32.14cC	101.27±3.34cE
	75	541.18±34.04bD	125.97±3.97bD
	100	645.09±4.06aE	220.89±7.54aF
Kavılca	0	325.70±18.89eA	59.45±2.96eA
	25	499.19±11.04dA	153.40±4.35dA
	50	628.90±14.38cA	172.64±3.60cA
	75	806.18±85.27bA	196.91±12.24bA
	100	923.94±24.88aA	331.99±4.34aA
Köse	0	325.70±18.89eA	59.45±2.96eA
	25	419.91±18.29dC	88.55±3.71dCD
	50	571.31±19.34cB	113.06±4.20cD
	75	714.76±11.05bBC	159.05±2.74 bBC
	100	818.76±29.32aC	253.54±1.41aD
Sivas	0	325.70±18.89eA	59.45±2.96eA
	25	386.13±13.18dD	83.40±3.50dDE
	50	560.49±14.68cB	106.88±3.37cDE
	75	689.27±10.39bBC	149.95±6.78bC
	100	760.50±23.03aD	249.64±3.83aD
Siyez	0	325.70±18.89eA	59.45±2.96eA
	25	458.24±11.28dB	92.47±3.30dC
	50	594.77±2.57cAB	120.40±3.32cC
	75	743.94±12.15bAB	162.98±3.39bB
	100	838.50±5.82aC	283.67±3.75aC
Spelt	0	325.70±18.89eA	59.45±2.96 eA
	25	449.64±16.78dB	103.21±3.32dB
	50	624.21±21.51cA	133.26±2.73cB
	75	750.82±13.43bAB	163.45±3.27bB
	100	874.41±17.53aB	317.72±1.86aB
Sünter	0	325.70±18.89eA	59.45±2.96eA
	25	360.63±17.44dE	80.83±2.89dE
	50	496.62±21.34cC	103.50±6.53cE
	75	668.01±15.92bC	136.06±3.45bD
	100	751.84±5.06aD	238.11±6.08aE

\*Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Çalışmada yapılan bisküvilerin toplam fenolik madde miktarı 813.46-1333 µg GAE/g aralığında değişim göstermiş olup tam buğday unu artışına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarının da arttığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada tam buğday unu içermeyen kontrol grubu bisküvilerin toplam fenolik madde miktarı ise 713.68 µg GAE/g bulunmuştur.

Levent (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise geleneksel erişte formülasyonunda kullanılan buğday unu %0, 20, 40, 60, 80 ve 100 oranında einkorn (Siyez) tam unu ile yer değiştirilerek yapılan eriştelerin toplam fenolik madde miktarları 764-1209 mg GAE/kg, antioksidan aktivite değerleri %25.48 -55.81 arasında değişim göstermiş olup Siyez tam unu katkısı artıkça fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada Siyez tam unu içermeyen kontrol örneklerinin toplam fenolik madde miktarı 641.36 mg GAE/kg ve antioksidan aktivite değerinin %18.39 olduğu belirtilmiştir.

Cankurtaran (2023) farklı tahıl gruplarını (kinoa, amarant ve karabuğday) ve eski buğday (Spelt, Siyez ve Kavılca) çeşitlerini gevrek üretiminde kullanarak gevreklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada eski tam buğday unu içermeyen kontrol grubu gevreklerin fenolik madde miktarı 4884.91mg GAE/kg ve antioksidan aktivite değerinin 202.05 mg TE/kg olduğu belirtilmiştir.

Çalışmada %100 Siyez, Spelt ve Kavılca tam unundan üretilmiş gevreklerin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 6004.14, 6409.29, 7189.45 GAE/kg, DPHH yönteminin kullanıldığı toplam antioksidan aktivite değerleri ise sırasıyla 476.82, 446.02, 592.92 mg TE/kg olarak bulunmuştur.

#### **4.6.2 Bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları**

Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bayraktar rafine buğday unundan yapılan bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları sırasıyla %0.61, 0.96 ve 1.57 olarak bulunmuştur.

Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı bisküvilerin çözünen diyet lif miktarı %0.61-1.83, çözünmeyen diyet lif miktarı %1.97-10.07 ve toplam diyet lif miktarı %1.89-11.70 arasında değişim göstermiştir. Buğday kepeği diyet lif bakımından oldukça zengin olduğundan tam buğday unu katkısının artması bisküvilerde çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını önemli miktarda arttırmıştır.

%100 oranında yapılan bisküvilerde çözünen diyet lif miktarı bakımından Spelt çeşidi (%1.83) en yüksek, Siyez çeşidi (%1.18) en düşük değer görülmüştür. %100 oranında yapılan bisküvilerde çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları bakımından en yüksek değerler Kavılca örneklerinde (sırasıyla %10.07, 11.70), en düşük Siyez örneklerinde (sırasıyla, %5.09-6.62) görülmüştür.

Saka vd. (2020) diyet lif kaynağı olarak bulgur kepeğinin farklı partiküllerde (200, 400 ve 850  $\mu\text{m}$ ) kullanıldığı çalışmada, bulgur kepeği (%0, 5, 10, 15 ve 20) rafine buğday ununa katılarak bisküviler üretilmiş ve katkı oranının artmasıyla birlikte çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarının arttığı belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarının 850  $\mu\text{m}$  partikül çapı ve %20 kepek katkısında sırasıyla %0.70, %10.30 ve %11.0 olduğu bulunmuştur.

Sudha vd. (2007) farklı tahıl (buğday, arpa, yulaf, pirinç) kepeklerinin bisküvi kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada ise %20 buğday kepeği katılarak yapılan bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını sırasıyla %2, %4.9 ve %6.9 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada buğday kepeği içermeyen kontrol grubu bisküvilerde ise çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları sırasıyla %1.2, %0.4 ve %1.6 bulunmuştur.

Çizelge 4.31 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları\*(%)

Çeşit	Katma oranı (%)	SDF	IDF	TDF
Ak	0	0.61±0.06 eA	0.96±0.05 eA	1.57±0.10 eA
	25	0.97±0.02 dA	1.97±0.06 dE	2.93±0.05 dD
	50	1.51±0.07 cA	4.74±0.07 cBC	6.24±0.01 cA
	75	1.66±0.03 bA	6.14±0.03 bD	7.80±0.06 bD
	100	1.77±0.01 aAB	9.12±0.05 aC	10.88±0.05 aC
Kavılca	0	0.61±0.06 dA	0.96±0.05 eA	1.57±0.10 eA
	25	0.97±0.04 cA	2.63±0.06 dB	3.59±0.03 dB
	50	1.22±0.05 bBC	5.04±0.07 cA	6.26±0.03 cA
	75	1.56±0.05 aB	6.51±0.02 bC	8.06±0.03 bC
	100	1.64±0.03 aC	10.07±0.04 aA	11.7±0.01 aA
Köse	0	0.61±0.06 eA	0.96±0.05 eA	1.57±0.10 eA
	25	0.83±0.03 dB	2.14±0.05 dD	2.97±0.02 dD
	50	1.08±0.02 cD	4.85±0.06 cB	5.93±0.07 cB
	75	1.31±0.03 bD	6.41±0.03 bC	7.71±0.01 bD
	100	1.42±0.04 aE	9.15±0.03 aC	10.57±0.01 aD
Sivas	0	0.61±0.06 dA	0.96±0.05 eA	1.57±0.10 eA
	25	0.63±0.05 dD	1.82±0.02 dF	2.44±0.07 dE
	50	1.06±0.05 cD	4.77±0.04 cB	5.83±0.01 cB
	75	1.58±0.02 bB	5.88±0.08 bE	7.46±0.06 bE
	100	1.71±0.03 aB	8.46±0.07 aD	10.17±0.09 aE
Siyez	0	0.61±0.06 dA	0.96±0.05 eA	1.57±0.10 eA
	25	0.75±0.05 cC	1.15±0.02 dG	1.89±0.03 dF
	50	1.10±0.01 bD	1.84±0.11 cD	2.93±0.10 cC
	75	1.18±0.02 bE	3.71±0.06 bF	4.88±0.05 bF
	100	1.53±0.03 aD	5.09±0.06 aE	6.62±0.04 aF
Spelt	0	0.61±0.06 dA	0.96±0.05 eA	1.57±0.10 eA
	25	0.99±0.05 cA	2.74±0.03 dA	3.72±0.07 dB
	50	1.31±0.02 bB	4.62±0.07 cC	5.92±0.08 cA
	75	1.40±0.04 bC	8.31±0.03 bA	9.70±0.01 bA
	100	1.83±0.04 aA	9.85±0.06 aB	11.68±0.10aA
Sünter	0	0.61±0.06 eA	0.96±0.05 eA	1.57±0.10 eA
	25	0.93±0.02 dA	2.36±0.07 dC	3.29±0.05 dC
	50	1.14±0.04 cCD	4.73±0.02 cBC	5.87±0.05 cB
	75	1.34±0.01 bCD	6.92±0.07 bB	8.26±0.07 bB
	100	1.51±0.04 aD	9.87±0.02 aB	11.38±0.03aB

\*Kuru madde üzerinden verilmiştir. SDF: Çözünür diyet lif, IDF: Çözünmeyen diyet lif, TDF: Toplam diyet lif. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

#### 4.6.3 Bisküvilerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları

Bayraktar ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun % olarak fitat fosforu çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı bisküvilerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Çizelgede görüldüğü gibi tam buğday unu katkısı olmayan bisküvinin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları sırasıyla 81.71 mg/100g, 23.00 mg/100g, 53.43 mg/100g bulunmuştur.

%100 oranında tam buğday unu katkılı bisküvilerde en yüksek fitik asit miktarı Sivas çeşidinden yapılan bisküvilerde (511.81 mg/100g) görülürken en düşük fitik asit miktarı Spelt buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde (318.48 mg/100g) görülmektedir. Literatürde Spelt buğday çeşidinin fitik asit miktarının ekmeklik buğdaya göre yaklaşık %40 düşük olduğu bu nedenle de bisküvi gibi tatlı fırıncılık ürünlerinde kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir (Rubail Mendieta vd. 2002).

Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı bisküvilerin fitik asit ve fitat fosforu miktarları %25 oranında en düşük, %100 oranında ise en yüksek değerler görülmektedir. Fitik asit bileşikleri tanenin alöron ve perikarp kısmında yoğunlaşırken çok az bir kısmı embriyoda bulunmaktadır (Özkaya, 2004). Bu bilgi değerlendirildiğinde oran artışı ile bisküvilerin fitik asit ve fitat fosforu miktarının artması beklenen bir sonuç olarak görülmektedir.

Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı bisküvilerin toplam fosfor miktarları değerlendirildiğinde %100 oranında Ak buğday çeşidinden yapılmış bisküvilerde 218.36 mg/100g görülürken en düşük toplam fosfor miktarı %100 oranında Spelt buğday çeşidinden yapılmış bisküvilerde 172.53 mg/100g bulunmuştur.

Çizelge 4.32 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun % si olarak fitat fosforu değerleri\*

Çeşit	Katma Oranı (%)	Fitik asit (mg/100g)	Fitat fosforu (mg/100g)	Toplam fosfor (mg/100g)	Toplam fosforun % olarak fitat fosforu
Ak	0	81.71±1.76eA	23.00±0.50eA	53.43±0.75eA	43.07±0.57eA
	25	181.33±1.76dB	51.06±0.50dB	134.28±2.14dA	38.04±0.93dC
	50	296.69±1.75cB	83.54±0.50cB	150.16±1.22cA	49.06±0.63cB
	75	367.00±3.03bB	103.34±0.86bB	170.32±2.09bA	60.69±0.95bA
	100	482.56±1.76aB	135.87±0.50aB	218.36±0.30aA	62.23±0.21aC
Kavılca	0	81.71±1.76eA	23.00±0.50eA	53.43±0.75eA	43.07±0.57dA
	25	124.58±1.54dE	35.08±0.44dE	91.70±0.69dE	38.27±0.60eC
	50	191.59±1.76cE	53.95±0.50cE	122.80±1.23cE	43.94±0.20cD
	75	261.98±3.04bE	73.77±0.86bE	158.74±0.88bC	46.48±0.32aD
	100	331.28±1.77aE	93.28±0.50aE	206.34±1.24aB	45.21±0.50bF
Köse	0	81.71±1.76eA	23.00±0.50eA	53.43±0.75eA	43.07±0.57dA
	25	153.35±4.64dD	43.75±2.27dCD	91.56±1.90dE	47.83±3.36cA
	50	205.19±3.06cD	57.78±0.86cD	125.71±2.07cD	45.97±0.27cC
	75	327.16±3.06bD	92.12±0.86bD	169.74±2.52bB	54.29±0.98bB
	100	418.45±1.52aD	117.82±0.43aD	197.27±0.88aD	59.74±0.11aD
Sivas	0	81.71±1.76eA	23.00±0.50eA	53.43±0.75eA	43.07±0.57eA
	25	212.12±4.66dA	59.73±1.32dA	129.14±0.24dB	46.26±1.02dA
	50	326.64±1.52cA	91.97±0.43cA	136.56±0.19cC	67.36±0.41bA
	75	375.98±3.06bA	105.87±0.86bA	171.60±5.52bB	61.73±1.61cA
	100	511.81±1.53aA	144.11±0.43aA	203.70±1.76aC	70.76±0.41aA
Siyez	0	81.71±1.76eA	45.43±0.50eA	53.43±0.75eA	43.07±0.57bA
	25	155.21±3.04dD	40.58±6.18dD	95.97±0.92dD	42.00±0.76cB
	50	211.66±1.75cD	59.60±0.50cD	127.73±0.49cD	42.37±0.25bcE
	75	253.06±4.63bF	71.25±1.31bF	171.69±0.42bA	43.11±0.60bE
	100	310.23±1.53aG	87.35±0.43aG	192.42±1.45aE	45.41±0.42aF
Spelt	0	81.71±1.76eA	23.00±0.50eA	53.43±0.75eA	43.07±0.57cA
	25	123.05±1.76dE	34.65±0.50dE	87.85±0.71dF	39.44±0.30dBC
	50	182.59±3.04cF	51.41±0.86cF	119.07±0.69cF	43.19±0.78cDE
	75	251.70±4.64bF	70.87±1.31bF	151.29±1.09bD	46.85±0.82bD
	100	319.48±1.53aF	89.96±0.43aF	172.53±2.17aF	52.15±0.67aE
Sünter	0	81.71±1.76eA	23.00±0.50eA	53.43±0.75dA	43.07±0.57dA
	25	170.05±3.03dC	47.88±0.86dBC	98.42±1.09cC	48.67±1.41cA
	50	239.27±9.76cC	67.37±2.75cC	138.85±1.33bB	48.52±1.60cB
	75	350.27±3.07bC	98.63±0.87bC	189.81±6.76aA	52.00±1.51bC
	100	436.60±1.75aC	122.93±0.50aC	194.45±0.51aE	63.23±0.26aB

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı bisküvilerin toplam fosforun %'si olarak fitat fosforu miktarları %38.04 ile %70.76 arasında değişmiş olup tam buğday unu katma oranının artmasıyla artmıştır.

Bilgiçli vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada fitik asit miktarı buğday kepeği katkısı olmayan kontrol grubu bisküvilerde 223.7 mg/100g iken ve bu değer %30 buğday kepeği katkılı bisküvilerde 714.2 mg/100g olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise %5, %10, %15 ve %20 oranlarında bulgur kepeğiyle zenginleştirilen bisküvilerde fitik asit miktarının katma oranına bağlı olarak arttığı belirtilmiştir (Saka vd. 2020).

#### **4.6.4 Bisküvilerin mineral madde miktarları**

Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin mineral madde miktarları çizelge 4.33 ve 4.34'de verilmiştir. Bisküvilerin mineral madde miktarları tam buğday unu katma oranı arttıkça artmış ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Ca, K ve Zn içeriği bakımından en yüksek değer %100 tam buğday unundan yapılan bisküvilerden Kavılca çeşidinden yapılan bisküvilerde sırasıyla 405.7, 2365.84, 16.37 mg/kg olduğu görülürken Mg ve Mn içeriği bakımından en yüksek değer %100 tam buğday unundan yapılan bisküvilerden Ak çeşidinden yapılan bisküvilerde sırasıyla 961.99, 33.8 mg/kg olarak bulunmuştur. Fe içeriği bakımından ise en yüksek değer %100 tam buğday unundan yapılan bisküvilerden Spelt çeşidinden yapılan bisküvilerde (32.53 mg/kg) tespit edilmiştir.

Ca içeriği bakımından en düşük değer %25 tam buğday unundan yapılan bisküvilerden Kavılca çeşidinden yapılan bisküvilerde 271.3 mg/kg, olduğu görülürken K, Mg ve Fe içeriği bakımından en düşük değer %25 tam buğday unundan yapılan bisküvilerden Siyez çeşidinden yapılan bisküvilerde sırasıyla 1122.86, 289.12 ve 12.98 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.33 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin mineral madde miktarları (mg/kg)

Çeşit	Katma oranı (%)	Ca	Fe	K
Ak	0	248.24±1.09 dA	7.93±0.03 eA	837.66±8.81 dA
	25	344.34±1.03 cA	18.88±0.13 dA	1475.42±18.45 cB
	50	358.38±6.58 bA	23.95±0.05 cA	1749.54±15.27 bA
	75	400.33±2.56 aA	25.89±0.22 bB	1765.43±23.54 bE
	100	405.70±1.64 aB	30.05±0.25 aB	2171.00±53.35 aB
Kavılca	0	248.24±1.09 eA	7.93±0.03 eA	837.66±8.81 eA
	25	271.30±1.22 dG	13.28±0.17 dE	1203.8±16.65 dCD
	50	316.69±2.08 cD	18.16±0.21 cB	1575.09±15.08 cB
	75	336.63±3.01 bD	21.72±0.09 bD	1883.55±21.09 bC
	100	477.14±1.98 aA	26.93±0.05 aC	2365.84±17.45 aA
Köse	0	248.24±1.09 dA	7.93±0.03 eA	837.66±8.81 eA
	25	305.05±0.29 cC	16.90±0.12 dC	1232.82±17.4 dC
	50	306.24±1.03 cE	19.17±0.12 cC	1593.50±22.74 cB
	75	350.51±4.85 bC	26.68±0.11 bA	2020.38±21.77 bA
	100	358.79±3.14 aD	27.88±0.10 aC	2362.04±53.48 aA
Sivas	0	248.24±1.09 eA	7.93±0.03 eA	837.66±8.81 eA
	25	279.83±2.59 dE	17.40±0.14 dB	1547.30±7.73 dA
	50	287.50±1.01 cG	18.36±0.05 cD	1589.11±27.59 cB
	75	302.08±0.42 bE	21.10±0.06 bE	1925.28±22.20 bB
	100	318.65±3.45 aE	25.08±0.36 aF	2117.24±8.08 aB
Siyez	0	248.24±1.09 eA	7.93±0.03 eA	837.66±8.81 eA
	25	276.98±1.17 dF	12.98±0.10 dF	1122.86±16.79 dE
	50	298.85±0.99 cF	17.27±0.05 cF	1330.45±25.51 cE
	75	332.89±6.31 bD	21.84±0.05 bD	1663.04±6.91 bF
	100	356.43±3.42 aD	25.71±0.22 aE	1841.39±11.46 aD
Spelt	0	248.24±1.09 eA	7.93±0.03 eA	837.66±8.81 eA
	25	323.98±0.67 dB	16.26±0.10 dD	1204.26±29.61 dCD
	50	339.29±3.46 cB	19.52±0.09 cB	1518.29±12.76 cC
	75	394.60±1.61 bA	24.77±0.12 bC	1837.06±28.50 bD
	100	401.36±1.74 aB	32.53±0.19 aA	2044.54±25.43 aC
Sünter	0	248.24±1.09 eA	7.93±0.03 eA	837.66±8.81 eA
	25	282.85±1.30 dD	12.47±0.17 dG	1182.34±10.15 dD
	50	330.83±2.23 cC	17.28±0.13 cF	1468.22±18.57 cD
	75	362.82±4.18 bB	21.27±0.22 bE	1789.83±19.87 bE
	100	376.61±3.39 aC	23.36±0.10 aG	1843.78±58.29 aD

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-G' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.34 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin mineral madde miktarları (mg/kg)

Çeşit	Katma oranı (%)	Mg	Mn	Zn
Ak	0	144.48±0.48 eA	4.37±0.03 dA	2.30±0.14 dA
	25	558.24±3.90 dA	19.59±0.14 cA	6.08±0.12 cA
	50	720.92±2.81 cA	25.15±0.36 bA	8.08±0.04 bC
	75	738.71±2.71 bA	25.28±0.09 bA	8.33±0.08 bD
	100	961.99±3.52 aA	33.80±0.23 aA	12.27±0.38 aD
Kavılca	0	144.48±0.48 eA	4.37±0.03 eA	2.30±0.14 eA
	25	334.01±5.00 dD	9.47±0.10 dF	5.22±0.09 dC
	50	483.78±1.24 cE	13.85±0.09 cF	9.04±0.09 cB
	75	645.11±2.33 bB	18.06±0.20 bG	12.17±0.29 bB
	100	842.34±1.75 aC	23.60±0.10 aEF	16.37±0.07 aA
Köse	0	144.48±0.48 eA	4.37±0.03 eA	2.30±0.14 eA
	25	343.18±2.04 dC	11.36±0.11 dC	3.93±0.05 dE
	50	509.20±5.23 cD	17.13±0.07 cB	5.48±0.09 cE
	75	718.71±2.44 bA	24.22±0.20 bB	7.79±0.09 bE
	100	872.77±9.44 aB	29.55±0.49 aB	8.89±0.19 aF
Sivas	0	144.48±0.48 dA	4.37±0.03 eA	2.30±0.14 eA
	25	494.51±2.64 cB	14.64±0.07 dB	5.99±0.07 dA
	50	516.81±3.30 cC	15.01±0.09 cD	6.52±0.08 cD
	75	619.31±91.48 bB	19.15±0.04 bF	8.07±0.10 bDE
	100	839.73±5.70 aC	24.04±0.14 aDE	9.52±0.11 aE
Siyez	0	144.48±0.48 eA	4.37±0.03 eA	2.30±0.14 eA
	25	289.12±1.95 dF	9.76±0.08 dE	5.16±0.16 dC
	50	411.96±1.92 cG	14.19±0.11 cE	7.93±0.18 cC
	75	571.03±1.81 bC	19.64±0.05 bE	12.00±0.27 bB
	100	672.41±10.75 aF	23.25±0.04 aF	14.34±0.10 aC
Spelt	0	144.48±0.48 eA	4.37±0.03 eA	2.30±0.14 eA
	25	328.25±1.95 dE	11.26±0.15 dC	5.79±0.05 dB
	50	459.16±0.39 cF	16.25±0.06 cC	9.32±0.04 cA
	75	654.54±3.36 bB	23.43±0.06 bC	12.83±0.17 bA
	100	759.35±5.00 aE	27.22±0.32 aC	15.35±0.26 aB
Sünter	0	144.48±0.48 eA	4.37±0.03 eA	2.30±0.14 eA
	25	340.49±2.25 dC	10.52±0.06 dD	4.26±0.03 dD
	50	523.73±1.37 cB	16.48±0.13 cC	6.57±0.12 cD
	75	727.65±8.09 bA	22.71±0.33 bD	8.82±0.06 bC
	100	772.33±2.53 aD	24.22±0.20 aD	9.06±0.21 aF

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Mn içeriği bakımından en düşük değerin %25 tam buğday unundan yapılan bisküvilerden Kavılca çeşidinden yapılan bisküvilerde 9.47 mg/kg bulunurken en düşük Zn içeriğinin ise Köse çeşidinden yapılan bisküvilerde (3.93 mg/kg) tespit edilmiştir. Kontrol örneği olarak kullanılan Bayraktar rafine buğday unundan yapılan bisküvilerde ise Ca, Fe, K, Mg, Mn ve Zn içerikleri sırası ile 248.24 mg/kg, 7.93 mg/kg, 837.66 mg/kg, 4.37 mg/kg ve 2.3 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Cankurtaran Kömürcü (2022) tarafından yapılan çalışmada Kavılca ve Siyez tam buğday unundan farklı oranlarda (0, 25, 50, 75 ve 100) yapılan gevreklerin mineral içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada tam buğday ununun artışına bağlı olarak gevrek örneklerinin mineral miktarlarının arttığı ve örneklerin mineral içeriklerinin Ca 24.2-31.97 mg/100g, Fe 1.61-6.53 mg/100g, Mg 60.91-140.58 mg/100g, K 148.33-338.35 Mg/100g ve Zn 4.42-4.42 mg/100g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

#### **4.6.5 Bisküvilerin duyusal analizi**

Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin duyusal analiz değerleri Çizelge 4.35 ve 4.36'da, değerlendirmelere ilişkin polar koordinat grafikleri ise Şekil 4.2 ve 4.3'de verilmiştir. Duyusal değerlendirmeye katılan 10 panelistin her bir bisküvi örneğini değerlendirmek için verdiği puanların ortalamaları dikkate alınmıştır. Bisküvi rengi 5.60-6.39, görünüşü 5.50-7.88, tekstürü 5.39-7.57, tadı 5.57-7.55, kokusu 6.00-7.90 ve genel kabul edilebilirliği 5.50-7.88 puan arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.35 ve 4.36'da da görüldüğü üzere bayraktar rafine un ile yapılan bisküviler renk, görünüş, tekstür, tat koku ve genel kabul edilebilirlik bakımından en çok beğenilen bisküviler olurken bisküvilerde tam buğday unu katkı oranı artmasıyla genellikle (%25, 50, 75 ve 100) renk, görünüş, tekstür, tat koku ve genel kabul edilebilirlik panelistlerin verdiği puanlarda azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.35 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin duyuşal değerleri

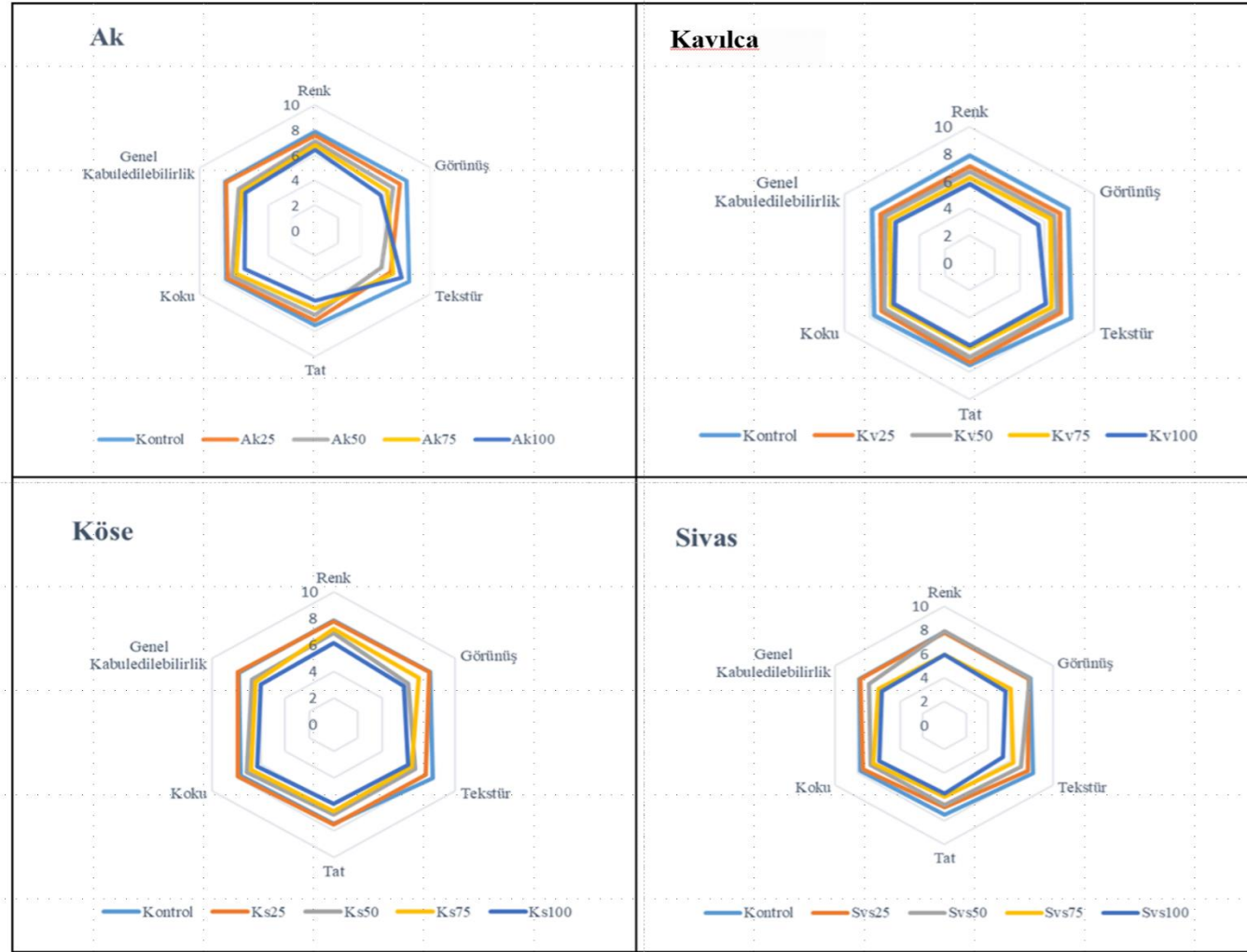
Çeşit	Katma oranı (%)	Renk	Tat	Görünüş
Ak	0	7.84±0.16aA	7.50±0.10aA	7.92±0.33aA
	25	7.54±0.16bAB	7.12±0.13bC	7.34±0.21bB
	50	7.10±0.10cB	6.67±0.12cA	6.77±0.16cB
	75	6.82±0.08dBC	6.20±0.10dA	6.29±0.11dCD
	100	6.39±0.13eA	5.57±0.21eA	5.67±0.21eA
Kavılca	0	7.84±0.16aA	7.50±0.10aA	7.92±0.33aA
	25	7.07±0.16bC	7.34±0.06aB	7.24±0.16bB
	50	6.66±0.13cC	6.90±0.10bA	6.80±0.10cB
	75	6.26±0.16dDE	6.27±0.14cA	6.50±0.10cC
	100	5.80±0.10eC	6.10±0.10cA	5.50±0.10dA
Köse	0	7.84±0.16aA	7.50±0.10aA	7.92±0.33aA
	25	7.75±0.05aA	7.55±0.19aA	7.88±0.14aA
	50	6.9±0.5bBC	6.64±0.13bA	6.10±0.50cC
	75	7.21±0.27bA	6.54±0.06bA	6.97±0.07bB
	100	6.13±0.13cB	6.10±0.10cA	5.75±0.50cA
Sivas	0	7.84±0.16aA	7.50±0.10aA	7.92±0.33aA
	25	7.78±0.03aA	6.88±0.13bD	7.76±0.26aA
	50	7.90±0.10aA	6.70±0.30bA	7.80±0.01aA
	75	5.92±0.15bF	6.02±0.28cA	6.11±0.11bD
	100	5.89±0.13bC	5.72±0.21cA	5.62±0.13cA
Siyez	0	7.84±0.16aA	7.50±0.10aA	7.92±0.33aA
	25	6.99±0.28bC	7.47±0.06aAB	6.17±0.29cD
	50	7.10±0.18bB	6.89±0.13bA	7.07±0.28bB
	75	6.19±0.17cEF	6.54±0.12cA	6.15±0.38cD
	100	5.60±0.20dD	6.10±0.10dA	5.80±0.01cA
Spelt	0	7.84±0.16aA	7.50±0.10aA	7.92±0.33aA
	25	6.90±0.10bC	6.90±0.10bD	6.59±0.22bC
	50	5.70±0.10dD	6.57±0.06cA	5.48±0.13dD
	75	7.09±0.29bAB	6.14±0.16dA	6.50±0.10bcC
	100	6.20±0.20cA	6.00±0.10dA	6.15±0.14cA
Sünter	0	7.84±0.16aA	7.50±0.10aA	7.92±0.33aA
	25	7.40±0.10bB	7.34±0.16aB	6.50±0.10cCD
	50	6.84±0.06cBC	6.64±0.16bA	7.14±0.12bB
	75	6.57±0.16dCD	6.15±0.15cA	7.40±0.18bA
	100	6.04±0.06eB	5.77±0.06dA	5.85±0.206dA

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

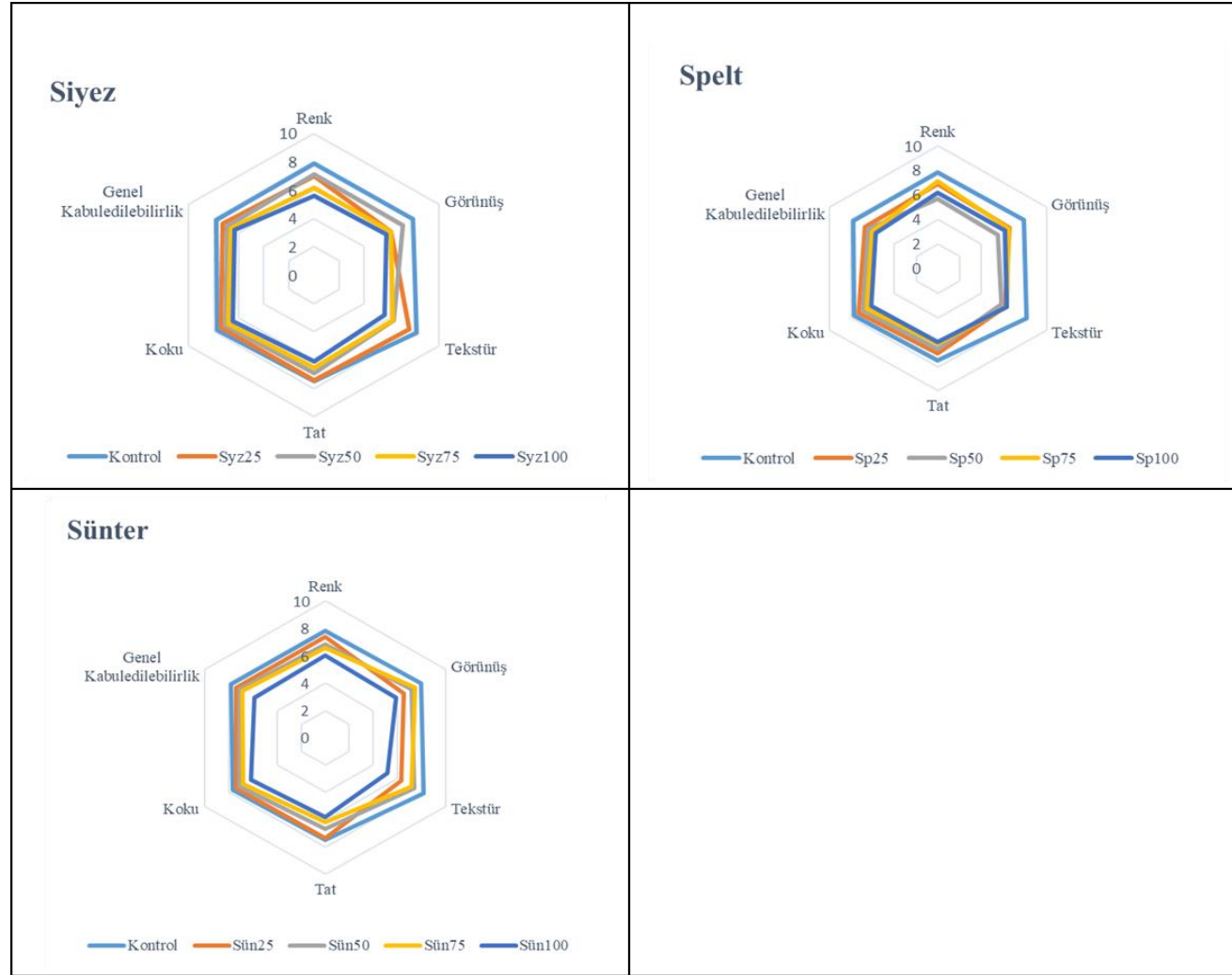
Çizelge 4.36 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin duyuşal değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Tekstür	Koku	Genel kabul edilebilirlik
Ak	0	8.15±0.14aA	7.69±0.08aA	7.79±0.32aA
	25	6.60±0.40cB	7.54±0.06aB	7.68±0.17aB
	50	5.79±0.03dC	7.17±0.17bA	6.60±0.10bD
	75	6.80±0.01cA	6.80±0.10cA	6.32±0.08cC
	100	7.50±0.10bA	6.10±0.18dB	6.04±0.06cB
Kavılca	0	8.15±0.14aA	7.69±0.08aA	7.79±0.03aA
	25	7.32±0.13bA	7.07±0.12bC	7.11±0.10bD
	50	7.00±0.10cAB	6.97±0.06cA	6.79±0.09cCD
	75	6.54±0.06dAB	6.80±0.09dA	6.37±0.06dC
	100	6.10±0.10eB	6.10±0.10eB	5.94±0.06eC
Köse	0	8.15±0.14aA	7.69±0.08aA	7.79±0.03aA
	25	7.55±0.56bA	7.90±0.18aA	7.88±0.14aA
	50	6.70±0.10cB	7.16±0.14bA	6.72±0.11bCD
	75	6.37±0.38cdB	6.80±0.10cA	6.44±0.07cC
	100	6.13±0.13dB	6.22±0.17dA	6.04±0.06dB
Sivas	0	8.15±0.14aA	7.69±0.08aA	7.79±0.03aA
	25	7.66±0.16bA	7.44±0.18bB	7.68±0.08aB
	50	7.00±0.40cAB	6.79±0.11cA	6.90±0.10bAB
	75	6.34±0.29dB	6.50±0.10dA	6.04±0.06cD
	100	5.39±0.13eC	6.00±0.10eB	5.74±0.03dD
Siyez	0	8.15±0.14aA	7.69±0.08aA	7.79±0.03aA
	25	7.57±0.14bA	7.40±0.10bB	7.30±0.09bC
	50	6.37±0.12cAB	7.07±0.06cA	6.89±0.13cBC
	75	6.30±0.51cB	6.84±0.06dA	6.64±0.06dB
	100	5.60±0.40dC	6.44±0.06eA	6.34±0.16eA
Spelt	0	8.15±0.14aA	7.69±0.08aA	7.79±0.03aA
	25	6.20±0.20bcB	7.33±0.14bB	6.77±0.06bE
	50	5.80±0.40cC	6.90±0.10cA	6.40±0.10cE
	75	6.30±0.10bB	6.57±0.12dA	6.07±0.06dD
	100	6.31±0.29bB	6.10±0.10eB	5.70±0.10eD
Sünter	0	8.15±0.14aA	7.69±0.08aA	7.79±0.32aA
	25	6.30±0.10cB	7.35±0.09bB	7.39±0.13abC
	50	7.34±0.31bA	7.10±0.10cA	7.07±0.06bcA
	75	7.14±0.16bA	6.78±0.14dA	6.84±0.12cA
	100	5.14±0.51dC	6.12±0.11eB	5.90±0.30dC

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).



Şekil 4.3 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin polar koordinat grafikleri



Şekil 4.4 Bayraktar 2000 buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan bisküvilerin polar koordinat grafikleri

n yüksek renk puanı kontrol örneğinde görülürken (7.84) %100 Siyez tam buğday unundan yapılan bisküvilerde en düşük renk (5.60) puanı görülmüş ve %100 Siyez katkı bisküviler en az beğenilen bisküviler olmuştur. Bu durumun tam buğday oranının artmasıyla bisküvi renginin koyulaşmasından ve panelistlerin bisküvide açık renk tercih etmelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Diğer taraftan duyuşal değerlendirmede görünüş açısından %100 Ak (6.39) ve Spelt (6.20) tam buğday unlarından yapılan bisküviler benzer puanları almışlardır. Bisküvilerin tat açısından %50 ve %75 tam buğday unu katkı oranlarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.36'da görüldüğü gibi tekstür açısından %100 tam buğday katkı bisküvilerde en yüksek puan Ak (7.50) buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde görülürken en düşük puan Siyez (5.60) ve Sünter (5.14) buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde görülmüştür. Koku açısından ise %100 tam buğday katkı bisküvilerde en yüksek puan Siyez (6.44) ve Köse (6.22) buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde görülmüştür.

Çizelge 4.36'da da görüldüğü üzere genel kabul edilebilirlik açısından %100 tam buğday katkı bisküvilerde en yüksek puan Siyez (6.34) buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde görülürken en düşük puan Spelt (5.70) ve Sivas (5.74) buğday çeşidinden yapılan bisküvilerde görülmüştür.

Şekil 4.2'de Köse çeşidine ait karışımlarından yapılan bisküvilerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde renk, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından %25 tam buğday katkı bisküvilerin, kontrol örneğine yakın puanlar aldığı görülmektedir. Tüm katkı oranları dikkate alındığında ise %100 oranının renk, koku, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından en az beğeni aldığı söylenebilir.

Şekil 4.2'de Sivas çeşidine ait karışımlardan yapılan bisküvilerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde renk, tekstür ve görünüş açısından %25

tam buğday katkılı bisküvilerin kontrol örneğine yakın puanlar aldığı görülmektedir. Levent (2019) tarafından farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80, 100) einkorn tam buğday unu katkılı erişte üretimi yapılan çalışmada %100 einkorn tam buğday unu içeren eriştelerin en düşük tat ve çiğnenebilirlik puanı aldıkları dolayısıyla en az kabul edilebilirliğe sahip oldukları belirtilmiştir.

Cankurtaran Kömürcü (2022) tarafından farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75, 100) einkorn ve emmer tam buğday unu katkılı gevrek üretimi yapılan çalışmada, duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre %25 emmer buğday unu ilave edilen gevrek örnekleri diğer gevrek örneklerine göre en yüksek renk ve genel kabul edilebilirlik puanı alırken, en yüksek gevreklik puanını ise %100 einkorn tam buğday unu ilave edilen gevrek örneklerinde görüldüğü belirtilmiştir.

#### **4.7 Şanlı Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Krakerlerin Teknolojik Özellikleri**

##### **4.7.1 Krakerlerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri**

Şanlı ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri çizelge 4.37 ve 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.37 ve 4.38'de görüldüğü gibi buğday çeşitlerden yapılan krakerlerde tam buğday unu oranı arttıkça krakerlerin ağırlık, çap ve kalınlıklarının önemli bir düzeyde azaldığı görülmüştür ( $p<0.05$ ). Tam buğday unu katkılı krakerlerin ağırlıkları 2.76-3.52 g, çapları 46.36-49.34 mm, kalınlıkları 3.00-4.27 mm, yayılma oranları 11.52-16.08 ve sertlik değerleri 4.99-8.82 F kg arasında değişim göstermiştir. Tam buğday unu içermeyen Şanlı rafine buğday unundan yapılan krakerlerin ise ağırlığı 3.53 g, çapı 48.87 mm, kalınlığı 4.08 mm, yayılma oranı 11.99 ve sertlik değerinin ise 8.19 F kg olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.37 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin ağırlık, çap, kalınlık değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Ağırlık (g)	Çap (W, mm)	Kalınlık (T, mm)
Ak	0	3.53±0.04aA	48.87±0.16aA	4.08±0.04aA
	25	3.46±0.03bB	48.65±0.06bB	3.93±0.03bB
	50	3.23±0.03cB	47.82±0.05cB	3.59±0.03cE
	75	3.11±0.02dB	47.17±0.04dB	3.42±0.03dC
	100	2.89±0.02eB	46.52±0.04eC	3.27±0.05eD
Kavılca	0	3.53±0.04aA	48.87±0.16aA	4.08±0.13aA
	25	3.52±0.03aA	47.80±0.05bC	3.97±0.07bB
	50	2.95±0.02bD	47.16±0.06cC	3.42±0.12cF
	75	2.86±0.02cE	46.79±0.05dC	3.32±0.10dD
	100	2.76±0.04dC	46.48±0.08eCD	3.26±0.13eD
Köse	0	3.53±0.04aA	48.87±0.16aA	4.08±0.04aA
	25	3.40±0.04bCD	48.31±0.51bA	4.01±0.02bA
	50	3.15±0.03cC	48.16±0.26cA	3.85±0.05cA
	75	3.09±0.01dCD	47.46±0.12dA	3.75±0.05dA
	100	2.96±0.04eA	46.65±0.17eB	3.62±0.02eA
Sivas	0	3.53±0.04aA	48.87±0.16aA	4.08±0.04aA
	25	3.35±0.03bD	47.73±0.05bC	3.98±0.02bB
	50	3.22±0.04cB	47.26±0.05cC	3.76±0.03cB
	75	3.07±0.03dC	47.14±0.05cB	3.57±0.05dB
	100	2.87±0.02eB	46.80±0.05dA	3.50±0.04eB
Siyez	0	3.53±0.04aA	48.87±0.16aA	4.08±0.04aA
	25	3.38±0.04bD	47.86±0.03bC	3.95±0.05bB
	50	3.13±0.03cC	46.81±0.06cD	3.72±0.04cBC
	75	2.99±0.03dD	46.61±0.07dD	3.49±0.05dC
	100	2.86±0.04eB	46.36±0.06eE	3.38±0.04eC
Spelt	0	3.53±0.04aA	48.87±0.16aA	4.08±0.04aA
	25	3.47±0.03bB	47.49±0.09bC	3.87±0.03bC
	50	3.28±0.04cA	47.34±0.09cC	3.67±0.02bCD
	75	3.16±0.04dA	47.15±0.05dB	3.79±0.56bA
	100	2.98±0.02eA	46.48±0.06eCD	3.00±0.05cF
Sünter	0	3.53±0.04aA	48.87±0.16aA	4.08±0.04aA
	25	3.44±0.05bBC	48.05±0.12bC	3.98±0.04bB
	50	3.22±0.05cB	47.13±0.12cC	3.65±0.02cD
	75	3.09±0.03dBC	46.77±0.09dC	3.25±0.03dE
	100	2.97±0.05eA	46.46±0.11eD	3.12±0.03eE

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.38 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin yayılma oranı ve sertlik değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Yayılma oranı (W/T)	Sertlik değeri (F kg)
Ak	0	11.99±0.12eA	8.19±0.32aA
	25	12.38±0.11dB	8.36±0.92aAB
	50	13.33±0.11cB	7.52±0.35bB
	75	13.81±0.11bB	6.77±0.26cBC
	100	14.23±0.21aC	6.12±0.31cB
Kavılca	0	11.99±0.13cA	8.19±0.32bA
	25	12.06±0.07cC	8.82±0.16aA
	50	13.81±0.12bA	8.12±0.22bA
	75	14.10±0.10aA	7.51±0.26cA
	100	14.29±0.13aC	7.31±0.23cA
Köse	0	11.99±0.13cA	8.19±0.32aA
	25	11.52±0.17dD	7.71±0.41bB
	50	12.56±0.14bD	6.69±0.41cC
	75	12.66±0.14bC	6.34±0.23dC
	100	12.89±0.03aF	5.54±0.24eC
Sivas	0	11.99±0.13cA	8.19±0.32aA
	25	12.01±0.05cC	6.83±0.21bC
	50	12.60±0.09bD	6.10±0.16cD
	75	13.23±0.15aB	5.72±0.23dD
	100	13.40±0.15aE	5.25±0.08eCD
Siyez	0	11.99±0.13dA	8.19±0.32aA
	25	12.14±0.14dC	6.47±0.34bC
	50	12.61±0.14cD	5.84±0.27cD
	75	13.39±0.19bB	5.67±0.24cD
	100	13.75±0.13aD	4.99±0.15dD
Spelt	0	11.99±0.13bA	8.19±0.32aA
	25	12.75±0.09bA	8.09±0.26aAB
	50	13.22±0.09bB	7.55±0.19bB
	75	12.63±1.71bC	6.89±0.35cB
	100	16.08±0.21aA	6.45±0.24cB
Sünter	0	11.99±0.13dA	8.19±0.32aA
	25	12.07±0.14dC	7.88±0.28aB
	50	12.92±0.06cC	7.22±0.11bB
	75	14.41±0.11bA	6.73±0.28cBC
	100	14.90±0.17aB	6.18±0.14dB

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.37’de görüldüğü gibi buğday çeşitlerinden yapılan krakerlerde ağırlık bakımından en düşük değer %100 oranında Kavılca buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (2.76 g) görülürken, kalınlık bakımından en düşük değer %100 oranında Spelt buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (3.0 mm) tespit edilmiştir. Bu durumun buğday kepeğinde yoğun olarak bulunan ve hücre duvarı polisakkaritlerinin önemli bir bileşeni olan arabinoksilanın yüksek su emmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Yüksek oranda su emen bileşenler, gluten proteinlerinin gaz tutması için gereken uygun ağı oluşturmasını engellemektedir. Bu durum kraker hamurunun pişme sırasında kabarmasını engellemiş olur ve buna bağlı olarak da kraker kalınlığının ve ağırlığının düşmesine neden olmaktadır.

Li vd (2014) tarafından yapılan çalışmada rafine buğday ununa farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) tam buğday unu ilave edilmiş ve kraker üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada krakerlerin ağırlığı, kalınlığı ve sertlik değerlerinin azaldığı belirtilmiştir. Çalışmada tam buğday unu içeren 7 adet krakerlerin ağırlıklarının 24.9-27.0 g, kalınlıklarının 26.8-32.7mm ve sertlik değerlerinin 700.6-1052.7 g arasında değiştiği görülmüştür. Tam buğday unu içermeyen kontrol örneklerinde ise 7 adet krakerin ağırlığının 27.2 g, kalınlığının 34.8 mm ve sertlik değerlerinin, ise 1236.3 g olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı krakerlerin sertlik değerlerinin tam buğday unu oranının artmasıyla önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. En sert krakerin tam buğday unu katkı oranının %25 olduğu Kavılca buğday çeşidinden yapılan kraker (8.82 Fkg) olduğu bulunmuştur. Sertlik değerinin en düşük olduğu kraker ise tam buğday unu katkı oranının %100 olduğu Siyez buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (4.99 Fkg) olmuştur. Tam buğday unu içermeyen Şanlı rafine buğday unundan yapılan krakerlerin sertlik değerinin ise 8.19 Fkg olduğu görülmektedir. Rafine buğday ununda bulunan iyi miktar ve kalitede gluten, geniş üç boyutlu ağ oluşumunu sağlamakta ve krakerin iç yapısının daha sert ve sıkı olmasına neden olmaktadır. Çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu buğday unlarının gluten miktar ve kalitesinin düşük olması ve bunların tam buğday unlarının artan oranlarda kullanılması krakerlerin sertlik değerlerinde azalmaya neden olduğu söylenebilir.

Diğer bir deyişle karışımlarda tam buğday unu oranının artması gluten indeks değerinin düşmesine ve krakerlerin daha kırılğan (daha az kırılma kuvveti) olmasına neden olmuştur. Literatürde benzer şekilde yüksek proteinli ve gluten kalitesinin ve miktarının daha yüksek olduğu buğday unlarından yapılan krakerlerin daha sert olduğu bildirilmiştir (Deng vd. 2020).

#### 4.7.2 Krakerlerin renk değerleri

Şanlı rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu buğday tam unları katılarak yapılan krakerlerin L\*(parlaklık), a\*(kırmızılık), b\*(sarılık) ve  $\Delta E^*$  değerleri çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.39'da görüldüğü gibi krakerlerin tam buğday unu katkısının artması ile L\*(parlaklık) değeri azalmış, a\*(kırmızı) ve b\*(sarılık) değerleri ise artmıştır.

Bu artış ve azalışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Renk a\* değeri açısından %50 oranında kraker üretiminde kullanılan yerel ve kavuzlu buğday çeşitleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Kontrol örneğinin L\*, a\* ve b\* değerleri sırasıyla 82.37, 2.01 ve 30.14 olarak bulunmuştur.

Kraker örneklerinde, en yüksek L\* değeri kontrol örneğinde görülürken en yüksek a\* değeri %100 Sünter çeşidinden, b\* değeri ise %100 Köse çeşidinden yapılan kraker örneklerinde görülmüştür. En yüksek renk değişimi ise %100 tam buğday unun katma oranında yerel çeşitlerden Sünter'den yapılan kraker örneklerinde 16.8 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.39'da görüldüğü gibi kraker örneklerinden en düşük L\* değeri %100 sünter çeşidinden, en düşük a\* ve b\* değerleri ise sırasıyla %25 Siyez (1.38), %25 Sünter (23.83) çeşidinden yapılan kraker örneklerinde görülmüştür. Bununla birlikte  $\Delta E^*$  değeri, tam buğday unu katkı oranı artmasıyla artmış en yüksek değer %100 tam buğday unu katkısında Sünter çeşidinden yapılan kraker örneklerinde (16.85) görülmüştür.

Çizelge 4.39 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin renk değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	L*	a*	b*	ΔE*
Ak	0	82.37±0.54aA	2.01±0.18cA	30.14±0.40cA	-
	25	75.72±0.31bE	2.86±0.05cB	28.71±0.84dA	7.49±0.47dAB
	50	73.43±0.41cD	3.82±1.14bC	29.68±1.12cdBC	9.77±0.44cB
	75	70.39±0.34dC	5.61±0.19aBC	31.98±0.40bB	13.10±0.29bB
	100	69.11±0.41eBC	6.25±0.14aB	34.20±0.61aB	14.90±0.32aB
Kavılca	0	82.37±0.54aA	2.01±0.18eA	30.14±0.40aA	-
	25	76.16±0.22bDE	3.38±0.06dA	26.01±0.58cE	8.23±0.40cA
	50	74.82±0.60cC	5.45±0.37cA	28.56±0.14bCD	8.96±0.66cC
	75	72.57±0.54dB	6.08±0.18bB	29.15±0.37bD	11.16±0.58bC
	100	70.11±0.93eB	7.38±0.03aA	30.58±0.45aE	13.86±0.85aC
Köse	0	82.37±0.54aA	2.01±0.18dA	30.14±0.40cA	-
	25	80.73±0.31bA	1.44±0.30dD	27.74±0.21dBC	3.62±0.39dD
	50	78.16±0.32cA	3.21±0.23cC	30.88±0.72cA	4.95±0.33cF
	75	77.46±0.34dA	4.45±0.60bD	33.56±0.49bA	6.71±0.31bE
	100	72.23±0.12eA	6.24±0.08aB	35.38±0.38aA	12.46±0.18aD
Sivas	0	82.37±0.54aA	2.01±0.18eA	30.14±0.40bA	-
	25	79.35±0.52bB	2.38±0.07dC	26.72±0.71cDE	5.22±0.77dC
	50	75.29±0.07cC	4.22±0.06cB	30.35±0.09bAB	7.92±0.06cD
	75	73.04±0.24dB	4.67±0.19bD	30.43±0.34bC	10.21±0.26bD
	100	69.50±0.15eBC	6.00±0.28aB	31.93±0.48aD	14.06±0.06aC
Siyez	0	82.37±0.54aA	2.01±0.18dA	30.14±0.40dA	-
	25	79.41±0.30bB	1.38±0.19eD	28.46±0.25eAB	4.16±0.40dD
	50	76.46±0.21cB	3.42±0.36cC	31.07±0.30cA	6.64±0.28cE
	75	69.97±0.33dC	5.27±0.20bC	32.66±0.24bB	13.52±0.33bB
	100	68.27±0.10eCD	6.16±0.11aB	33.64±0.24aBC	15.52±0.07aB
Spelt	0	82.37±0.54aA	2.01±0.18eA	30.14±0.40aA	-
	25	76.61±0.19bD	2.73±0.19dB	27.26±0.16cCD	7.14±0.16dB
	50	73.44±0.30cD	3.78±0.15cC	28.49±0.21bD	9.84±0.31cB
	75	70.50±0.31dC	5.34±0.27bC	29.56±0.40aD	12.88±0.29bB
	100	69.04±1.5eBC	5.99±0.44aB	30.07±0.83aE	15.32±0.10aB
Sünter	0	82.37±0.54aA	2.01±0.18eA	30.14±0.40bA	-
	25	78.22±0.07bB	2.94±0.12dB	23.83±0.26dF	8.20±0.22dA
	50	72.22±0.41cE	5.03±0.32cA	27.85±1.02cD	11.44±0.36cA
	75	68.11±0.56dB	6.74±0.04bA	32.39±0.52aB	15.63±0.6bA
	100	67.11±0.74eD	7.38±0.30aA	32.87±0.66aCD	16.85±0.54aA

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Liu vd. (2014) yaptıkları çalışmada farklı oranlarda tam buğday unu katkılı (%0, 25, 50,75 ve100) kraker üretimi gerçekleştirilmiştir ve krakerlerde tam buğday unu ilavesinin artışına bağlı olarak renk değerinin daha koyulaştığı ve rengin daha kahverengi olduğu ve ifade edilmiştir.

#### **4.8 Şanlı Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Krakerlerin Fonksiyonel Özellikleri**

##### **4.8.1 Krakerlerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri**

Çalışmada Şanlı rafine ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu buğday tam unları katılarak yapılan krakerlerin toplam antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde miktarları çizelge 4.40'de verilmiştir.

Çizelge 4.40'da görüldüğü gibi krakerlerde tam buğday unu katkısının artması ile toplam antioksidan aktivite değerleri ve fenolik madde miktarları artmış ve bu artışlar hem çeşitler arasında hem de çalışmada kullanılan katma oranları bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yerel ve kavuzlu tam buğday unları arasında toplam fenolik madde miktarları bakımından, en yüksek değer %100 oranında Kavılca buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (1418.83 mg GAE/kg), en düşük değer ise %25 oranında Ak ve Sünter buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (sırasıyla 862.05 ve 869.63 mg GAE/kg) tespit edilmiştir. Kavuzlu ve yerel tam buğday unları arasında toplam antioksidan aktivite özellikleri bakımından, en yüksek değer %100 oranında Kavılca buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (452.51  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ ), en düşük değer ise %25 oranında Ak buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (332.84 ve  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ ) bulunmuştur. Tam buğday unu içermeyen kontrol örneği olan Şanlı rafine buğday unundan yapılan krakerlerde ise toplam fenolik madde miktarı 810.31 mg GAE/kg ve toplam antioksidan aktivite özelliği değeri ise 91.1  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.40 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri\*

Çeşit	Katma oranı (%)	Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg)	Toplam antioksidan aktivite değeri (µmol TE/100g)
Ak	0	810.32±22.39dA	91.10±3.02eA
	25	862.05±27.41cC	137.51±7.09dE
	50	898.81±14.08cE	187.82±2.51cF
	75	996.45±34.67bD	304.18±7.35bE
	100	1040.70±17.13aE	332.84±8.36aF
Kavılca	0	810.32±22.39eA	91.10±3.02eA
	25	975.87±20.00dA	242.98±4.12dA
	50	1235.23±6.96cA	280.31±3.93cA
	75	1304.62±19.59bA	374.52±4.06bA
	100	1418.83±8.84aA	452.51±5.45aA
Köse	0	810.32±22.39eA	91.10±3.02eA
	25	894.73±19.59dBC	181.78±7.99dC
	50	1028.59±4.44cC	214.29±4.23cD
	75	1084.08±33.41bC	320.43±4.85bD
	100	1235.24±35.70aC	368.28±5.11aDE
Sivas	0	810.32±22.39eA	91.10±3.02eA
	25	885.38±8.63dBC	186.85±7.21dC
	50	964.84±14.03cD	222.40±2.51cD
	75	1021.67±17.65bD	338.15±3.16bBC
	100	1135.26±27.64aD	376.00±5.30aD
Siyez	0	810.32±22.39eA	91.10±3.02eA
	25	917.07±18.14dB	215.25±5.70dB
	50	1037.54±12.60cC	232.53±2.44cC
	75	1121.37±15.37bC	336.72±7.67bC
	100	1249.08±29.40aC	399.82±4.13aC
Spelt	0	810.32±22.39eA	91.10±3.02eA
	25	954.17±7.60dA	224.21±3.84dB
	50	1140.68±91.20cB	262.35±3.32cB
	75	1233.52±12.6bB	346.27±3.19bB
	100	1336.74±45.09aB	429.57±7.75aB
Sünter	0	810.32±22.39eA	91.10±3.02eA
	25	869.63±23.23dC	166.50±5.50dD
	50	918.64±4.86cDE	200.03±9.40cE
	75	1014.08±18.12bD	318.30±3.31bD
	100	1093.89±15.76aDE	357.99±8.87aE

\*Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Cankurtaran Kömürcü (2022) tarafından yapılan çalışmada Kavılca ve Siyez tam buğday unundan farklı oranlarda (% 0, 25, 50, 75 ve 100) yapılan gevreklerin toplam fenolik ve antioksidan aktivite değerleri araştırılmıştır. Çalışmada emmer (Kavılca) buğday çeşidinden yapılan gevreklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin, einkorn (Siyez) buğday çeşidinden yapılan gevreklerle göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Araştırmacı Siyez ve Kavılca buğday unlarından yapılan gevreklerin toplam fenolik madde miktarlarının 5992.79-6501.30 mg GAE/kg ve toplam antioksidan aktivite değerlerinin 347.92- 542.17  mol TE/100g arasında değişim gösterdiğini ve kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarının 5098.07 mg GAE/kg ve toplam antioksidan aktivite değerlerinin 202.59  mol TE/100g olduğunu belirtmiştir.

Chen vd. (2015) tarafından tam buğday unundan üretilmiş farklı fırıncılık  r nlerinin DPPH metodu ile antioksidan aktivite değerleri araştırılmıştır. Çalışmada tam buğday unundan üretilmiş bisküvilerin ve krakerlerin toplam antioksidan aktivite değerlerinin sırasıyla 122.65 ve 148.75  mol TE/100g olduğu tespit edilmiştir.

#### **4.8.2 Krakerlerin  z nen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları**

şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları izelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.41'da g r ld ğu gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı krakerlerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday eşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

şanlı rafine buğday unundan yapılan krakerlerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları sırasıyla %0.74, 1.33 ve 2.07 olarak bulunmuştur. Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı krakerlerin çözünen diyet lif miktarı %1.88-3.22, çözünmeyen diyet lif miktarı %3.27-11.80 ve toplam diyet lif miktarı %5.29-13.89 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.41 Şanlı buğday ununa farklı oranda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları\*(%)

Çeşit	Katma oranı (%)	SDF	IDF	TDF
Ak	0	0.74±0.01eA	1.33±0.03eA	2.07±0.02eA
	25	2.12±0.01dB	4.62±0.03dE	6.74±0.04dD
	50	2.24±0.04cC	4.96±0.02cE	7.20±0.04cE
	75	2.43±0.03bC	7.17±0.01bE	9.60±0.04bD
	100	2.69±0.02aC	9.69±0.02aE	12.38±0.01aD
Kavılca	0	0.74±0.01eA	1.33±0.03eA	2.07±0.02eA
	25	1.88±0.01dE	6.01±0.03dA	7.89±0.02dA
	50	1.98±0.01cF	6.16±0.03cA	8.13±0.02cA
	75	2.01±0.02bF	8.28±0.02bA	10.29±0.03bC
	100	2.09±0.01aG	11.80±0.04aA	13.89±0.04aA
Köse	0	0.74±0.01eA	1.33±0.03eA	2.07±0.02eA
	25	2.01±0.01dD	4.94±0.03dD	6.94±0.02dC
	50	2.06±0.01cE	5.11±0.02cD	7.17±0.03cE
	75	2.11±0.01bE	7.22±0.02bD	9.33±0.03bE
	100	2.20±0.01aF	10.09±0.01aD	12.29±0.01aE
Sivas	0	0.74±0.01eA	1.33±0.03eA	2.07±0.02eA
	25	2.11±0.01dB	4.57±0.02dF	6.68±0.02dE
	50	2.45±0.02cB	4.88±0.02cF	7.33±0.04cD
	75	2.52±0.03bB	6.50±0.03bF	9.01±0.05bF
	100	2.88±0.02aB	8.95±0.02aF	11.82±0.00aF
Siyez	0	0.74±0.01eA	1.33±0.03eA	2.07±0.02eA
	25	2.02±0.02dD	3.27±0.01dG	5.29±0.03dF
	50	2.13±0.03cD	4.76±0.04cG	6.89±0.07cF
	75	2.21±0.02bD	5.29±0.02bG	7.50±0.01bG
	100	2.31±0.03aE	6.57±0.04aG	8.88±0.07aG
Spelt	0	0.74±0.01eA	1.33±0.03eA	2.07±0.02eA
	25	2.16±0.02dA	5.07±0.03dC	7.22±0.01dB
	50	2.75±0.01cA	5.26±0.03cC	8.01±0.03cB
	75	3.10±0.01bA	8.10±0.01bC	11.20±0.01bA
	100	3.22±0.02aA	10.37±0.02aB	13.59±0.03aB
Sünter	0	0.74±0.01eA	1.33±0.03eA	2.07±0.02eA
	25	2.06±0.03dC	5.14±0.05dB	7.20±0.07dB
	50	2.14±0.01cD	5.71±0.02cB	7.84±0.02cC
	75	2.19±0.02bD	8.19±0.01bB	10.38±0.03bB
	100	2.36±0.01aD	10.30±0.06aC	12.66±0.06aC

\*Kuru madde üzeinden verilmiştir. SDF: Çözünür diyet lif, IDF: Çözünmeyen diyet lif, TDF: Toplam diyet lif. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Daha önce de belirtildiği gibi buğday kepeği diyet lif bakımından oldukça zengin olduğundan, tam buğday unu katkısının artması krakerlerde çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarını önemli miktarda arttırmıştır.

% 100 oranında yapılan krakerlerde çözünen diyet lif miktarı bakımından Spelt (%3.22) çeşidi en yüksek, Kavılca (%2.09) çeşidi en düşük değer görülmüştür. %100 oranında yapılan krakerlerde çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları bakımından en yüksek değerler Kavılca örneklerinde (sırasıyla %11.80, 13.89) en düşük, Siyez örneklerinde (sırasıyla, %6.57-8.89) görülmüştür.

Iorgachova vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada rafine buğday ve Spelt tam buğday unundan krakerler yapılmıştır. Çalışmada diyet lif miktarları rafine buğday unundan yapılmış krakerlerde 8.9 g/100g bulunurken Spelt tam buğday unundan krakerlerde 10.0 g/100g olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.41’da görüldüğü gibi yapılan tam buğday unu katkısıyla yapılan krakerlerde çözünen diyet lif miktarları bakımından en yüksek değerler Spelt örneklerinde (%3.22) görülmüştür. Çalışmanın sonuçlarının literatürde Spelt buğdayının özellikle çözünen diyet lif bakımından oldukça zengin olduğu bilgisiyle uyumlu olduğu görülmüştür (Akar vd. 2019).

### **4.8.3 Krakerlerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları**

Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun % si olarak fitat fosforu çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42’de görüldüğü gibi yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı krakerlerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarlarını katma oranına bağlı olarak önemli oranda arttırmış olup bu artışlar hem katma oranları hem de kullanılan buğday çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.42 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ile toplam fosforun % si olarak fitat fosforu değerleri\*

Çeşit	Katma oranı (%)	Fitik Asit (mg/100g)	Fitat fosforu (mg/100g)	Toplam fosfor (mg/100g)	Toplam fosforun % olarak fitat fosforu
Ak	0	115.86±2.17eA	32.62±0.61eA	118.00±1.00eA	27.65±0.75dA
	25	239.39±4.66dB	67.41±1.31dB	226.32±2.11dE	29.78±0.31cA
	50	382.57±3.04cB	107.72±0.86cB	260.35±2.77cE	41.38±0.18aA
	75	454.82±3.03bB	128.06±0.85bB	304.62±5.95bD	42.05±0.66aA
	100	505.90±3.05aB	142.44±0.86aB	359.41±2.64aD	39.64±0.30bA
Kavılca	0	115.86±2.17eA	32.62±0.61eA	118.00±1.00eA	27.65±0.75dA
	25	190.38±3.06dE	53.60±0.86dE	231.67±2.09dD	23.14±0.58eC
	50	354.92±1.97cC	99.93±0.56cC	267.27±2.06cD	37.39±0.34aC
	75	386.60±3.04bE	108.86±0.86bE	315.27±5.47bD	34.54±0.64bD
	100	402.24±2.19aE	113.26±0.62aE	352.66±2.41aE	32.12±0.31cD
Köse	0	115.86±2.17eA	32.62±0.61eA	118.00±1.00eA	27.65±0.75dA
	25	201.77±1.87dD	56.81±0.53dD	300.37±1.05dB	18.92±0.12eE
	50	325.68±1.54cD	91.70±0.44cD	319.65±4.26cB	28.69±0.46cE
	75	413.93±3.09bD	116.55±0.87bD	350.53±3.16bB	33.26±0.55aE
	100	447.33±3.04aD	125.96±0.86aD	408.76±1.05aB	30.81±0.26bE
Sivas	0	115.86±2.17eA	32.62±0.61eA	118.00±1.00eA	27.65±0.75dA
	25	260.92±6.35dA	73.47±1.80dA	313.87±1.61dA	23.41±0.68eC
	50	411.90±3.65cA	115.98±1.03cA	338.22±3.20cA	34.30±0.62cD
	75	498.05±3.06bA	140.23±0.86bA	368.43±2.11bA	38.07±0.02aC
	100	536.73±4.66aA	151.13±1.32aA	422.28±2.20aA	35.79±0.50bC
Siyez	0	115.86±2.17eA	32.62±0.61eA	118.00±1.00eA	27.65±0.75aA
	25	157.29±4.66dG	44.29±1.32dG	263.82±3.62dC	16.79±0.51eF
	50	236.49±3.07cF	66.59±0.87cF	313.35±3.87cC	21.26±0.53dF
	75	301.14±3.42bG	84.78±0.97bG	335.19±4.39bC	25.30±0.06bF
	100	324.90±4.70aG	91.48±1.33aG	376.23±2.22aC	24.32±0.50cF
Spelt	0	115.86±2.17eA	32.62±0.61eA	118.00±1.00eA	27.65±0.75dA
	25	171.51±1.86dF	48.29±0.53dF	223.27±4.06dE	21.63±0.17eD
	50	252.74±2.48cE	71.14±0.71cE	246.74±2.81cF	28.84±0.34cE
	75	355.52±2.42bF	100.10±0.68bF	274.67±3.52bG	40.58±0.46aB
	100	388.12±3.06aF	109.28±0.86aF	310.89±1.02aG	35.15±0.27bC
Sünter	0	115.86±2.17eA	32.62±0.61eA	118.00±1.00eA	27.65±0.75dA
	25	211.25±3.06dC	59.48±0.86dC	210.18±1.61dF	28.30±0.58dB
	50	356.38±3.05cC	100.35±0.86cC	248.91±3.21cF	40.32±0.20bB
	75	431.90±4.95bC	121.61±1.40bC	283.38±2.67bF	42.92±0.66aA
	100	467.38±6.30aC	131.60±1.78aC	341.47±2.63aF	38.54±0.63cB

\* Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-F' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Kontrol örneklerinin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun % olarak fitat fosforu miktarları sırasıyla 115.86, mg/100g, 32.62, mg/100g, 118.00 mg/100g ve %27.65 bulunmuştur.

%100 oranında tam buğday unu katkılı krakerlerde en yüksek fitik asit miktarı Sivas çeşidinden yapılan krakerlerde (536.73 mg/100g), en düşük fitik asit miktarı ise Siyez buğday çeşidinden yapılan krakerlerde (324.90 mg/100g) görülmüştür. Bununla birlikte %100 oranında tam buğday unu katkılı krakerlerde Kavılca çeşidinden yapılan krakerlerin fitik asit miktarı yine aynı tam buğday unu katkı oranında Siyez buğday çeşidinden yapılan krakerlerden yüksek bulunmuştur.

Literatürde de emmer buğday çeşidinin fitik asit miktarının Siyez buğday çeşidinden yüksek olduğu ifade edilmektedir (Cakurtaran Kömürcü 2021). Bu bağlamda bu çalışmanın sonucu literatürü desteklemektedir.

Katma oranı %25 oranından %100 oranına arttığında Sivas buğday çeşidinden yapılan krakerlerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu değerleri sırasıyla 260.92 mg/100g'dan 536.73 mg/100g'a, 73.47 mg/100g'den, 151.13 mg/100g'a, 313.87'den 422.28'e ve %23.41'den %35.79'a yükseldiği bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı krakerlerin fitik asit ve fitat fosforu miktarlarının %25 oranında en düşük, %100 oranında ise en yüksek değerler içerdiği görülmektedir. Daha öncede belirtildiği gibi fitik asit, tanenin alöron kısmında yoğunlaştığından beklenildiği gibi tam buğday unu katkısının artması, krakerlerde fitik asit miktarını önemli ölçüde arttırmıştır. Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı krakerlerin toplam fosfor miktarları değerlendirildiğinde en yüksek toplam fosfor miktarı %100 oranında Sivas buğday çeşidinden yapılmış krakerlerde (422.28 mg/100g) görülürken, en düşük toplam fosfor miktarı %100 oranında Spelt buğday çeşidinden yapılmış krakerlerde (310.89 mg/100g) bulunmuştur. Tüm yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkılı krakerlerin toplam fosforun %'si olarak fitat fosforu miktarları %16.79 ile %42.91 arasında değişim göstermiştir.

Cankurtaran Kömürcü vd. (2022) tarafından yapılan tam buğday unu ile zenginleştirilen gevreklerde fitik asit miktarının katma oranına bağlı olarak arttığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada emmer buğday çeşidinden (842.53 mg/100g) yapılan gevreklerin fitik asit miktarı, einkorn buğday çeşidinden (435.28 mg/100g) yapılan gevreklerle göre daha yüksek bulunmuştur.

#### **4.8.4 Krakerlerin mineral madde miktarları**

Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin mineral madde miktarları izelge 4.43 ve 4.44'de verilmiştir. Krakerlerin mineral madde miktarları tam buğday unu katma oranı arttığa artmış ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Ca, K ve Zn içeriği bakımından en yüksek değerin %100 tam buğday unundan yapılan ekmeklerden Kavılca çeşidinden yapılan krakerlerde sırasıyla (500.90, 4571.27, 31.89 mg/kg) olduğu görülürken Mn içeriği bakımından en yüksek değerin %100 tam buğday unundan yapılan krakerlerde Ak çeşidinden yapılan krakerlerde (40.18 mg/kg) bulunmuştur. Mg içeri bakımından en yüksek değer ise %100 tam buğday unundan yapılan krakerlerde Sünter eşidinde (138.31 mg/kg) tespit edilmiştir. Fe içeri bakımından ise en yüksek değerin %100 tam buğday unundan yapılan ekmeklerde Spelt çeşidinden yapılan krakerlerde (34.28 mg/kg) bulunmuştur. Ca içeriği bakımından en düşük değerin %25 tam buğday unundan yapılan krakerlerden Sivas çeşidinden yapılan krakerlerde (337.87 mg/kg) olduğu görülürken Mg içeriği bakımından en düşük değerin %25 tam buğday unundan yapılan krakerlerden Siyez çeşidinden yapılan krakerlerde (461.97 mg/kg), olduğu tespit edilmiştir.

Mn içeriği en düşük %25 tam buğday unundan yapılan krakerlerden Siyez çeşidinden yapılan krakerlerde (11.36 mg/kg) bulunurken en düşük Zn içeriği ise Sünter çeşidinden yapılan krakerlerde (9.04 mg/kg ) olarak tespit edilmiştir.

Kontrol  rneği olarak kullanılan şanlı rafine buğday unundan yapılan krakerlerde ise Ca, Fe, K, Mg, Mn ve Zn içerikleri sırası ile 275.58 mg/kg, 13.04 mg/kg, 1016.83 mg/kg, 239.91 mg/kg, 3.67 mg/kg ve 5.58 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.43 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin mineral madde miktarları (mg/kg)

Çeşit	Katma oranı (%)	Ca	Fe	K
Ak	0	275.58±1.80eA	13.04±0.18eA	1016.83±16.95eA
	25	292.47±1.93dC	21.42±0.27dB	1865.86±13.47dBC
	50	310.88±2.22cDE	23.95±0.78cB	2459.06±23.19cC
	75	316.09±3.04bE	28.04±0.05bC	3382.33±20.53bC
	100	435.36±4.43aC	32.76±0.19aB	3929.11±16.51aC
Kavılca	0	275.58±1.80eA	13.04±0.18eA	1016.83±16.95eA
	25	353.36±1.32dA	21.48±0.42dB	2122.84±30.15dA
	50	373.51±4.66cA	23.82±0.31cB	2807.13±25.50cA
	75	419.28±3.70bA	28.33±0.71bBC	4028.51±38.39bA
	100	500.90±4.66aA	33.01±0.15aB	4571.27±10.41aA
Köse	0	275.58±1.80dA	13.04±0.18eA	1016.83±16.95eA
	25	281.57±1.95cDE	20.56±0.14dC	1903.40±40.90dB
	50	316.29±2.62bD	23.40±0.29cBC	2606.37±10.93cB
	75	319.93±4.17bE	28.88±0.31bAB	3670.55±20.9bB
	100	424.70±2.41aD	32.86±0.13aB	4417.76±53.17aB
Sivas	0	275.58±1.80dA	13.04±0.18eA	1016.83±16.95eA
	25	277.40±3.39dE	17.68±0.24dD	1830.23±17.91dCD
	50	308.23±4.72cE	21.55±0.32cD	2421.88±9.63cCD
	75	317.20±1.61bE	26.77±0.31bD	3404.38±19.23bC
	100	417.75±2.92aD	32.06±0.29aC	3868.37±25.30aD
Siyez	0	275.58±1.80eA	13.04±0.18eA	1016.83±16.95dA
	25	289.95±1.53dC	20.71±0.05dC	1674.57±18.64cF
	50	362.41±6.95cB	23.00±0.10cC	2232.66±40.82bF
	75	365.62±1.04bC	28.04±0.26bC	2275.01±26.07bF
	100	404.50±2.67aE	32.20±0.15aC	2755.51±10.97aG
Spelt	0	275.58±1.80eA	13.04±0.18eA	1016.83±16.95eA
	25	315.15±4.72dB	22.16±0.17dA	1782.41±3.70dDE
	50	353.29±4.62cC	24.74±0.13cA	2366.01±8.55cDE
	75	395.11±2.75bB	29.52±0.57bA	3096.08±27.25bD
	100	473.19±6.33aB	34.28±0.29aA	3496.64±16.95aE
Sünter	0	275.58±1.80eA	13.04±0.18eA	1016.83±16.95eA
	25	285.30±1.62dD	16.99±0.20dE	1745.39±28.66dE
	50	303.73±1.05cE	21.06±0.26cD	2361.23±30.63cE
	75	331.02±4.93bD	26.44±0.31bD	2840.49±20.63bE
	100	424.65±3.41aD	30.47±0.61aD	3082.06±16.58aF

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.44 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin mineral madde miktarları (mg/kg)

Çeşit	Katma oranı (%)	Mg	Mn	Zn
Ak	0	239.91±2.58eA	3.67±0.06eA	5.58±0.02eA
	25	554.71±5.02dA	14.13±0.04dA	10.87±0.09dD
	50	766.09±4.41cB	22.07±0.54cA	13.41±0.04cD
	75	1006.54±5.97bC	31.96±0.32bA	17.57±0.89bD
	100	1262.11±9.67aB	40.18±0.29aA	22.65±0.28aD
Kavılca	0	239.91±5.58eA	3.67±0.06eA	5.58±0.02eA
	25	537.03±9.55dB	13.04±0.15dBC	13.31±0.14dA
	50	718.11±10.64cD	20.51±0.22cC	18.12±0.26cA
	75	940.39±10.65bD	26.39±0.04bC	24.62±0.27bA
	100	1129.69±8.26aC	37.57±0.43aB	31.89±0.50aA
Köse	0	239.91±2.58eA	3.67±0.06eA	5.58±0.02eA
	25	548.03±6.17dA	13.29±0.32dB	9.45±0.15dF
	50	764.24±10.94cB	21.28±0.17cB	12.48±0.27cE
	75	1025.01±9.17bB	29.79±0.55bB	15.52±0.17bF
	100	1259.99±11.64aB	38.01±0.08aB	21.20±0.37aE
Sivas	0	239.91±2.58eA	3.67±0.06eA	5.58±0.02eA
	25	527.11±5.58dB	12.82±0.12dCD	10.18±0.17dE
	50	747.53±4.04cC	19.05±0.24cE	13.10±0.14cD
	75	780.60±10.44bG	26.33±0.21bC	16.26±0.13bE
	100	1081.78±5.21aD	33.92±0.14aC	22.16±0.13aD
Siyez	0	239.91±2.58eA	3.67±0.06eA	5.58±0.02eA
	25	461.97±4.33dD	11.36±0.26dF	11.93±0.07dC
	50	646.01±3.77cF	17.98±0.11cG	16.89±0.12cC
	75	824.08±6.46bF	24.42±0.35bE	22.07±0.17bC
	100	977.51±6.67aE	30.35±0.27aD	26.60±0.39aC
Spelt	0	239.91±2.58eA	3.67±0.06eA	5.58±0.02eA
	25	499.79±2.86dC	11.82±0.16dE	12.76±0.19dB
	50	661.88±2.24cE	18.58±0.23cF	17.67±0.18cB
	75	855.58±2.31bE	25.50±0.18bD	23.80±0.36bB
	100	1069.74±4.98aD	34.08±0.25aC	28.88±0.20aB
Sünter	0	239.91±2.58eA	3.67±0.06eA	5.58±0.02eA
	25	532.21±5.00dB	12.53±0.09dD	9.04±0.14dG
	50	793.53±2.26cA	19.61±0.11cD	11.78±0.32cF
	75	1105.32±3.41bA	26.51±0.21bC	15.54±0.08bF
	100	1380.31±6.46aA	34.20±0.35aC	20.05±0.20aF

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

Iogachava vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada Spelt tam buğday unu ve modern buğday unu ile krakerler yapılmış ve krakerlerin mineral içerikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada Spelt tam buğday unundan yapılan krakerlerin Fe, K, Mg ve P miktarlarını sırasıyla 4.2, 370.7, 125.15 ve 375.6 g/100 g olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada modern buğday unundan yapılan krakerlerin Fe, K, Mg ve P miktarlarının ise sırasıyla 3.0, 98, 285.8 ve 356.8 g/100g olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.8.5 Krakerlerin duyuusal analizi**

Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin duyuusal analiz değerleri Çizelge 4.45 ve 4.46'da değerlendirmelere ilişkin polar koordinat grafiği ise Şekil 4.3'de verilmiştir. Duyusal analizde duyuusal değerlendirmeye katılan 10 panelist her bir kraker örneğini değerlendirmek için verdiği puanların ortalamaları dikkate alınmıştır. Kraker rengi, 5.80-8.14, kokusu 6.30-8.17, tadı 6.64-8.50, sertliği 6.80-8.30, gevrekliği 6.74-8.84 ve genel kabul edilebilirliği 6.10-8.44 puan arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.45'den da görüldüğü gibi %25 tam buğday içeren krakerlerde Renk açısından en beğenilen Köse (6.44) ve Sivas (6.44) çeşitlerinden yapılan kraker olurken en az beğenilen Ak (5.80), Sünter (5.84) ve Spelt (5.87) çeşitlerinden yapılan krakerler olduğu bulunmuştur. Renk, koku ve tat açısından krakerlerde tam buğday katkısının artmasıyla panelistlerin verdiği puanların arttığı görülmüştür. %100 tam buğday unu içeren krakerlerde renk açısından Kavılca (8.14.), çeşidinden yapılan krakerler en yüksek puanı alırken Sünter (6.72), çeşidinden yapılan krakerler en düşük puanı almıştır.

Çizelge 4.45'dan da görüldüğü üzere tat açısından %100 tam buğday katkılı krakerlerde en yüksek puan Siyez (8.50) çeşidinden yapılan krakerlerde görülürken en düşük puan Sünter (7.54) çeşidinden yapılan krakerlerde görülmüştür. Koku açısından ise %100 tam buğday katkılı krakerlerde en yüksek puan Siyez (8.17) çeşidinden yapılan krakerlerde görülürken en düşük puan Sivas (7.44) çeşidinden yapılan krakerlerde görülmüştür.

Çizelge 4.45 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin duyusal değerleri

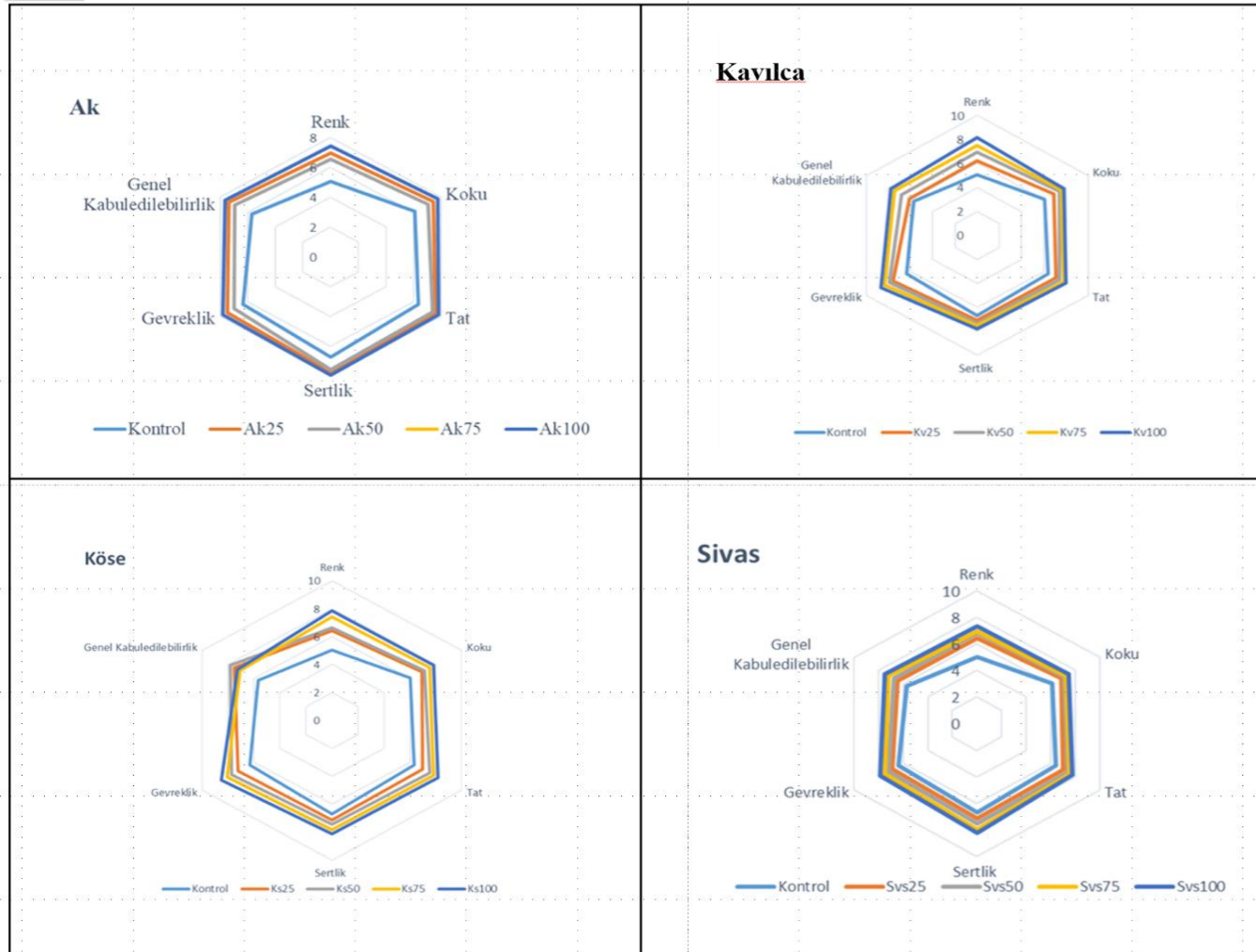
Çeşit	Katma oranı (%)	Renk	Koku	Tat
Ak	0	5.04±0.06eA	6.07±0.06eA	6.37±0.16dA
	25	5.80±0.10dC	6.80±0.10dBC	6.80±0.10cC
	50	6.57±0.06cC	7.07±0.06cCD	7.37±0.16bAB
	75	6.97±0.06bBC	7.40±0.01bB	7.57±0.16abBC
	100	7.44±0.21aCD	7.77±0.06aB	7.80±0.10aCD
Kavılca	0	5.04±0.06eA	6.07±0.06eA	6.37±0.16eA
	25	6.20±0.18dB	6.90±0.10dAB	7.07±0.06dA
	50	6.94±0.12cA	7.37±0.06cA	7.37±0.16cAB
	75	7.50±0.30bA	7.57±0.06bA	7.77±0.06bAB
	100	8.14±0.16aA	7.77±0.16aB	8.00±0.01aBC
Köse	0	5.04±0.06eA	6.07±0.06eA	6.37±0.16eA
	25	6.44±0.06dA	6.97±0.06dA	7.00±0.10dAB
	50	6.62±0.13cBC	7.17±0.06cBC	7.54±0.06cA
	75	7.44±0.06bA	7.54±0.06bA	7.84±0.06bA
	100	7.87±0.16aAB	7.87±0.06aB	8.20±0.10aB
Sivas	0	5.04±0.06dA	6.07±0.06eA	6.37±0.16eA
	25	6.44±0.12cA	6.87±0.06dABC	7.00±0.01dAB
	50	6.80±0.10bAB	7.04±0.06cD	7.34±0.06cB
	75	6.94±0.06bBC	7.24±0.06bC	7.54±0.06bC
	100	7.34±0.16aD	7.44±0.06aC	7.77±0.06aCDE
Siyez	0	5.04±0.06eA	6.07±0.06eA	6.37±0.16dA
	25	6.24±0.03dAB	6.74±0.03dC	6.87±0.06cBC
	50	6.60±0.10cC	7.07±0.06cCD	7.07±0.06cC
	75	6.80±0.10bC	7.54±0.06bA	7.67±0.16bABC
	100	7.64±0.12aBC	8.17±0.16aA	8.50±0.30aA
Spelt	0	5.04±0.06eA	6.07±0.06eA	6.37±0.16dA
	25	5.87±0.21dC	6.57±0.06dD	6.79±0.12cC
	50	6.69±0.17cBC	7.20±0.10cB	7.00±0.10bcC
	75	7.17±0.16bB	7.57±0.06bA	7.27±0.21bD
	100	7.50±0.20aCD	7.87±0.06aB	7.67±0.16aDE
Sünter	0	5.04±0.06eA	6.07±0.06eA	6.37±0.16dA
	25	5.84±0.06dC	6.30±0.10dE	6.64±0.06cD
	50	6.00±0.10cD	6.97±0.06cD	7.04±0.06bC
	75	6.30±0.09bD	7.44±0.06bB	7.20±0.10bD
	100	6.72±0.03aE	7.70±0.10aB	7.54±0.06aE

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

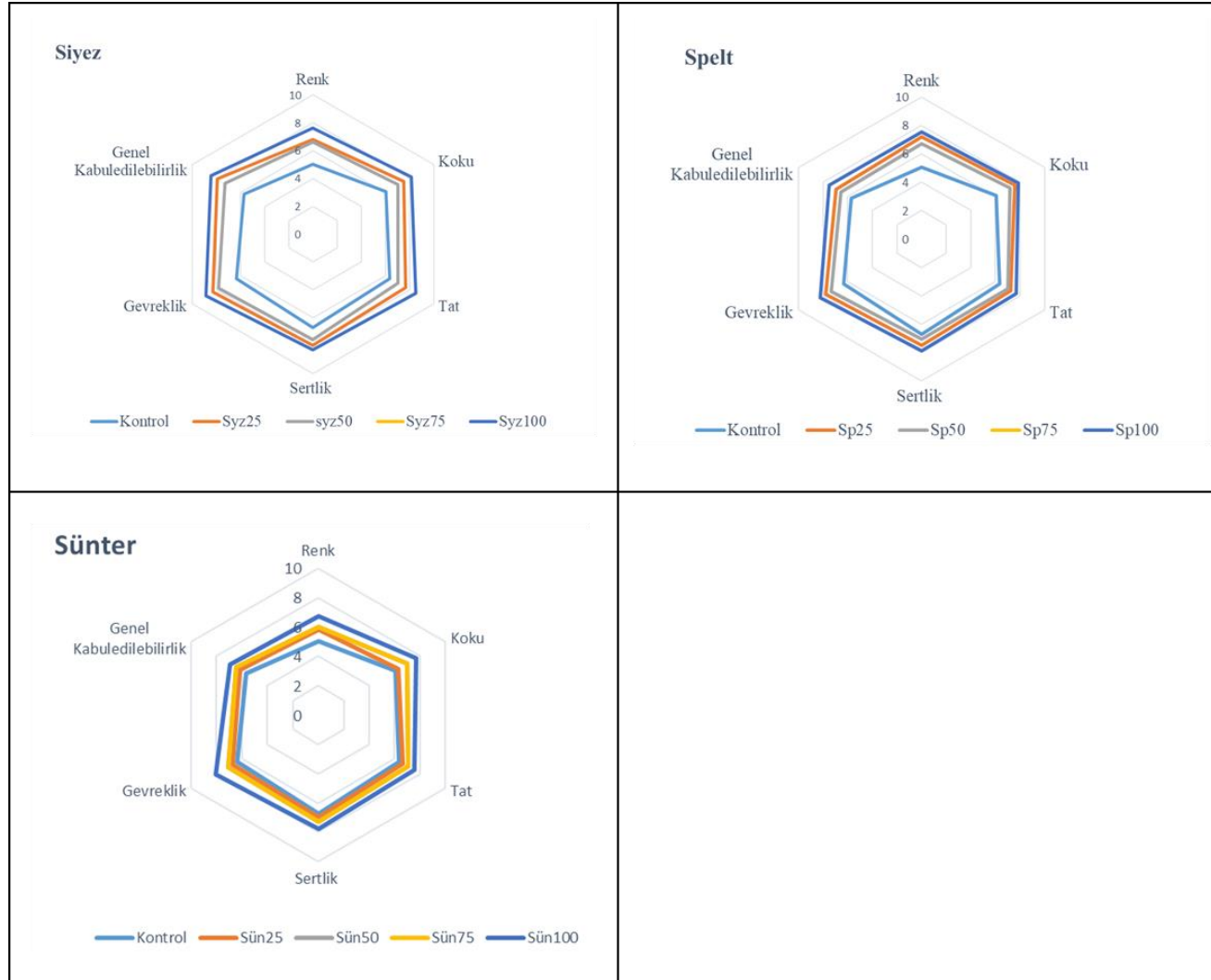
Çizelge 4.46 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin duyuşal değerleri

Çeşit	Katma oranı (%)	Sertlik	Gevreklik	Genel kabul edilebilirlik
Ak	0	6.70±0.1eA	6.35±0.14eA	5.70±0.10eA
	25	7.32±0.08dA	6.74±0.06dD	6.42±0.09dC
	50	7.54±0.06cAB	6.97±0.06cD	6.92±0.15cC
	75	7.74±0.06bB	7.47±0.06bD	7.35±0.09bBC
	100	7.94±0.06aC	7.80±0.10aE	7.64±0.06aB
Kavılca	0	6.70±0.10eA	6.35±0.14eA	5.70±0.10eA
	25	7.07±0.12dBC	7.57±0.06dA	6.10±0.10dD
	50	7.37±0.06cCD	7.87±0.06cA	6.80±0.10cC
	75	7.54±0.06bC	8.34±0.12bA	7.47±0.06bB
	100	7.80±0.10aDE	8.67±0.06aB	7.77±0.06aB
Köse	0	6.70±0.10eA	6.35±0.14eA	5.70±0.1cA
	25	7.14±0.12dBC	7.24±0.21dB	7.57±0.06abA
	50	7.44±0.06cBC	7.77±0.06cA	7.87±0.12aA
	75	7.82±0.08bBC	8.10±0.10bB	7.12±0.34bCD
	100	8.14±0.06aB	8.54±0.06aC	7.29±0.48aC
Sivas	0	6.70±0.10eA	6.35±0.14eA	5.70±0.10eA
	25	7.15±0.14dAB	6.87±0.06dCD	6.44±0.06dC
	50	7.54±0.06cAB	7.17±0.06cC	6.77±0.06cC
	75	7.97±0.06bA	7.54±0.06bD	7.24±0.06bBC
	100	8.24±0.06aAB	7.84±0.06aE	7.47±0.06aBC
Siyez	0	6.70±0.10eA	6.35±0.14eA	5.70±0.10eA
	25	7.00±0.10dBC	7.14±0.12dB	6.80±0.08dB
	50	7.57±0.06cA	7.80±0.10cA	7.30±0.10cB
	75	7.97±0.06bA	8.27±0.06bA	7.90±0.10bA
	100	8.30±0.10aA	8.84±0.06aA	8.44±0.06aA
Spelt	0	6.70±0.10dA	6.35±0.14eA	5.70±0.10eA
	25	6.80±0.10dD	6.94±0.06dC	6.20±0.09dD
	50	7.04±0.12cE	7.37±0.06cB	6.57±0.06cD
	75	7.50±0.10bC	7.80±0.10bC	6.97±0.06bDE
	100	7.90±0.01aCD	8.27±0.06aD	7.54±0.06aBC
Sünter	0	6.70±0.10eA	6.35±0.14eA	5.70±0.10eA
	25	6.97±0.06dCD	6.75±0.05dD	6.19±0.08dD
	50	7.27±0.06cD	7.10±0.10cC	6.47±0.06cD
	75	7.57±0.06bCD	7.57±0.06bD	6.77±0.06bE
	100	7.74±0.06aE	8.07±0.12aE	6.94±0.06aD

Aynı sütunda verilen 'a-e' harfleri aynı çeşit tam buğday ununun farklı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05). Aynı sütundaki 'A-E' harfleri farklı çeşit tam buğday unlarının aynı katma oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).



Şekil 4.5 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin ait polar koordinat grafikleri



Şekil 4.6 Şanlı buğday ununa farklı oranlarda yerel ve kavuzlu tam buğday unları katılarak yapılan krakerlerin ait polar koordinat grafikleri

Çizelge 4.45 ve 4.46'da da görüldüğü üzere Şanlı rafine un ile yapılan krakerler renk, koku, tat, sertlik, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik bakımından panelistlerin verdiği puan ortalamaları sırasıyla 5.04, 6.07, 6.37, 6.70, 6.35, 5.70, olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.46'dan da görüldüğü üzere sertlik, gevreklik ve genel kabuledilebilirlik krakerlerin sertlik, gevreklik ve genel kabuledilebilirlik değerleri tam buğday unu katma oranı arttıkça artmış ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ )

Çizelge 4.46'dan da görüldüğü üzere %25 tam buğday unu içeren krakerlerde sertlik bakımından en beğenilen Ak çeşidinden yapılan kraker olurken (7.32) en az beğenilen Spelt (6.380) çeşidinden yapılan krakerler olmuştur. %100 tam buğday unu içeren krakerlerde ise sertlik bakımından en beğenilen Siyez çeşidinden yapılan kraker olurken (7.30) en az beğenilen Sünter (7.74) çeşidinden yapılan krakerler olmuştur.

Çizelge 4.46'dan da görüldüğü gibi %25 tam buğday unu içeren krakerlerde gevreklik bakımından Kavılca (7.57,) çeşidinden yapılan krakerler en yüksek puanı alırken en az puanı Ak (6.74) ve Sünter (6.75) çeşidinden yapılan krakerler almıştır. %50 tam buğday içeren krakerlerde gevreklik bakımından ise en beğenilen Köse (7.77) ve Siyez (7.80) çeşidinden yapılan kraker olurken ve en az beğenilen Ak (6.97) çeşidinden yapılan krakerler olduğu bulunmuştur. %100 tam buğday unu içeren krakerlerde gevreklik bakımından en beğenilen Siyez çeşidinden yapılan kraker olurken (8.84) Ak (7.80), Sivas (7.84) ve Sünter (8.07) en düşük puanı alıp en az beğenilen krakerler olmuştur.

Çizelge 4.46 incelendiğinde %25 tam buğday içeren krakerlerde genel kabuledilebilirlik bakımından en beğenilen Köse çeşidinden yapılan kraker olurken (7.57) ve en az beğenilen krakerlerin ise Kavılca (6.10) çeşidinden yapılan krakerler olduğu görülmüştür. %50 tam buğday unu içeren krakerlerde ise genel kabul edilebilirlik bakımından en beğenilen Köse çeşidinden yapılan kraker olurken (7.87) en az beğenilen Sünter (6.47) çeşidinden yapılan krakerler olmuştur. %100 tam buğday

unu içeren krakerlerde genel kabul edilebilirlik bakımından en beğenilen Siyez çeşidinden yapılan kraker olurken (8.44) en az beğenilen Sünter (6.94) çeşidinden yapılan krakerler olmuştur.

Şekil 4.3’de Siyez çeşidine ait karışımlardan yapılan krakerlerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde tat, sertlik, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik açısından %100 tam buğday unu katkılı krakerlerin kontrol örneğinden daha yüksek puanlar aldığı görölmektedir.

Köse çeşidine ait karışımlardan yapılan krakerlerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde ise genel kabul edilebilirlik açısından %50 tam buğday katkılı krakerlerin en beğenilen krakerler olduğu görölmektedir.

Şekil 4.3’de Kavılca çeşidine ait karışımlardan yapılan krakerlerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde renk, tat, sertlik, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik açısından %100 tam buğday unu katkılı krakerlerin kontrol örneğinden daha yüksek puanlar aldığı görölmektedir.

Ayrıca Kavılca çeşidine ait karışımlardan yapılan krakerlerin duyuşal özelliklerine ait polar koordinat grafikleri incelendiğinde ise renk açısından %100 tam buğday katkılı krakerlerin en beğenilen krakerler olduğu görölmektedir.

Türkaslan vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada rafine buğday unu, Kavılca, Siyez ve Spelt tam buğday unlarından yapılan krakerlerde duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada tüm krakerlerin çıtırlık, lezzet ve genel beğeni özellikleri açısından birbirleri arasında istatistiksel olarak fark oluşturmayan puanlar aldıkları görölmüştür.

## 5. SONUÇ

Yerel ve kavuzlu buğdayların tam tahıl şeklinde tüketilmeleri halinde fenolik bileşikler, tokoferoller, karotenoidler, vitaminler, mineraller ve diyet lifler gibi fonksiyonel bileşenler açısından modern buğday türlerine göre üstün özellikler göstermeleri bu buğdaylara olan ilgiyi arttırmıştır.

Yapılan bu çalışmanın ilk aşamasında dört farklı yerel buğday (Köse 220-39, Sivas 111-33, Ak 702, Sünter) ve üç kavuzlu (Siyez, Kavılca ve Spelt) buğday çeşidinden elde edilen tam buğday unlarının ve üç farklı modern buğdayların fiziksel, kimyasal, fiziko-kimyasal ve reolojik özellikleri, fenolik asit kompozisyonları (*ferulik* asit vb.), toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, mineral madde, diyet lif (çözünen ve çözünmeyen) ve fitik asit miktarları belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite değerleri göz önüne alındığında kavuzlu buğdaylardan Kavılca çeşidinde en yüksek değerler görülmüştür. Bir diğer kavuzlu buğday çeşidi olan Spelt buğdayından elde edilen tam unun ise çözünebilir diyet lif miktarı en fazla bulunurken fitik asit miktarının en düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının fenolik asit kompozisyonları bakımından serbest fenolik ekstraktlarında *ferulik* ve *siringik* asit en fazla Sünter buğday çeşidinde görülmüştür. Yerel, kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unlarının bağlı fenolik ekstraktlarında ise *ferulik* asit ve *p -kumarik* asit bakımından sırasıyla Spelt ve Köse buğday çeşidi ön plana çıkmıştır. Yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinin modern buğday çeşitlerine kıyasla daha fazla mineral içerdiği bulunmuştur. Fe içeriği bakımından en yüksek değer Spelt buğdayında görülürken Mg ve Mn içeriği bakımından ise Ak çeşidi ön plana çıkmıştır. Ca, K ve Zn içeriği bakımından ise Kavılca buğday çeşidinde en yüksek değerler görülmüştür. Yerel ve kavuzlu buğday unlarının fonksiyonel üstünlüklerine rağmen çeşitler arasında farklılık ve tam buğday ununun kepek içermesi nedeniyle hamur reolojik özellikleri olumsuz etkilenmiştir. Siyez çeşidinden elde edilen tam ununun farinogram değerlerinden gelişme süresi, su absorpsiyonu ve stabilite değerlerinin çok düşük olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın ikinci aşamasında ise yedi farklı (Köse, Sivas, Ak, Sünter, Siyez, Kavılca ve Spelt) buğday çeşidinden elde edilen tam tane unları, üç farklı ekmeklik modern buğday ununa (Tosunbey, Bayraktar ve Şanlı) beş farklı oranda (%0, 25, 50, 75 ve 100) katılarak ekmek, bisküvi ve kraker yapılmıştır. Yerel ve kavuzlu buğdayların modern buğdaylara göre bazı üstün besinsel özelliklere sahip olmalarına karşın teknolojik kaliteleri düşüktür. Ürünlerin teknolojik kalitelerini iyileştirmek amacıyla Tosunbey buğday unu ekmek, Bayraktar buğday unu bisküvi ve Şanlı buğday unu kraker yapımında kullanılmıştır. Yapılan ekmek, bisküvi ve krakerlerin fonksiyonel özellikleri, teknolojik kaliteleri ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır.

Ekmek yapımı için hazırlanan karışımlarda tam buğday unu katkısının artması hamurun farinogram ve alveogram özelliklerini olumsuz olarak etkilemiştir. Yapılan ekmeklerde tam buğday unu katkısının katkı miktarına bağılı olarak ekmeklerin ağırlıklarını arttırdığı, ekmek hacimlerini azalttığı, ekmek sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini arttırdığı, ekmek esneklik değerlerini ise azalttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte tam buğday unu katkısının artması ekmek kabuk ve iç rengini koyulaştırmış, duyuşal özelliklerini ise olumsuz yönde etkilemiştir. Panelistler tarafından ekmeklerin duyuşal özelliklerinden tat değerlerine verilen puanlar katkılı ekmeklerde kontrol ekmeğı örneğine kıyasla daha düşük olurken %25 katkı oranında Siyez çeşidinden yapılan ekmeklerde verilen puanlar kontrol örneğine göre daha yüksek olmuştur. Ayrıca çalışmada kullanılan yerel ve kavuzlu ve modern buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unları katkı oranına bağılı olarak ekmeklerin diyet lif, toplam fenolik madde, toplam antioksidan aktivite değerlerini, fitik asit ve mineral madde içeriklerini arttırmış olup %100 tam buğday unundan yapılan ekmeklerde en yüksek değerler görülmüştür. Sonuç olarak yerel ve kavuzlu tam buğday unlarından yapılan ekmeklerde ekmeklerin teknolojik kalite ve duyuşal özelliklerinde olumsuz etki görülmüştür. Özellikle %75 ve %100 katkı oranlarında yapılan ekmeklerin teknolojik kalitesinde görülen düşüş belirgin olmuştur. Ancak %25 ve %50 katkı oranlarında yerel ve kavuzlu tam buğday unlarının kullanılması, ekmeklerin fonksiyonel özelliklerini önemli derecede iyileştirdiğı tespit edilmiştir.

Yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı bisküvilerin çap ve yayılma oranlarını azaltırken kalınlıklarını ise arttırmıştır. Yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı katma oranına bağlı olarak bisküvilerin L\* değerini azaltmış b\* ve a\* değerini ise artırmış. Yapılan tüm bisküvilerin renginde meydana gelen koyulaşma %100 katma oranında çok daha belirgin olmuştur. Panelistler tarafından bisküvilerin genel kabuledilebilirlik özelliğine verdikleri puanlar katkılı örneklerde kontrol örneğine göre daha düşük bulunmuştur. %25 katma oranında çeşitler arasında Köse çeşidinden yapılan bisküviler en çok beğenilmiştir.

Bisküvi formülasyonlarına katılan farklı yerel ve kavuzlu buğday tam unları, katma oranlarına bağlı olarak diyet lif, toplam fenolik madde, toplam antioksidan aktivite değerleri, fitik asit ve mineral madde içeriklerini arttırmış olup %100 katma oranında ise bu etkilerin daha fazla artmasını sağlamıştır.

Yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı krakerlerin ağırlık, çap ve kalınlıklarını azaltmıştır. Yerel ve kavuzlu tam buğday unu katkısı katma oranına bağlı olarak krakerlerin L\* değerini azaltmış, b\* ve a\* değerlerini ise arttırmıştır. Krakerlerde ise panelistlerin renk, tat, görünüş, sertlik, gevreklik ve genel kabuledilebilirlik özelliklerine verdikleri puanlar genel olarak katkılı örneklerde kontrol örneğine göre daha yüksek olmuştur. %100 tam buğday unu içeren krakerlerde sertlik, gevreklik, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik bakımından en beğenilen Siyez çeşidinden yapılan krakerler olmuştur. %100 tam buğday unu içeren krakerlerde genel kabul edilebilirlik bakımından ise en az beğenilen Sünter buğday çeşidinden yapılan krakerler olmuştur. %100 tam buğday unu içeren krakerlerde renk bakımından ise Kavılca çeşidinden yapılan krakerler ön plana çıkmıştır.

Krakerlerin toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite değerleri açısından Kavılca buğday çeşidinden yapılmış krakerler en yüksek, Şanlı buğday çeşidinden yapılmış krakerlerde ise en düşük değerler görülmüştür. %100 yerel ve kavuzlu tam buğday unundan yapılmış krakerlerin ise en yüksek toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Çözünen diyet lif değerleri açısından Spelt buğday çeşidine ait krakerlerin en yüksek, Kavılca çeşidine ait krakerlerin ise en

düşük değer verdiği tespit edilmiştir. Toplam diyet lif değerleri bakımından ise en yüksek değer Kavılca çeşidinden yapılmış krakerlerde bulunmuştur. Fitik asit miktarının Sivas buğday çeşidi ile yapılan krakerlerde yüksek, Siyez çeşidi ile yapılanlarda ise en düşük olduğu görülmüştür. Tam buğday unu oranı arttıkça fitik asit miktarının arttığı belirlenmiştir. Tam buğday unu oranı artışı ile fitik asit miktarındaki artışın Spelt buğday çeşidinde en düşük oranda gerçekleştiği görülmüştür. Fe içeriği bakımından en yüksek değer Spelt buğdayından yapılan krakerlerde görülürken Mn içeriği bakımından ise Ak çeşidinden yapılan krakerlerde görülmüştür.

Sonuç olarak yerel ve kavuzlu buğday çeşitlerinden kabul edilebilir özellikte ekmek, bisküvi ve kraker yapılmıştır. Bu buğday çeşitlerinin fırın ürünleri için değerli ham madde oldukları ve yapılacak çalışmalarda farklı ürünlerde de kullanılması tavsiye edilebilir.

## KAYNAKLAR

- AACCI International, 2010. The AACC Approved Methods of Analysis. 11th Edition, Methods: 44-15A, 46-30, 38-12A, 56-61A, 56-81B, 54-21, 54-30, The Association: St. Paul. MN., USA.
- Abdel-Aal, E.S.M. and Hucl P. 2002. Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products. *Journal of Food Composition Analysis*, 15, 737-747.
- Abdel-Aal, E.S.M. and Rabalski I. 2008. Effect of baking on nutritional properties of starch in organic Spelt whole grain products. *Cereal Chemistry*, 111, 150–156.
- Abdel-Aal, E.-S.M., Hucl, P., Sosulski, F.W. 1995. Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and Spelt wheats. *Cereal Chemistry*, 72, 621–624.
- Abdel-Aal, E.-S.M., Young, J.C., Akhtar, M.H., Rabalski, I. 2010. Stability of lutein in wholegrain bakery products naturally high in lutein or fortified with free lutein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 10109-101117.
- Adom, K.K., Liu, R.H. 2002. Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6182-6187.
- Akar, T., Cengiz, M.; Tekin, M. A. 2019. Comparative study of protein and free amino acid contents in some important ancient wheat lines. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11, 191–200.
- Akman, H., Sirel Yeşildağ, Z., Zengin,. G. 2023. Evaluating total phenolic content, antioxidant activity, highmolecular weight glutenin subunits (hmw-gs), and grain yield parameters of cultivated wheat and hybrids. *Gesunde Pflanzen*, 75, 2823–2833.
- AOAC Official Method 991.43., 2006. Total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods. First action 1991, final action 1994. AOAC International.
- Arzani, A., Ashraf, M. 2017. Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): A potential source of health-beneficial food products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 477–488.
- Asselman, A., Straten, G., Boom, R., Esveld, D., Boxtel, A. 2007. Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 285-298.
- Banu, I, Stoenescu G, Ionescu VS, Aprodu I 2012. Effect of the addition of wheat bran stream on dough rheology and bread quality. *AUDJG Food Technology*, 36(1):39–52.
- Barański, M., Lacko-Bartošová, M.; Rembiałkowska, E.; Lacko-Bartošová, L. 2020. The effect of species and cultivation year on phenolic acids Content in Ancient Wheat. *Agronomy*, 10, 673.
- Belcar, J, Sobczyk A, Sobolewska M, Stankowski S, Gorzelany J 2020. Characteristics of technological properties of grain and flour from ancient varieties of wheat

- (einkorn, emmer and Spelt). *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 24 (2): 269-278.
- Biel, W., Jaroszewska, A., Stankowski, S., Sobolewski, M., Pacelik, J.K. 2021. Comparison of yield, chemical composition and farinograph properties of common and ancient wheat grains. *European Food Research and Technology*, 247:1525–1538.
- Bilgiçli, N., İbanoğlu Ş., Herken H.N. 2007. Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. *Journal of Food Engineering*, 78, 86–89.
- 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.
- Boukid, F., Folloni, S., Sforza, S., Vittadini, E. ve Prandi B. 2018. Current trends in ancient grains-based food stuffs insights into nutritional aspects and technological applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17:123-136.
- Brandolini, A., Castoldi P., Plizzari L., Hidalgo A. 2013. Phenolic acids composition, total polyphenols content and antioxidant activity of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-years evaluation. *Journal of Cereal Science*, 58,123-131.
- Brandolini, A., Hidalgo A., Moscaritolo S. 2008. Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47: 599–609.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Brouns, F. 2022. Phytic acid and whole grains for health controversy. *Nutrients*,14, 25.
- Cakmak, I, Ozkan H, Braun HJ, Welch RM, Romheld V. 2000. Zinc and iron concentrations in seeds of wild, primitive, and modern wheats. *Food and Nutrition Bulletin*, 21:401–403.
- Cankurtaran Kömürcü, T. 2021. Investigation of the functional properties of some germinated ancient wheat and their use in noodle and bread production. Ph. D Thesis, Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey.
- Cankurtaran Kömürcü, T. 2022. Use of ancient wheat (einkorn and emmer) to improve the nutritional and functional properties of gevreks. *Journal of Institute of Science and Technology*, 12, 1539–1549.
- Cappelli, A., Cini, E., Guerrini, L., Masella, P., Angeloni, G., & Parenti, A. 2018. Predictive models of the rheological properties and optimal water content in doughs: An application to ancient grain flours with different degrees of refining. *Journal of Cereal Science*, 83, 229–235.
- Cetiner, B., Ozdemir B., Yazar S., Köksel H. 2022. Comparison of mineral concentration and bioavailability of various modern and old bread wheat varieties grown in Anatolia in around one century. *European Food Research*

and Technology.

- Chateigner-Boutin, A.-L., Lapiere, C., Alvarado, C., Yoshinaga, A., Barron, C., Bouchet, B., Bakan, B., Saulnier, L., Devaux, M.-F., Girousse, C. 2018. Ferulate and lignin cross-links increase in cell walls of wheat grain outer layers during late development. *Plant Science*, 276, 199–207.
- Christopher, A., Sarkar, D., Zwinger, Z., Shetty K. 2018. Ethnic food perspective of North Dakota common emmer wheat and relevance for health benefits targeting type 2 diabetes. *Journal of Ethnic Foods*, 5, 66-74.
- Corbellini, M., Empilli, S., Vaccino, P., Brandolini, A., Borghi, B., Heun, M. And Salamini, F. 1999. Einkorn characterization for bread and cookie production in relation to protein subunit composition, *Cereal Chemistry*, 76(5), 727–733.
- Cornfine, C, Hasenkopf K, Eisner P, Schweiggert U. 2010. Influence of chemical and physical modification on the bile acid binding capacity of dietary fibre from lupins (*Lupinus angustifolius* L.). *Food Chemistry*, 122:638–64.
- De Boland, A.R., Garner, G.B., and O’Dell, B.L. 1975. Identification and properties of “Phytate” in cereal grains and oilseed products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23, 1186–1189.
- Demir, M. 2015. Bisküvi üretiminde tam buğday unu ve paçallarının kullanımı. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 100–107.
- Deng L., Hou GG., Xu M., Bock J. 2020. Identifying functional characteristics of soft white wheat for saltine crackers. *Cereal Chemistry*, 00, 1–9.
- Dhanavath, S., Prasada Rao, U.J.S. 2017. Nutritional and nutraceutical properties of wheat and its health benefits: an overview. *Institute of Food Technologists*, 82, 2243-2250.
- Emeksizoglu, B. 2016. Kastamonu yöresinde yetiştirilen Siyez (*Triticum monococcum* L.) buğdayının bazı kalite özellikleri ile bazlama ve erişte yapımında kullanımının araştırılması. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Erba, D., Hialgo A., Bresciani J. and Brandolini A. 2011. Environmental and genotypic influences on trace element and mineral concentrations in whole meal flour of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*). *Journal of Cereal Science*, 54:250-254.
- Erkölencik, M.F., Kahraman, B. Özülkü, G., Tulukçu, E., Göktaş, H., Sağdıç, O., Arıcı, M. 2024 "Changes in the bioactivity of einkorn wheat during the maturation period and their effect on the properties of einkorn bread. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 48, 5, 13.
- Ertop, M.H. 2018. Comparison of industrial and homemade bulgur produced from einkorn wheat (*Triticum monococcum*) and durum wheat (*Triticum durum*): Physicochemical, nutritional and microtextural properties. *Journal Food Process Preservation*, 43:1-8.
- Fujita, A., Simsek, S., Schwarz, P.B. 2020. Observations on the malting of ancient wheats: einkorn, emmer and Spelt. *Fermentation*, 6, 125.

- Galterio, G., Cardarilli, D., Codianni, P., Acquistucci, R. 2001. Evaluation of chemical and technological characteristics of new lines of *Triticum turgidum* ssp. *Dicoccum*. *Nahrung/Food*, 45(4): 263–266.
- Gazza, L., Galassi E., Nocente F., Natale C. and Taddei F. 2022. Cooking quality and chemical and technological characteristics of wholegrain einkorn pasta obtained from micronized flour. *Foods*, 11, 2905.
- Gebruers, K., Dornez, E., Boros, D., Dynkowska, W., Bedó, Z., Rakszegi, M., & Courtin, C., M. 2008. Variation in the content of dietary fibre and components thereof in wheats in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9740-9749.
- Geisslitz, S., Wieser, H., Scherfa, K. A., Koehler, P. 2018. Gluten protein composition and aggregation properties as predictors for bread volume of common wheat, Spelt, durum wheat, emmer and einkorn. *Journal of Cereal Science*, 83, 204–212.
- Gotti R, Amadesi E, Fiori J, Bosi S, Bregola V, Marotti I, Dinelli G. 2018. Differentiation of modern and ancient varieties of common wheat by quantitative capillary electrophoretic profile of phenolic acids, *Journal of Chromatography A*.
- Graf, E., and Eaton, J.W. 1993. Suppression of colonic cancer by dietary phytic acid. *Nutrition Cancer*, 19, 11–19.
- Gujral, H. S., Mehta, S., Samra, I. S., & Goyal, P. 2003. Effect of wheat bran, coarse wheat flour, and rice flour on the instrumental texture of cookies. *International Journal of Food Properties*, 6(2),329–340.
- Gurcan, K., Demirel, F., Tekin, M., Demirel, S. ve Akar, T. 2017. Molecular and agromorphological characterization of ancient wheat landraces of Turkey. *BMC Plant Biology*, 17(1):10-17.
- Haug, W. ve Lantzs, H. J. 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hammed, M. A., Simsek, S. 2014. Hulled wheats: a review of nutritional properties and processing methods. *Cereal Chemistry*, 91(2), 97–104.
- Hempel, S., Jacob, A., Rohn, H. 2007. Influence of inulin modification and flour type on sensory quality of prebiotic wafer crackers. *European Food Research and Technology*, 224, 335-341.
- Hidalgo, A. and Brandolini, A. 2010. Heat damage of water biscuits from einkorn, durum and bread wheat flours. *Food Chemistry*, 128, 471–478.
- Hidalgo, A. and Brandolini, A. 2013. Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *Society of Chemical Industry*, 94:601–612.
- Hidalgo, A., and Brandolini, A. 2012. Lipooxygenase activity in whole meal flours from *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum*, and *Triticum aestivum*. *Food Chemistry*, 131, 1499-1503.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. and Ratti, S. 2009. Influence of genetic and environmental

- factors on selected nutritional traits of *Triticum monococcum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 6342-6348.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., & Pompei, C. 2010. Carotenoids evolution during pasta, bread and water biscuit preparation from wheat flours. *Food Chemistry*, 121,746–751.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Čanadanovic-Brunet, J., Četkovic, G., Tumbas-Šaponjac, V. 2018. Microencapsulates and extracts from red beetroot pomace modify antioxidant capacity, heat damage and colour of pseudocereals-enriched einkorn water biscuits. *Food Chemistry*, 268, 40–48.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C., & Piscozzi, R. 2006. Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *Monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 44, 182–193.
- Hocaoğlu O., Akçura M., 2014. Evaluating yield and yield components of pure lines selected from bread wheat landraces comparatively along with registered wheat cultivars in canakkale ecological conditions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1, 1528-1539.
- Hooda, S. and Jood, S. 2005. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*, 90, 427-435.
- Iorgachova vd. 2021. The usage of the whole grain Spelt flour in the cracker's technology IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 1031, 012105.
- Işık, F., Özgören, E., Sola, Y. 2022. Siyez, tam buğday ve beyaz buğday unları ile üretilen muffin keklerin kalite karakteristiklerinin karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28 (7), 1051–1061.
- Jenab, M., and Thompson, L.U. 1998. the influence of phytic acid in wheat bran on early biomarkers of colon carcinogenesis. *Carcinogenesis*, 19, 1087–1092.
- Jood, S., Kapoor, A.C. and Singh, R. (1995). Polyphenol and phytic acid contents of cereal grains as affected by insect infestation *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 435–438.
- Karakas, F.P., Keskin, C.N., Agil F., Zencirci N. 2022. Phenolic composition and antioxidant potential in Turkish einkorn, emmer, durum, and bread wheat grain and grass. *South African Journal of Botany*, 149, 407-415.
- Khmeleva, E., Berezina, N., Khmelev, A., Romyantseva, V., Kunitsyna, T., Rogacheva, Y. 2021. Emmer wheat (*Triticum dicoccum* (schrank.) schuebl.) in the technology of whole-wheat bread production. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 640.
- Kohajdova, Z., & Karovicova, J. 2008. Nutritional value and baking applications of Spelt wheat. *Technologia Alimentaria*, 7, 5-14.
- Konvalina, P., Stehno, Z., Capouchova, I., Zechner, E., Berger, S., Grausgruber, H., Janovska, D., Moudry, J. 2014. Differences in grain/straw ratio, protein content and yield in landraces and modern varieties of different wheat species under organic farming. *Euphytica*.

- Khmeleva, E., Berezina, N., Khmelev, A., Rumyantseva, V., Kunitsyna, T., Rogacheva, Y. 2021. Emmer wheat (*Triticum dicoccum* (schränk. schuebl.) in the technology of whole-wheat bread production. *Earth and Environmental Science* 640, 022026.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., ve Karacan, H.D. 2000. *Hububat Laboratuvarı El Kitabı*, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın no:47, Ankara.
- Kulathunga, J.; Reuhs, B. L., Zwinger, S., Simsek, S. 2021. Comparative study on kernel quality and chemical composition of ancient and modern wheat species: einkorn, emmer, Spelt and hard red spring wheat. *Foods*, 10(4), 761.
- Kulathunga, J.; Simsek, S. 2022. Dietary fiber variation in ancient and modern wheat species: einkorn, emmer, Spelt and hard red spring wheat. *Journal Cereal Science* 104, 103420.
- Lacko-Bartošova M., Konvalina P., Lacko-Bartošova L., Štěrba Z. 2019. Quality evaluation of emmer wheat genotypes based on rheological and Mixolab parameters. *Czech Journal Food Science*, 37,192-198.
- Lavelli V., Hidalgo A., Pompei C., Brandolini A. 2009. Radical scavenging activity of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) wholemeal flour and its relationship to soluble phenolic and lipophilic antioxidant content. *Journal of Cereal Science*, 49, 319–321.
- Levent, H. 2019. performance of einkorn (*Triticum monococcum* L.) flour in the manufacture of traditional turkish noodle. *The Journal of Food*, 44(5),932-942.
- Li J., Hau G.G., Chen Z., Chung A., Gehring K. 2014. Studying the effects of whole-wheat flour on the rheological properties and the quality attributes of whole-wheat saltine cracker using SRC, alveograph, rheometer, and NMR technique., *LWT-Food Science and Technology*, 55, 43-50.
- Loje L., Moller H., Laustsen B., Hansen A. 2003,. Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 37, 231-240.
- Lomolino, G., Morari, F., Ferro, N., Vincenzi, S. ve Pasini, G. 2017. Investigating the einkorn (*Triticum monococcum*) and common wheat (*Triticum aestivum*) bread crumb structure with X-ray microtomography: effects on rheological and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 1498–1507.
- Longin, C. F. H., Afzal M., Pfannstiel J., Bertsche U., Melzer T., Ruf A., Heger C., Pfaff T., Schollenberger M., Rodehu M. 2023. Mineral and phytic acid content as well as phytase activity in flours and breads made from different wheat species international. *Journal of Molecular Sciences*, 24, 2770.
- Lule, S.U. and Xia, W. 2005. Food phenolics, pros and cons: a review. *Food Reviews International*, 21, 367-388.
- Marconi E, Carcea M, Schiavone M, Cubadda R. 2002. Spelt (*Triticum Spelta* L.) pasta quality: Combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chemistry*, 79(5), 634–639.

- McCleary, B.V., DeVries, J.W., Rader, J.I., Cohen, G., Prosky, L., Mugford, D.C., Champ, M., Okuma, K. 2012. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber (CODEX definition) by enzymatic-gravimetric method and liquid chromatography: collaborative study. *J. AOAC Int.*, 95, 824–844.
- Menteş Yılmaz, Ö., Bakkalbaşı, E., Ercan, R. 2018. Phenolic acid contents and antioxidant activities of wheat milling fractions and the effect of flour extraction rate on antioxidant activity of bread. *Journal Food Biochemistry*, 12637.
- Messia, M. C., Reale, A., Maiuro, L., Candigliota, T., Sorrentino, E., Marconi, E. 2016. Effects of pre-fermented wheat bran on dough and bread characteristics. *Journal of Cereal Science*, 69, 138–144.
- Meziani, S., Nadaud, I., Tasleem-Tahir, A., Nurit, E., Benguella, R., Branlard, G. 2021. Wheat aleurone layer: A site enriched with nutrients and bioactive molecules with potential nutritional opportunities for breeding. *Journal Cereal Science*, 100, 103225.
- Nakov, G., Brandolini, A., Ivanova, N., Dimov, I., & Stamatovska V. 2018. The effect of einkorn (*Triticum monococcum* L.) whole meal flour addition on physico-chemical characteristics, biological active compounds and in vitro starch digestion of cookies. *Journal of Cereal Science*, 83, 116–122.
- Okuda, R., Tabara, A., Okusu, H. and Seguchi, M. 2016. Measurement of water absorption in wheat flour by mixograph test. *Food Science and Technology Research*, 22(6), 841-846.
- Ozkan, H., Brandolini, A., Torun, A., Altintas, S., Eker, S., Kilian, B., Cakmak, I. 2007. Natural variation and identification of microelements content in seeds of einkorn wheat (*Triticum monococcum*). In H. T. Buck, J. E. Nisi, & N. Salomón (Eds.), *Wheat production in stressed environments (455-462): Proceedings of the 7th International Wheat Conference, 27 November–2 December 2005. Mar del Plata, Argentina. Dordrecht: Springer Netherlands.*
- Özkaya, H. and Kahveci, B. 1990. Analyses methods of cereals and cereal products. Association of Food Technology, Ankara, Turkey.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B. 2005. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 31, 157.
- Piergiovanni, A.R.; Rizzi, R.; Pannacciulli, E.; Gatta, C. Della 1997. Mineral composition in hulled wheat grains: a comparison between emmer (*triticum dicoccon schrank*) and Spelt (*t. Spelta l.*) accessions. *International Journal Food Science Nutrition*, 48, 381–386.
- Podolska G., Aleksandrowicz E., Szafrńska A. 2020. Bread making potential of *Triticum aestivum* and *Triticum Spelta* species. *Open Life Science*, 15,30–40.
- Prueckler, M., Siebenhandl-Ehn, S., Apprich, S., Hoeltinger, S., Haas, C., Schmid, E., Kneifel, W. 2014. Wheat bran-based biorefinery 1: Composition of wheat bran and strategies of functionalization. *LWT-Food ScienceTechnology*, 56 (2), 211–221.
- Ramos S 2008. Cancer chemoprevention and chemotherapy: dietary polyphenols and

- signalling pathways. *Nutrition Food Research*, 52, 507–526.
- Rachon L., Szumiło G. 2009. Comparison of chemical composition of selected winter wheat species. *Journal Elementology*, 14(1), 135-146.
- Rachoń, L., Bobryk-Mamczarz, A., & Kiełtyka-Dadasiewicz, A. 2020. Hulled wheat productivity and quality in modern agriculture against conventional wheat species. *Agriculture*, 10 (7), 275.
- Rippin, H.L.; Hutchinson, J.; Greenwood, D.C.; Jewell, J.; Breda, J.J.; Martin, A.; Rippin, D.M.; Schindler, K.; Rust, P.; Fagt, S. 2020 Inequalities in education and national income are associated with poorer diet: Pooled analysis of individual participant data across European countries, *PloS One*, 15, 0232447.
- Rosell, C. M., Santos, E., and Collar, C. (2010). Physical characterization of fiber-enriched bread doughs by dual mixing and temperature constraint using the mixolab. *European Food Research and Technology*, 231(47), 535–544.
- Ruibal-Mendieta, N.L., Delacroix, D.L., Mignolet, E., Pycke, J.M., Marques, C., Rozenberg, R., Petitjean, G.A., Habib-Jiwan, J.L., Meurens, M., Quetin-Leclercq, J., Delzenne, N.M. and Larondelle, Y. 2005. Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 53, 2751–2759.
- Saini P., Islam M., Das R., Shekhar S., Sanjay A., Sinha K., Prasad K. 2023. Wheat bran as potential source of dietary fiber: prospects and challenges. *Journal of Food Composition and Analysis*, 116, 105030.
- Saka İ, Ozkaya H, Ozkaya B. 2020. Potential utilization of bulgur bran as a source of dietary fiber in cookies. *Cereal Chemistry*, 97, 930-939.
- Salantur, A. 2018 Köy çeşitleri ve buğday ıslahı, Türkiye Yerel Buğdaylar Sempozyumu. Özet Kitabı (ISBN 978-605-80871-0-1), 27-29.
- Schalk, K., Lang, C., Wieser, H., Koehler P. and Scherf, K. A. 2017. Quantitation of the immunodominant 33-mer peptide from  $\alpha$ -gliadin in wheat flours by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Scientific Reports*, 7(45092), 1-1.
- Serpen, A., Gökmen, V., Karagöz, A. ve Köksel, H. 2008. Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and einkorn (*Triticum monococcum* L.) wheat landraces. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 7285-7292.
- Shewry, P. R. 2018. Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat? *Journal of Cereal Science*, 79, 469-476.
- Shewry, P.R.; Hey, S. 2015. Do “ancient” wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *Journal Cereal Science*, 65, 236–243.
- Shi, X. ve Ling, H. 2018. Current advances in genome sequencing of common Wheat and its ancestral specie. *The Crop Journal*, 6, 15-21.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagent. *American Society for*

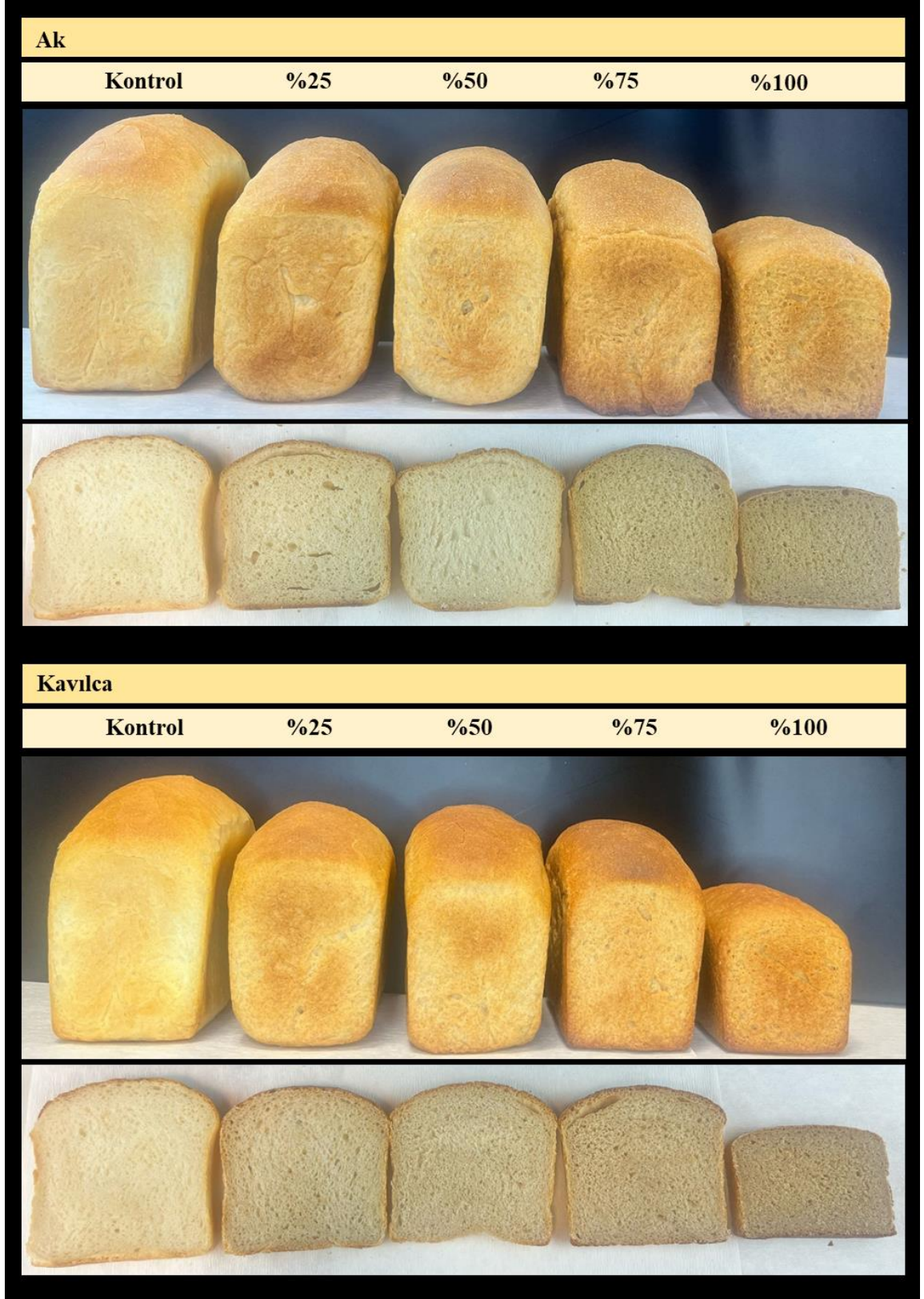
- Enology and Viticulture, 16, 144-158.
- Slavin, J. 2004. Whole grains and human health. Nutrition research reviews, 17(1), 99-110.
- Slavin, J.L. 2003. Why whole grains are protective: biological mechanisms. Proceedings of the Nutrition Society, 62, 129-134.
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan K., Walton J. 2012. Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 63(8), 1001-1013.
- Suchowilska E, Wiwart M, Kandler W, Krska R. 2012. A comparison of macro and microelement concentrations in the whole grain of four Triticum species. Plant Soil and Environment, 58(3), 141-7.
- Sudha, M. L., Vetrmani, R., Leelavathi, K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry, 100, 1365-1370.
- Supekar, DT, Patil SR, Munjal SV. 2005. Comparative study of some important aestivum, durum and dicoccum wheat cultivars for grain, flour quality and suitability for chapatti making characteristics. Journal Food Science Technogy 42, 488-92.
- Tadesse, W., Amri, A., Ogbonnoya, F.C., Sanchez-Garcia, M., Sohail Q. ve Baum, M. 2016. Wheat, eds. Singh, M. ve Upadhyaya, H.D., Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement, Academic Press, USA, 1:81-124.
- Thompson, L.U., Robb, P., Serraino, M., and Cheung, F. 1991. Mammalian lignin production from various foods. Nutrition Cancer, 16, 43-52.
- Türk Aslan, S., Işık, F., Yağmur, D. 2023. İlkel buğday unlarının krakerlerde kullanım potansiyeli. Gastronomy, 8 (1), 1-13.
- Wieser, H. 2000. Comparative investigations of gluten proteins from different wheat species I. Qualitative and quantitative composition of gluten protein types. European Food Research & Technology, 211, 262-268.
- Williams, B.A., Mikkelsen, D., Flanagan, B.M., Gidley, M.J. 2019. "Dietary fibre": moving beyond the "soluble/insoluble" classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. Journal of Animal Science Biotechnology, 10, 1-12.
- Yaman, H.M., Ordu, B., Zencirci, N. and Kan, M. 2020. Coupling socioeconomic factors and cultural practices in production of einkorn and emmer wheat species in Turkey. Environment, Development and Sustainability, 22, 8079-8096.
- Yılmaz, V.A. 2012. Siyez (*Triticum monococcum* L.) ve durum (*Triticum durum*) buğdayların bulgura işlenmesinde bulgur kalitesi. biyoaktif bileşenler ve antioksidan aktivitedeki değişimler. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2012, Samsun.
- Yılmaz, V.A., Brandolini A., Hidalgo A. 2015. Phenolic acids and antioxidant activity

- of wild, feral and domesticated diploid wheats, *Journal of Cereal Science*, 64, 168-175.
- Yılmaz, V.A., Koca, A.F. 2020. Quality, sensorial and textural properties of einkorn and durum bulgur produced with several methods. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100263.
- Zaharieva M., Monneveux P. 2014. Cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): the long life of a founder crop of agriculture. *Genetic Resource Crop Evolution*, 61:677-706.
- Zhao, F.J.; Su, Y.H.; Dunham, S.J.; Rakszegi, M., Bedo, Z.; McGrath, S.P.; Shewry, P.R. 2009. Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal Cereal Science*, 49, 290–295.
- Zhygunov D., Toporash I., Barkovska Y., Yehorshyn Y. 2020. Comparison of alveograph characteristic of flour obtained from different types of common wheat and Spelt wheat. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 1, 77, 23-30.
- Zielinski, H., Ceglinska, A. ve Michalska, A. 2008. Bioactive compounds in Spelt bread. *European Food Research Technology*, 226:537–544.

## **EKLER**

- EK 1 Tosunbey Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel Ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları**
- EK 2 Bayraktar 2000 Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Bisküvilerin Fotoğrafları**
- EK 3 Şanlı Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Krakerlerin Fotoğrafları**

**EK 1 Tosunbey Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları**



**Köse**

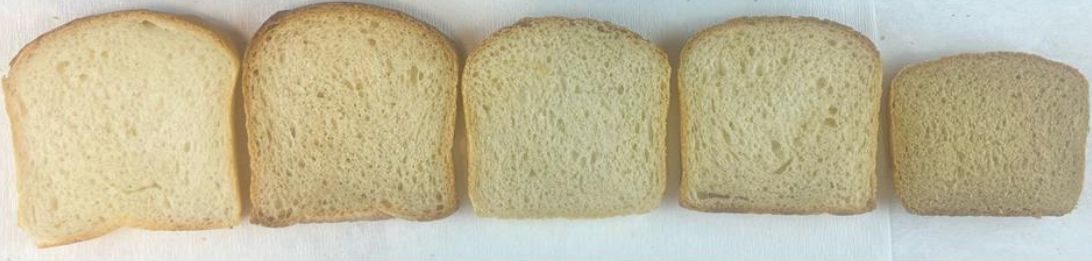
**Kontrol**

**%25**

**%50**

**%75**

**%100**



**Sivas**

**Kontrol**

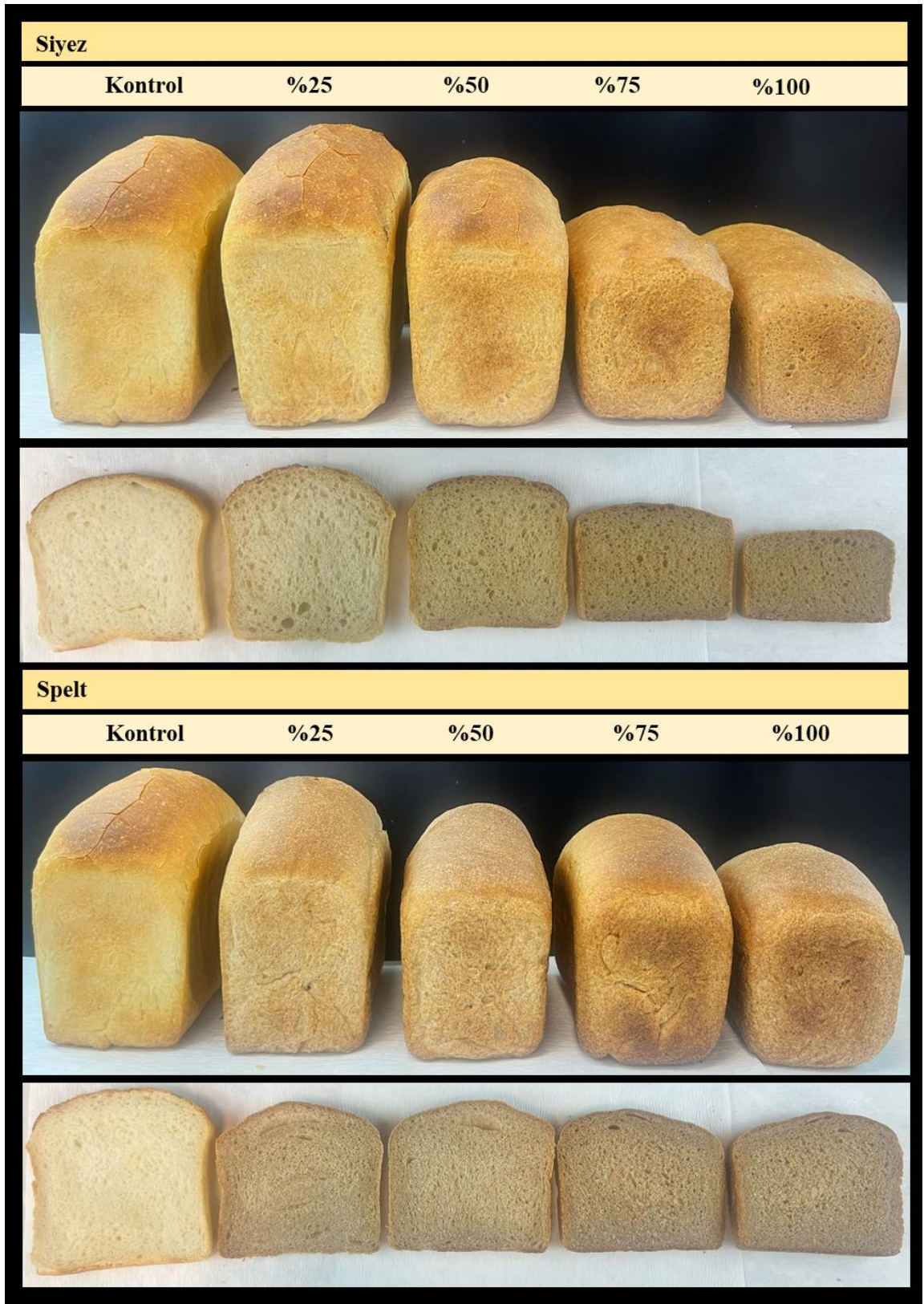
**%25**

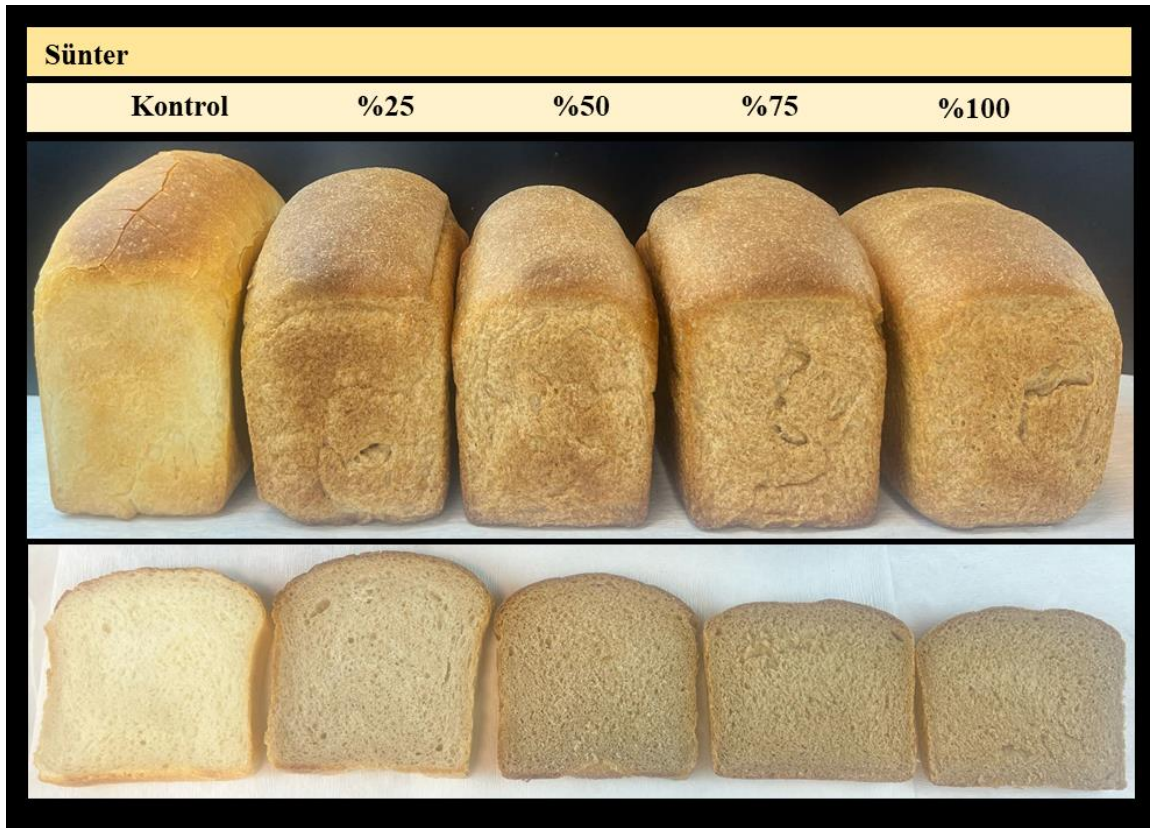
**%50**

**%75**

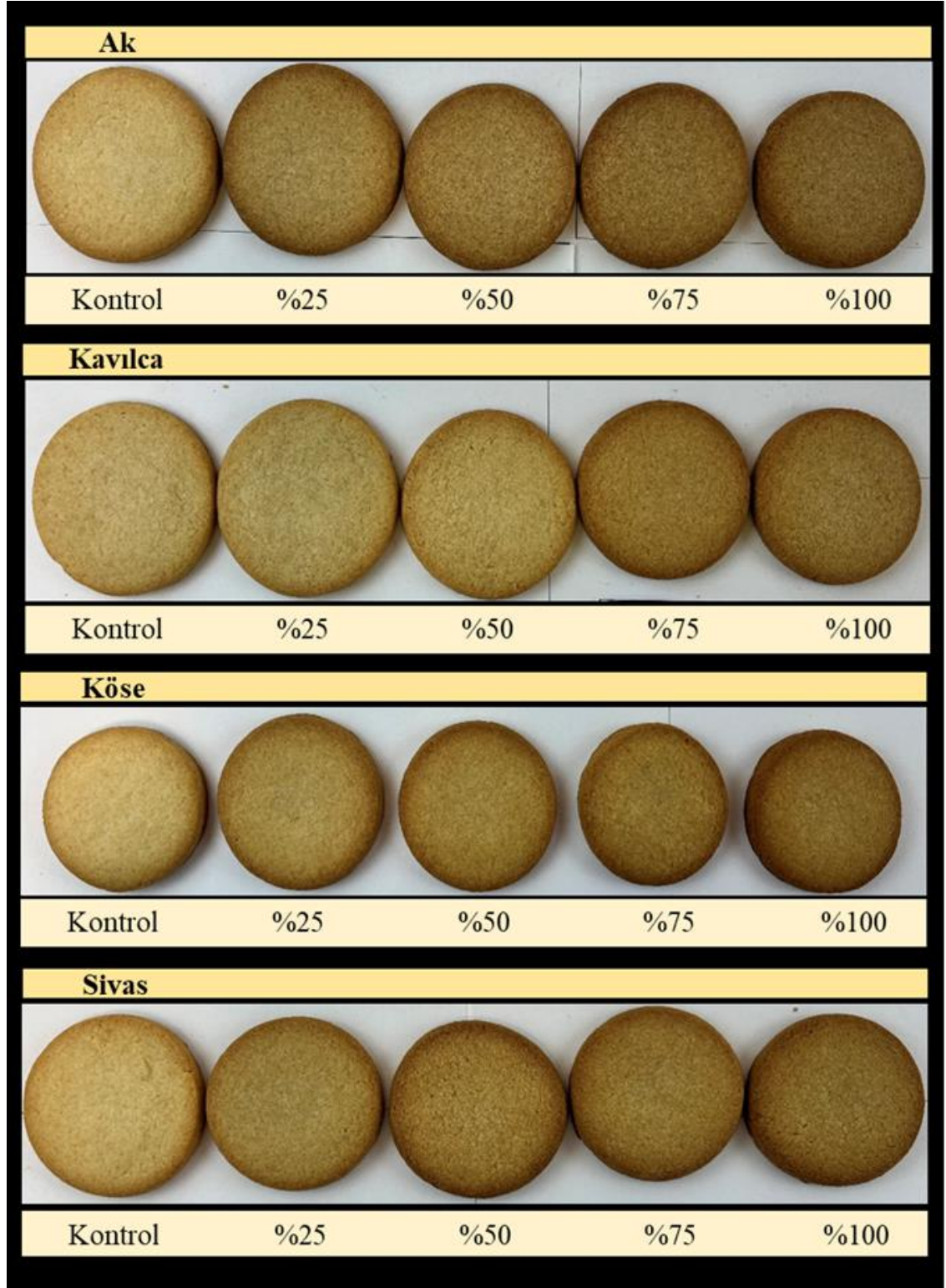
**%100**

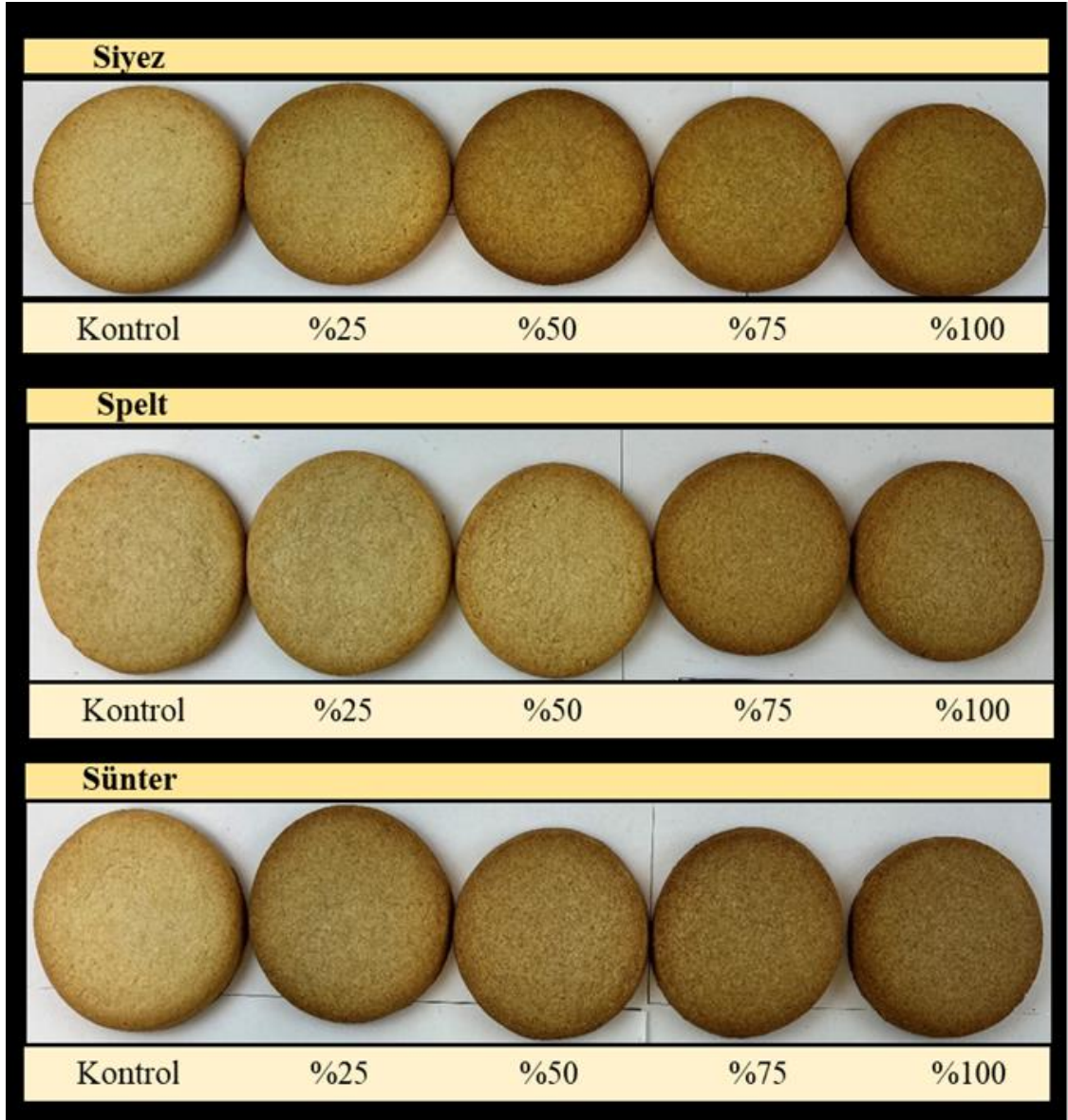






**EK 2 Bayraktar 2000 Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Bisküvilerin Fotoğrafları**





**EK 3 Şanlı Buğday Ununa Farklı Oranlarda Yerel ve Kavuzlu Tam Buğday Unları Katılarak Yapılan Krakerlerin Fotoğrafları**

