



**TAM TANE KAVUZSUZ ARPA UNUNUN  
EKMEK VE BİSKÜVİ YAPIMINDA  
KULLANIMI  
EZGİ YILMAZ  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU  
2022**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TAM TANE KAVUZSUZ ARPA UNUNUN EKMEK VE BİSKÜVİ YAPIMINDA**  
**KULLANIMI**

**EZGİ YILMAZ**  
**ORCID: 0000-0001-9613-6823**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU**

**ŞUBAT-2022**  
**Her hakkı saklıdır.**

## BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURALLARINA UYUM BEYANI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan ve Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan “Tam Tane Kavuzsuz Arpa Ununun Ekmek ve Bisküvi Yapımında Kullanımı” isimli bu tez çalışmasıyla ilgili olarak;

- Bu tez çalışmasının tarafımda hazırlanan özgün bir çalışma olduğunu,
- Hazırlık, veri toplama, analiz ve bulguların sunumu olmak üzere tüm aşamalarında “bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına” uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilmemiş olan tüm veri ve bilgiler için bilimsel normlara uygun kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara tezin “Kaynaklar” bölümünde yer verdiğimi,
- Tez çalışmamın Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesinde kullanılan “bilimsel intihal programı” ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığımı,
- Çizelgede verilen bilgilerin doğruluğunu,

---

Şekil Sayısı	16	Çizelge Sayısı	30	Kaynak Sayısı	160
--------------	----	----------------	----	---------------	-----

---

Ek Sayısı	4	Sayfa Sayısı	141	<b>Tez Savunma Tarihi</b>	08/02/2022
-----------	---	--------------	-----	---------------------------	------------

---

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

(İmza)

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

.tarafından hazırlanan “TAM TANE KAVUZSUZ ARPA UNUNUN EKMEK VE BİSKÜVİ YAPIMINDA KULLANIMI” isimli bu çalışma, 08/02/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman: ,**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları sağladığımı onaylıyorum. ....

**Başkan:**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ....

**Üye:**

Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Bursa Uludağ Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini Enstitü Yönetim Kurulu adına onaylıyorum.

.....

Doç. Dr.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### TAM TANE KAVUZSUZ ARPA UNUNUN EKMEK VE BİSKÜVİ YAPIMINDA KULLANIMI

Ezgi YILMAZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

Tez çalışmasında, yerli ıslah çeşitleri Yalın ve Özen tam tane kavuzsuz arpa unlarının ekme ve bisküvi yapımında kullanım olanakları araştırılmıştır. Yalın ve Özen arpa örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiş ve laboratuvar değirmeninde tam arpa unu olarak öğütüldükten sonra ekme ve bisküvi formülasyonlarına üç farklı oranda (%10, %20 ve %30) ilave edilmiştir. Un örneklerinin fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri analiz edilmiştir. Yalın çeşidinin tane uzunluğu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, camsılık oranı, tane nem oranı, beyaz un verimi ve b\* renk değeri Özen çeşidinden daha yüksek ( $p<0,05$ ); a\* renk değeri ( $p<0,05$ ), tanede protein ( $p>0,05$ ) ve kül oranı ( $p>0,05$ ) daha düşük belirlenmiştir. Ekmeklik ve bisküvilik buğday unlarında, tam arpa unu ilave oranı arttıkça örneklerin nem, kül, farinograf analizinde su absorpsiyonu ve ekstensograf analizinde oran değerleri artmış; yaş gluten, gluten indeks, sedimantasyon ve ekstensograf analizinde uzayabilirlik değerleri azalmıştır. Arpa unu ilave edilmesi, ekme örneklerinin ağırlık, yükseklik ve tekstürel analiz; bisküvi örneklerinin kalınlık, genişlik, uzunluk ve nem değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar ( $p<0,05$ ) oluşturmuştur. Arpa unu ilavesi ekme ve bisküvi örneklerinin sertlik değerlerini arttırmıştır. Duyusal analizde, kavuzsuz arpa unu ilave edilen örnekler arasında en fazla beğeniyi Yalın çeşidini %10 oranında içeren ekme ve bisküvi örnekleri almıştır. Kalite ve duyusal özellikleri etkilemeden ekme ve bisküvi formülasyonuna %10 oranına kadar kavuzsuz tam arpa unu ilave edilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Kavuzsuz Arpa, Tam Arpa Unu, Ekme, Bisküvi

**ABSTRACT**  
**THE USE OF WHOLE GRAIN HULLESS BARLEY FLOUR IN BREAD AND  
BISCUIT MAKING**

Ezgi YILMAZ

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

In this research, the possibilities of using whole grain flours of domestic hulless barley varieties Yalın and Özen were researched in bread and biscuit making. First, the physical and chemical properties of Yalın and Özen barley samples were analyzed and grains were grounded into flour using laboratory mills. After Yalın and Özen hulless barley flours were added to bread and biscuit formulations in three different percentages (10%, 20% and 30%). The physical, chemical, physicochemical and rheological properties of the flour samples were analyzed. Grain size, 1000 grain weight, hectoliter weight, vitreousness rate, grain moisture content, white flour yield, b\* color value were found higher in Yalın variety than Özen variety ( $p < 0,05$ ); however, a\* color value ( $p < 0,05$ ), grain protein ( $p > 0,05$ ) and ash content ( $p > 0,05$ ) were found lower in Yalın variety than Özen. It's found out that as the proportions of whole grain hulless barley flour additions to bread and biscuit flours increase, moisture, ash, water absorbtion in farinograph analysis and ratio values in extensograph analysis of the samples were observed to increase. However, wet gluten, gluten index, sedimentation, extensibility values in extensograph analysis were observed to decrease. The use of barley flour created statistically significant differences in the weight, height and textural analysis of bread samples, and thickness, width, length and moisture values of biscuit samples ( $p < 0,05$ ). Addition of barley flour increased the hardness value of bread and biscuit samples. In the sensory analysis, among the samples, the most liked ones were the bread and biscuit with 10% Yalın hulless barley flour added. In addition, it was revealed that the breads and biscuits with the same addition percentage of Yalın and Özen hulless barley flours, Yalın variety got higher scores than Özen variety. Up to 10% hulless barley flour can be added to the bread and biscuit formulations without affecting the quality and sensory.

**Keywords:** Hulless Barley, Whole Barley Flour, Bread, Biscuit

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1    Literatür Özeti.....	4
1.1.1    Arpa .....	4
1.1.1.1    Arpanın Kimyasal Bileşimi .....	10
1.1.1.2    Arpanın Diyet Lifi ve $\beta$ -Glukan İçeriği .....	11
1.1.2    Kavuzsuz Arpa .....	15
1.1.3    Arpanın Unlu Mamullerde Kullanılması.....	19
1.1.3.1    Ekmek Yapımında Kullanımı .....	19
1.1.3.2    Bisküvi Yapımında Kullanımı .....	22
1.1.3.3    Diğer Gıdalarda Kullanımı .....	24
1.2    Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	26
<b>2. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>27</b>
2.1    Materyal.....	27
2.2    Yöntem .....	28
2.2.1    Kavuzsuz Arpa Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	28
2.2.1.1    Tane Boyutu.....	28
2.2.1.2    Bin Tane Ağırlığı .....	28
2.2.1.3    Hektolitre Ağırlığı .....	28
2.2.1.4    Camsılık Tayini .....	28
2.2.1.5    Nem İçeriğinin Belirlenmesi.....	28
2.2.1.6    Protein İçeriğinin Belirlenmesi .....	28
2.2.1.7    Kül İçeriğinin Belirlenmesi .....	29
2.2.1.8    Beyaz Un Verimi .....	29
2.2.1.9    Renk Analizi .....	30

2.2.2	Ekmeklik Un Karışımlarının Hazırlanması ve Analizleri .....	30
2.2.2.1	Nem İçeriğinin Belirlenmesi.....	30
2.2.2.2	Protein İçeriğinin Belirlenmesi.....	31
2.2.2.3	Kül İçeriğinin Belirlenmesi .....	31
2.2.2.4	Yaş Gluten ve Gluten İndeks Değerlerinin Belirlenmesi .....	31
2.2.2.5	Sedimentasyon ve Gecikmeli Sedimentasyon Değerlerinin Belirlenmesi ..	31
2.2.2.6	Düşme Sayısı Analizi .....	31
2.2.2.7	Farinograf Analizi.....	31
2.2.2.8	Ekstensograf Analizi.....	32
2.2.2.9	Mikro Visko-Amilograf Analizi .....	32
2.2.3	Ekmek Üretim Denemeleri.....	33
2.2.4	Ekmek Örneklerinde Analizler.....	34
2.2.4.1	Fiziksel Analizler.....	34
2.2.4.2	Tekstür Analizi (Ekmek içi sertliği) .....	35
2.2.4.3	Duyusal Analiz .....	35
2.2.5	Bisküvilik Un Karışımlarının Hazırlanması ve Analizleri .....	35
2.2.5.1	Nem İçeriğinin Belirlenmesi.....	35
2.2.5.2	Protein İçeriğinin Belirlenmesi.....	35
2.2.5.3	Kül İçeriğinin Belirlenmesi .....	36
2.2.5.4	Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi.....	36
2.2.5.5	Yaş Gluten ve Gluten İndeks Değerlerinin Belirlenmesi .....	36
2.2.5.6	Sedimentasyon ve Gecikmeli Sedimentasyon Değerlerinin Belirlenmesi ..	36
2.2.5.7	Düşme Sayısı Analizi .....	36
2.2.5.8	Farinograf Analizi.....	37
2.2.5.9	Ekstensograf Analizi.....	37
2.2.5.10	Mikro Visko-Amilograf Analizi.....	37
2.2.6	Bisküvi Üretim Denemeleri.....	37
2.2.7	Bisküvi Örneklerinde Analizler.....	39
2.2.7.1	Renk Analizi .....	39
2.2.7.2	Ağırlık Ölçümü .....	39
2.2.7.3	Kalınlık, Genişlik ve Uzunluk Ölçümü .....	39
2.2.7.4	Nem Analizi.....	40
2.2.7.5	pH Analizi.....	40
2.2.7.6	Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi.....	40



2.2.7.7	Tekstür Analizi .....	40
2.2.7.8	Duyusal Analiz .....	41
2.2.8	İstatistiksel Analizler .....	41
<b>3.</b>	<b>ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>42</b>
3.1	Kavuzsuz Arpa Örneklerinde Yapılan Analizler.....	42
3.2	Ekmeklik Unların Analizleri .....	45
3.2.1	Nem, Protein ve Kül İçeriği.....	45
3.2.2	Yaş Gluten, Gluten İndeks, Sedimentasyon, Gecikmeli Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri.....	48
3.2.3	Farinograf Analizi Sonuçları .....	52
3.2.4	Ekstensograf Analizi Sonuçları .....	55
3.2.5	Mikro Visko-Amilograf Analizi Sonuçları .....	60
3.3	Ekmek Örneklerinin Analiz Sonuçları .....	64
3.3.1	Ekmek Örneklerinin Ağırlık, Genişlik, Yükseklik, Uzunluk ve Spesifik Hacim Değerleri .....	64
3.3.2	Sertlik Değerleri .....	68
3.3.3	Ekmek Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları .....	70
3.4	Bisküvi Unlarının Analiz Sonuçları .....	72
3.4.1	Nem, Protein, Kül ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri.....	72
3.4.2	Yaş Gluten, Gluten İndeks, Sedimentasyon, Gecikmeli Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri.....	75
3.4.3	Farinograf Analizi Sonuçları .....	78
3.4.4	Ekstensograf Analizi Sonuçları .....	80
3.4.5	Mikro Visko-Amilograf Analizi Sonuçları .....	83
3.5	Bisküvi Örneklerinin Analiz Sonuçları .....	86
3.5.1	Renk Analizi Sonuçları.....	86
3.5.2	Ağırlık, Kalınlık, Genişlik, Uzunluk, Nem ve pH Değerleri ile Toplam Fenolik Madde İçeriği .....	90
3.5.3	Sertlik ve Kırılganlık Değerleri .....	94
3.5.4	Duyusal Analiz Sonuçları.....	96
<b>4.</b>	<b>SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>100</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>104</b>
	<b>EK-1. EKMEK DUYUSAL ANALİZ FORMU .....</b>	<b>115</b>
	<b>EK-2. BİSKÜVİ DUYUSAL ANALİZ FORMU .....</b>	<b>117</b>

<b>EK-3. EKMEKLİK UNLARIN MİKRO VİSKO-AMİLOGRAF GRAFİKLERİ ...</b>	<b>120</b>
<b>EK-4. BİSKÜVİLİK UNLARIN MİKRO VİSKO-AMİLOGRAF GRAFİKLERİ..</b>	<b>123</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye arpa üretim verileri (2015-2020) .....	5
Çizelge 2.1. Ekmek formülasyonları .....	33
Çizelge 2.2. Yoğurma sırasında ölçülen hamur sıcaklıkları .....	34
Çizelge 2.3. Sade petibör bisküvi formülasyonları.....	37
Çizelge 3.1. Kavuzsuz arpa çeşitlerinin analiz sonuçları .....	42
Çizelge 3.2. Ekmeklik un örneklerinin nem, protein ve kül oranları .....	46
Çizelge 3.3. Ekmeklik un örneklerinin gluten, gluten indeks, sedimentasyon, gecikmeli sedimentasyon ve düşme sayısı değerleri .....	49
Çizelge 3.4. Ekmeklik un örneklerinin farinograf değerleri.....	53
Çizelge 3.5. Ekmeklik un örneklerinin ekstensograf analizi uzayabilirlik ve maksimum direnç değerleri .....	57
Çizelge 3.6. Ekmeklik un örneklerinin ekstensograf analizi enerji ve oran değerleri.....	57
Çizelge 3.7. Ekmeklik un örneklerinin Mikro-Visko-Amilograf cihazı ile belirlenen jelatinizasyon başlangıç ve bitiş sıcaklık değerleri.....	62
Çizelge 3.8. Ekmeklik un örneklerinde Mikro-Visko-Amilograf cihazı ile belirlenen viskozite değerleri.....	62
Çizelge 3.9. Ekmek örneklerinin ağırlık, genişlik, yükseklik, uzunluk ve spesifik hacim değerleri .....	66
Çizelge 3.10. Ekmek örneklerinin tesktür analizi sertlik değerleri .....	69
Çizelge 3.11. Ekmek örneklerinin görsel özelliklerine ait duyu analizi sonuçları.....	71
Çizelge 3.12. Ekmek örneklerinin tadım özelliklerine ait duyu analizi sonuçları .....	71
Çizelge 3.13. Bisküvilik un örneklerinin nem, protein, kül ve toplam fenolik madde içeriği .	73
Çizelge 3.14. Bisküvilik un örneklerinde gluten, gluten indeks, sedimentasyon, gecikmeli sedimentasyon ve düşme sayısı değerleri .....	76
Çizelge 3.15. Bisküvilik un örneklerinin farinograf değerleri.....	79
Çizelge 3.16. Bisküvilik un örneklerinin ekstensograf analizi uzayabilirlik ve maksimum direnç değerleri .....	81
Çizelge 3.17. Bisküvilik un örneklerinin ekstensograf analizi enerji ve oran değerleri.....	81
Çizelge 3.18. Bisküvilik un örneklerinde Micro-Visco-Amylograph cihazı ile belirlenen jelatinizasyon başlangıç ve bitiş sıcaklık değerleri.....	83

Çizelge 3.19. Bisküvilik un örneklerinde Micro-Visco-Amylograph cihazı ile belirlenen viskozite değerleri.....	84
Çizelge 3.20. Bisküvi örneklerinin alt yüzeylerinin renk değerleri.....	87
Çizelge 3.21. Bisküvi örneklerinin üst yüzeylerinin renk değerleri .....	87
Çizelge 3.22. Bisküvi örneklerinin ağırlık, kalınlık, genişlik ve uzunluk değerleri.....	90
Çizelge 3.23. Bisküvi örneklerinin nem, pH ve fenolik madde değerleri .....	91
Çizelge 3.24. Bisküvi örneklerinin tekstür analizi sertlik ve kırılgenlik değeri .....	94
Çizelge 3.25. Bisküvi örneklerinin görsel özelliklerine ait duyusal analiz sonuçları .....	96
Çizelge 3.26. Bisküvi örneklerinin tadım özelliklerine ait duyusal analiz sonuçları .....	97



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İki sıralı arpa çeşidi .....	6
Şekil 1.2. Altı sıralı arpa çeşidi.....	7
Şekil 1.3. Kavuzlu arpa çeşidi .....	7
Şekil 1.4. Kavuzsuz arpa çeşidi .....	8
Şekil 1.5. Özen kavuzsuz arpa çeşidi başak görünümü .....	16
Şekil 1.6. Yalın kavuzsuz arpa çeşidi başak görünümü .....	16
Şekil 2.1. Yalın kavuzsuz arpa çeşidi .....	27
Şekil 2.2. Özen kavuzsuz arpa çeşidi .....	27
Şekil 2.3. CD-1 Laboratuvar değirmeni .....	30
Şekil 2.4. Ekmek yoğurma makinesi .....	34
Şekil 2.5. Bisküvi hamur yoğurma makinesi.....	39
Şekil 2.6. Bisküvi şekil verme makinesi .....	39
Şekil 2.7. Tekstür analiz cihazı.....	40
Şekil 3.1. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa unu ilaveli ekmek örneklerinin üstten görünüşleri ...	65
Şekil 3.2. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa unu ilaveli ekmek örneklerinin iç yüzey görüntüleri	65
Şekil 3.3. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa unu ilave edilen bisküvi örnekleri .....	86

## SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
μ	Mikron
μg	Mikrogram
μl	Mikrolitre
μm	Mikrometre
a*	Kırmızılık
b*	Sarılık
BU	Brabender Unit (Ekstensograf Birimi)
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetrekare
cP	Centipoise
Cu	Bakır
Da	Dalton
da	Dekar
dk	Dakika
Fe	Demir
FU	Farinograph Unit (Farinograf Birimi)
g	Gram
ha	Hektar
hl	Hektolitre
K	Potasyum
kg	Kilogram
L*	Parlaklık
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
mPas	Milipaskal
N	Newton

nm	Nonometre
pH	Asitlik veya bazlık değerleri
rpm	Revolutions Per Minute
s	Saniye
Se	Selenyum
Zn	inko
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gama
$\delta$	Delta



## KISALTMALAR DİZİNİ

AACC	American Association of Cereal Chemists
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
EFSA	European Food Safety Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
ICC	International Association for Cereal Science and Technology
M.Ö.	Milattan Önce
TARM	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TMO	Toprak Mahsulleri Ofisi
TÜİK	Türkiye İstatiksel Kurumu
WHO	World Health Organization



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, sabır ve anlayışla beni destekleyerek üzerimde büyük emeği olan çok kıymetli danışman hocam Sayın  
sonsuz teşekkür ederim.

Gıda Mühendisi



## 1. GİRİŞ

Tahıllardan elde edilen ürünler geçmişten günümüze en çok tüketilen gıdalar arasında yer almaktadır. Sağlıklı yaşam bilincinin artmasıyla tahıl ürünleri fonksiyonel özelliklere sahip doğal ya da sentetik bileşenlerle zenginleştirilerek tüketiciye sunulmaya başlanmıştır. Fonksiyonel bileşenlerin başında besinsel lif gelmekle birlikte antimikrobiyal ve antioksidan özelliğe sahip doğal bileşenlerde önemli rol oynamaktadır (Aksoylu, Çağındı ve Köse, 2012). Sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle gıda sektörü tahıllardan daha etkili bir şekilde yararlanmanın arayışı içerisinde. Günümüzde arpa tek başına ya da buğday unu gibi diğer tahıllarla birlikte kullanılarak fonksiyonel bileşikler üretilmektedir (Moza ve Gujral, 2018). Tam tane tahıl ürünlerinin glikemik indeks seviyesini düşürücü etkileri nedeniyle arpa ve yulaf gibi yüksek lifli tahılların tüketimine olan ilgi artmaktadır (Cavallero, Empilli, Brighenti ve Stanca, 2002).

Beslenmemizde önemli bir yeri olan tahıl kaynaklı gıdaların insan sağlığı üzerinde olumlu birçok etkisi bulunmaktadır. İlk çağlarda tahıllar ezilerek tüketilirken, ilerleyen zamanlarda değirmenlerde tam tane una dönüştürülmüştür. Günümüzde ise gelişmiş öğütme teknolojisi ile kepek ve ruşeym tabakaları uzaklaştırılarak istenilen ekstraksiyon derecesinde unlar elde edilmektedir (Köse ve Mut, 2018). Tahıllar; nişasta başta olmak üzere protein, diyet lifi, vitaminler (özellikle B grubu vitaminler ve vitamin E), mineral maddeler bakımından oldukça zengindir. Yapılan çalışmalar, tahıllardan sağlanan yüksek diyet lifinin ve düşük yağ içeren bir diyetin kalp-damar rahatsızlıkları, çeşitli kanser türleri, tip-2 diyabet ve kolesterol gibi metabolik rahatsızlıklara karşı vücutta olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur (Choi vd., 2011; Izydorczyk, Chornick, Paulley, Edwards ve Dexter, 2008; Köse ve Mut, 2018; Martinez-Subira vb., 2020; Sheikholeslami, Karimi, Komeili ve Mahfouzi, 2018; Şimşekli ve Doğan, 2015; Yan, Yao, Nie ve Li, 2016; Zhang vb., 2019).

Arpa, buğdaygiller (*Poaceae / Gramineae*) familyasından olup *Hordeum* cinsinden gelmektedir. Başak, arpa tanelerinin bir eksenin çevresinde dizilmesiyle oluşmaktadır. Ayrıca bu tanelerin her birini saran yapılar “kavuz” ve kavuzların uzantısı olan ince, kırılğan ve uzun telcikler ise “kılçık” olarak tanımlanmaktadır. Arpa, tek yıllık uzun gün bitkisidir ve değişik gün uzunluklarına uyum sağlayabilmektedir. Kalite ve verim kriterleri doğrultusunda ıslah çalışmaları yapılmaktadır (Taşçı, 2018).

Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre arpa, ekim alanı açısından Dünyada buğday, çeltik ve mısırdan sonra dördüncü sıradadır. Türkiye’de ise arpa üretimi buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır. 2019/2020 hasat sezonu verilerine göre Türkiye Dünyada arpa üretiminde altıncı sırada, en fazla arpa ekim alanına sahip ülkeler arasında dördüncü sırada ve arpa tüketiminde üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2020). TÜİK verilerine göre ise 2019 yılında arpa üretiminin bir önceki yıla göre %8,6 oranında artarak 7,6 milyon ton olduğu belirtilmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2019). Arpanın, dünya tahıl üretimindeki yeri dördüncü sırada olsa da gıda ürünlerinde kullanımı çok azdır. Üretilen arpanın yaklaşık %68’i yem sektöründe, %21’i sanayi amaçlı ve %5’i de gıda sektöründe değerlendirilmektedir (Anonim, 2020; Choi vd., 2011). Türkiye de üretilen arpa’nın %95’i hayvan yemi, kalan %5’i ise malt üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Sönmez vd., 2017).

Diyet liflerinin kolesterolü düşürücü etki yaptığı bilinmektedir. Arpanın, yulaf ve buğdaya göre çözünebilir diyet lifi içeriği daha yüksek olup kalp hastalıklarında önemli bir etken olan düşük yoğunlukta lipoproteini (LDL) azaltıcı etkisi daha fazla bulunmaktadır. Bu yüzden de arpa ununun insan beslenmesinde katkı maddesi olarak kullanımının önemi artmaktadır. Sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle bazı ülkelerde arpa unu, buğday ununa belirli oranlarda katılarak arpa ekmeği üretilmektedir. Ancak arpa ununda, buğday unundaki gluten proteinleri formunda teknolojik açıdan fonksiyonel özellikte protein bulunmaması ve ekmeğin rengini koyulaştırması nedeniyle optimum katılma oranı %8-10 olarak önerilmiştir (Şehitoğlu, 2007).

Beslenme üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle arpa lif içeriği yüksek bisküvi, kurabiye, muffin gibi çeşitli gıdaların üretiminde daha fazla kullanılmaya başlanmış olup gıda amaçlı tüketimi giderek artış göstermektedir (Choi vd., 2011). Arpa gibi yüksek lifli gıdaların sağlık açısından olumlu etkilerinin yanında çeşitli gıdaların üretiminde jelleştirici, tekstür sağlayıcı, stabilize ve emülsifiye edici etkileri olduğu da bilinmektedir (Şimşekli ve Doğan, 2015).

Ülkemizde ıslah çalışmaları kamu ve özel sektörde birçok kuruluş tarafından yemlik arpalar, maltlık arpalar, iki ve altı sıralı arpalar ve kavuzsuz arpalar üzerinde devam etmektedir (Sönmez vd., 2017). Günümüzde genellikle iki sıralı arpalar bira ve malt üretiminde, altı sıralı arpalar ise hayvan yemi üretiminde kullanılmaktadır. Buğday ile arpa tanesi arasındaki en önemli farklardan biri arpada iç kavuzun taneye sıkıca yapışık olmasıdır. Bu nedenle arpa kavuzlu tahıl olarak bilinmekte ancak kavuzsuz tane oluşturan arpa genotipleri de bulunmaktadır. Ayrıca kavuzsuz arpanın sağlık açısından önemli etkilere sahip olduğunun

kanıtlanması kavuzsuz arpaya duyulan ilgiyi de arttırmaktadır. Kavuzsuz arpanın gıda maddelerinde kullanılmasında, öğütme işleminde klasik buğday öğütme yöntemlerinin kullanılabilir olması da büyük bir avantaj sağlamaktadır. Kavuzsuz arpanın  $\beta$ -glukan ve lif içeriğinin yanında enerji içeriğinin ve sindirilebilir protein içeriğinin de yüksek olması kavuzsuz arpaya olan ilgiyi arttırmaktadır (Yüksel ve İkincikarakaya, 2020a, 2020b). Kavuzsuz arpa, buğday öğütme teknikleri ile kavuzlu arpaya göre daha kolay öğütülüp kepek ve un olarak ayrılmaktadır (Balcı vd., 2018). Kavuzsuz arpa unu, ekmek, erişte, makarna, kahvaltılık gevrek ve hazır çorbalar gibi çeşitli gıda formülasyonlarına isteğe bağlı olarak farklı oranlarda katılmaktadır (Taşçı, 2018).

Bilimsel çalışmalarla çözünebilir bir lif olan  $\beta$ -glukanın koroner kalp hastalıklarının oluşum riskini azaltıcı, kan kolesterol düzeyini düşürücü, kan şekeri düzeyini dengeleyici ve obeziteyi azaltıcı etkisi olduğu saptanmıştır (Choi vd., 2011; Köten, Ünsal ve Atlı, 2013).  $\beta$ -glukanlar dünyada ekmek, işlenmiş gıda, içki, farmasötik ürünler, ilaç etken maddesi, yem ve kozmetik sektöründe kullanılmaktadır (Sabuncu, 2016).

$\beta$ -glukan, ilk kez ABD'de Tulane Üniversitesinde Prof. Dr. Nicolas Di Luzio tarafından 1960 yılında tanımlanmıştır. Ayrıca bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri belirtilmiştir. ABD'de FDA ve Avrupa'da EFSA gibi gıda denetim kuruluşları tarafından  $\beta$ -glukan, sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle onaylanmıştır. Ayrıca antitümör, antiviral, antibakteriyel, antifungal özellik taşıyan ve yan etkisi olmayan bir etken madde olduğu tespit edilmiştir (Sabuncu, 2016).

FDA, içerdiği yüksek miktarda  $\beta$ -glukan nedeniyle arpayı kalp hastalığı riskini azaltabilecek gıda maddesi olarak kabul etmiştir (Choi vd., 2011; Yüksel ve İkincikarakaya, 2020c).

Son yıllarda sağlıklı beslenmeye verilen önemin artmasıyla, içerdiği diyet lifi ve fitokimyasallar nedeniyle arpa kaynaklı gıdalara olan ilgi de artmıştır. Bu nedenle arpanın çeşitli gıda formülasyonlarında kullanılmasına yönelik çeşitli araştırmalar devam etmektedir (Yüksel ve İkincikarakaya, 2020c).

Çalışmamızda, arpa ve kavuzsuz arpanın beslenmedeki önemi, kimyasal bileşimi ve sağlık üzerindeki etkileri yanında ekmek ve bisküvi gibi çeşitli unlu mamüllerde kullanımı konusunda yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Metaryel ve Yöntem yaptığımız ön deneme sonuçları doğrultusunda oluşturulmuş ve sonuçlar önceden yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

## 1.1 Literatür Özeti

### 1.1.1 Arpa

Arpa, insanoğlunun ilk tarımsal faaliyete başladığı yaklaşık 12.000 yıl öncesinden 20. yy'ın başlarına kadar en önemli tahıllardan birisi olmuştur. Antik döneme ait literatürlerde arpadan yapılan alkollü içecekler ve çeşitli fermente ürünlere atıflar yapılmıştır. Yabani arpadan günümüzün kültür bitkisine dönüşmesi binlerce yıl almıştır. Yabani arpanın başakları kırılğan olup olgunlaşan taneler kolayca dökülmekte bu nedenle de hasadı zor olmaktadır. Binlerce yıl süren doğal mutasyonlar ile yabani arpanın kırılğanlığı daha az olan ve verimi daha yüksek başaklar oluşturduğu, bunlarında avcı-toplayıcı insanlar tarafından gıda amaçlı tercih edildiği bilinmektedir. İlk tarımsal faaliyetin başladığı dönemlerde, tesadüfen ya da bilerek doğal mutasyona uğramış bu bitkiler ekilerek arpa üretimi yapılmıştır (Newman ve Newman, 2008).

En eski arpa kalıntıları Asuan/Mısır'da bulunmuş olup günümüzden 18.000 yıl önceye gitmektedir. Arpanın ilk kültüre alındığı yer olarak Türkiye, Suriye, İsrail, Irak ve İran'ın belirli bölgelerini içine alan ve "Verimli Hilal" olarak isimlendirilen yer olduğu konusunda ağırlıklı bir görüş vardır. Rus agronomist N.I. Vavilov, arpanın iki farklı orijininin olduğunu ileri sürmüştür. Birincisi Etiyopya dağları, ikincisi de günümüzdeki Tibet ve Nepal'in kuzeyi ile Hindistan'ın güneyidir. Arpanın orijininin tek bir bölge değil farklı merkezler olabileceği de kabul gören bir görüştür. Ancak, son yıllarda yapılan araştırmalar, arpanın 10.000 yıl önce Verimli Hilal Bölgesinde gıda amaçlı kullanıldığını ortaya koymaktadır. Arkeolojik veriler, arpanın M.Ö. 7.000-6.500 yıllarında bol miktarda üretildiğini, iki sıralı arpaların Ürdün'ün güneyinde, altı sıralı kavuzsuz arpaların ise Türkiye'de Hacılar ve Çatal Höyük civarında M.Ö. 7.000-6.000 yıllarında üretiminin yapıldığını ortaya koymaktadır (Newman ve Newman, 2008). İlk kültüre alındığı dönemlerde sadece iki sıralı arpa mevcuttu. Altı sıralı arpa ve kavuzsuz arpalar M.Ö. 6.000 yıllarında görülmeye başlandı (Farag, Xiao ve Abdallah, 2020).

Arpa, değişik iklimlere kolay uyum sağlayabilen bir ürün olup, tarih öncesi yerleşimlerin yıkıntılarında arpa taneleri bulunmuştur. Bu durum arpanın insan beslenmesinde eski bir besin olduğunu göstermektedir. Arpa ekmeği yüzyıllar boyunca Avrupa'da insanların besin kaynaklarından biri olmuştur. Bileşiminde fonksiyonel özellikte gluten proteinleri olmadığından, %100 arpa unundan yapılan ekmekler iyi kabarmaz, basık ve sert olur. Buğday unundan yapılan ekmekler ise daha hacimli ve hafif olmaları nedeniyle eski çağlardan beri tercih edilmektedir. Arpa ekmeği yapımında genellikle kavuzsuz arpa çeşitleri kullanılır.

Kavuzsuz arpalara yerel olarak “Peygamber arpası, Göyneksiz arpa” gibi isimler verilmiştir (Taşçı, 2018).

Ülkemizde ilk arpa ıslah çalışmalarına 1926 yılında Eskişehir Tohum Islah İstasyonunun kurulmasıyla başlanmış olup yerel çeşitlerden seleksiyon yöntemiyle ilk arpa çeşidimiz Güzak-24 adıyla 1937 yılında Emcet Yektay tarafından Eskişehir de tescil ettirilmiştir. 1963 yılında Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen Tokak 157-37 isimli arpa çeşidi ise yüksek verim özelliği nedeniyle uzun yıllar çiftçimiz tarafından yaygın olarak ekilen çeşit olmuştur (Sönmez vd., 2017). Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tecil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü tarafından 1998 yılından 2017 yılına kadar yapılan çalışmalarda 92 adet arpa çeşidi tescil edilmiştir (Taşçı, 2018).

Ülkemizde, 1930 ve 1960 yılları arasında yeni ekim alanlarının arpa tarımına açılmasıyla (1930’da 1,4 milyon ha iken 1960’da 2,78 milyon ha) arpa üretiminde önemli artış sağlanmıştır. Arpa ekilişinde 1960-2000 yılları arasında %20’ye varan artışa karşın, birim alandan alınan verimde %120’ye varan artış olmuştur (Aydoğan vd., 2017).

TEPGE 2021 arpa ürün raporuna göre 2019-2020 döneminde dünyada önemli arpa üreticisi ülkelerin payları sırasıyla AB %35,3, Rusya %12,7, Kanada %6,6, Ukrayna %6,1 ve Avustralya %5,7 olup kalan %33,6’lık kısmı diğer ülkeler oluşturmaktadır. Aynı dönemde dünyada toplam arpa ekim alanında AB’nin %21,7, Rusya’nın %16,4, Avustralya’nın %7,9, Türkiye’nin %7,4 ve Kanada’nın %5,3 paya sahip olduğu açıklanmıştır. Türkiye hem arpa ithal eden hem de ihraç eden bir ülke olup 2019 yılında en çok arpa ithalatının yapıldığı ülkeler Ukrayna (%35,2) ve Rusya (%29,8); 2020 yılında ise Suriye (%39,3), Rusya (%25,6) ve Letonya (%6,6) iken en fazla arpa ihracatı 2020 yılında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’ne (%77) yapılmıştır (Eğilmez, 2021). Türkiye’nin 2015-2020 yılları arasındaki arpa üretim miktarları Çizelge 1.1’de verilmiştir (Anonim, 2022).

Çizelge 1.1. Türkiye arpa üretim verileri (2015-2020) (Anonim, 2022)

Üretim Yılı	Üretim Miktarı (bin ton)
2015-2016	8.000
2016-2017	6.700
2017-2018	7.100
2018-2019	7.000

Türkiye’de arpa genellikle hayvan yemi ve biracılık sektöründe hammadde olarak kullanılmaktadır (Sirat ve Sezer, 2005). Tat, görünüş ve zayıf pişirme özelliklerinden dolayı arpanın insan beslenmesinde kullanımı sınırlı kalmıştır. Arpa,  $\beta$ -glukan, besinsel lif, selüloz, protein, arabinoksilan ve yüksek miktarda nişasta içermektedir. Zengin besin içeriği nedeniyle son yıllarda arpa ürünlerine ilgi giderek artmaktadır (Köten vd., 2013).

Arpa serin iklim tahılı olup; tek yıllık uzun gün bitkisidir. Ancak değişik gün uzunluklarına da uyum sağlayabilmektedir. Arpa, sıcaklığın 0 °C’nin altına düşmediği ve 18-20 °C’nin üzerine çıkmadığı, nispi nemi %70-80 olan yerlerde gelişmektedir. 5-8 kardeş vererek tahıllar arasında en çok kardeşlenendir. Bitki boyu ortalama 35-100 cm ve başak boyu ortalama 8-15 cm arasındadır. Arpa 2, 4 ve 6 sıralı olabilir (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2). Arpa çeşitleri, gelişme tabiatı olarak yazlık, kışlık ve alternatif olarak farklılık göstermektedir. Çiçeği, kavuz ve kapçık sarmaktadır. Bu nedenle arpalarda bu yapılar taneye yapışık ve harmanda ayrılmaz. Kavuz, tanenin ortalama %10-13’ünü oluşturur. Kavuzun fazla olması besleyicilik değerini düşürmektedir (İmamoğlu ve Sarı, 2021; Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü [TARM], 2014; Toprak Mahsulleri Ofisi [TMO], 2017). Arpanın buğdaya göre 15-20 gün daha erken hasat edilmesi ikinci ürün tarımı için daha uzun bir yetiştirme süresi oluşturmaktadır (Sirat ve Sezer, 2005). Arpa tanesini buğday tanesinden ayıran en önemli özellik iç kavuzun taneye sıkı bir şekilde yapışık olmasıdır. Bu nedenle arpa kavuzlu olarak tanımlanmaktadır. Ancak kavuzsuz arpa çeşitleri de mevcuttur (Yüksel vb., 2011).



Şekil 1.1. İki sıralı arpa çeşidi (TARM, 2014)



Şekil 1.2. Altı sıralı arpa çeşidi (TARM, 2014)

Arpa genotipleri kavuzlu ve kavuzsuz olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 1.3 ve Şekil 1.4). Kavuzsuz arpa çeşitleri daha fazla protein, lipit, nişasta, pentozanlar ve diyet lifi içerdiğinden kavuzlu çeşitlerden daha iyi besin değerine sahiptir.  $\beta$ -glukan düzeyi ise normal arpa unundan daha yüksektir (Abdel-Haleem ve Awad, 2015; Choi vd., 2011). Arpada kavuzsuzluk 7H kromozomunun üzerinde bulunan tek bir genle yani resesif “nud” geni ile oluşmaktadır (Balcı vd., 2018). Ayrıca dış kavuzları ince ve zayıf olan arparın besin değerinin kavuzları kalın ve sert olanlardan biraz daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (İmamoğlu, Pelit, Sarı, Büyükkileci ve Yıldız, 2016). Yapılan çalışmalarda, kavuzsuz arpanın insan sağlığında olumlu etki gösteren bileşenlere sahip olması kavuzsuz arpaya olan ilgiyi arttırmaktadır (Yüksek vb., 2011).



Şekil 1.3. Kavuzlu arpa çeşidi (TARM, 2014)





Şekil 1.4. Kavuzsuz arpa çeşidi (TARM, 2014)

Arpa, 14 kromozomlu diploid kendi kendine döllen bir bitkidir. Kavuzsuz arpa tanesi; perikarp (meyve kabuğu) ve tohum (tohum kabuğu/testa, hiyalin, aleuron, unsu endosperm ve ruşeym) tabakalarından oluşmaktadır. Perikarp ve tohum kabuğu, tohumu tamamen sararak dış etkilere karşı korur. Aleuron tabakası nişasta granüllerini içeren hücrelerden oluşur ve hücre duvarlarının yapısında nişasta olmayan polisakkaritler (başlıca arabinoksilan ve  $\beta$ -glukan) bulunur. Tane kuru ağırlığının %62-77'sini nişasta oluşturmaktadır (Sheveta, Kaur ve Kaur, 2019).

Arpa tanesi yaklaşık 8-12 mm uzunluk, 3-4 mm genişlik ve 2-3 mm kalınlıkta olup; beyaz, çakır, mavi-mor ve siyah renklerde olabilir (Aydoğan vd., 2017; Karaduman, 2006; Yüksel vb., 2011). Tane boyutları, çeşitlere ve özellikle iki ya da altı sıralı ve sık ya da seyrek başaklı oluşuna göre değişir. Arpanın bin tane ağırlığı 30-62 g, hektolitre ağırlığı 60-72 kg/hl arasındadır. Arpada kalite kavramı ürünün kullanım alanına göre değişmektedir (Aydoğan vd., 2017).

Farklı lokasyonların arpa genotiplerinin kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; 5 standart çeşit ve 19 hat 2013-2014 yetiştirme döneminde üç farklı lokasyonda (Konya merkez, Aksaray ve Çumra) 3 tekerrürlü olarak ekilmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, elek üstü, protein oranı, selüloz ve irilik özellikleri arasında önemli farklar tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Elde edilen sonuçlara göre; arpa örneklerinin bin tane ağırlığı 40,14-50,57 g, hektolitre ağırlığı 68,30-76,00 kg/hl, elek üstü (2,5 mm+2,8 mm) %10,70-92,20, protein oranı % 12,03-14,46, selüloz oranı %6,28-7,10 ve irilik derecesi 1-8 arasında değişmiştir. İncelenen özellikler bakımından çeşitler ve lokasyonlar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (Aydoğan vd., 2017).

Bursa ekolojik koşullarında Karacabey Tarım İşletmesi Müdürlüğü deneme tarlalarında 2007-2008 ve 2008-2009 yıllarında 20 hat ve 5 çeşit arpanın tesadüf blokları deneme deseninde dört tekrar yapılarak kalite özellikleri belirlenmiş ve incelenen bütün tarımsal özellikler bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. İki yılın ortalaması olarak çeşit ve hatların tane iriliği 2,5-2,8 mm, bin tane ağırlığı 38,0-51,6 g, hektolitre ağırlığı 57,9-68,0 kg/hl, protein oranı %11,7-15,1, nişasta oranı %58,2-63,5 ve tane verimi 256,6-481,8 kg/da arasında değişmiştir (İmamoğlu ve Yılmaz, 2012).

Diyarbakır ekolojik koşullarında farklı kuruluşlardan temin edilen 25 arpa hat ve çeşidinin 2004-2005 ve 2005-2006 yetiştirme döneminde verim ve kalite özellikleri incelenmiş ve çalışmada bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve protein oranı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bin tane ağırlığı birinci yıl 32,5-50,2 g ve ikinci yıl 37,6-49,5 g, hektolitre ağırlığı birinci yıl 55,0-66,0 kg/hl ve ikinci yıl 56,1-66,5 kg/hl, protein oranı birinci yıl %10,7-13,6 ve ikinci yıl %11,2-14,0 arasında değişmiştir (Doğan, Kendal, Karahan ve Çiftçi, 2014).

Aydın koşullarında 4 farklı arpa çeşidi (Akhisar-98, Vamıkhoca-98, Hilal ve Sancak) 2013 ve 2014 yıllarında yetiştirilerek besin değerleri araştırılmıştır. Çalışmada arpa örneklerinin bin tane ağırlığı, tanede kül, selüloz, nişasta, yağ ve protein oranları analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, arpa örneklerinin bin tane ağırlığı 39,12-70,36 g, kül oranı %2,54-2,72, selüloz oranı %6,68-9,06, nişasta oranı %42,00-53,38, yağ oranı %1,58-1,85 ve protein oranı %10,31-12,05 arasında değişmiştir (Koca, Ereku, Sabancı, Zeybek ve Yiğit, 2015).

Isparta ilinde 2013-2014 yetiştirme döneminde 13 arpa çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada arparın bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve protein oranı belirlenmiştir. Arpa örneklerinin bin tane ağırlığı 43,4-56,4 g, hektolitre ağırlığı 66,20-76,36 kg/hl ve protein oranı %9,66-16,30 arasında saptanmıştır (Çöken ve Akman, 2016).

Bafra Ovası ekolojik koşullarında yetiştirilen 12 adet iki sıralı arpa çeşidinin, 2007-2008 ve 2008-2009 yetiştirme dönemlerinde tesadüf blokları deneme deseniyle dört tekrar yapılarak kalite özellikleri belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalara göre arpa çeşitlerinin bin tane ağırlığının 40,19-48,83 g, hektolitre ağırlığının 65,77-70,76 kg/hl, ham protein oranının %10,16-11,74 ve tane veriminin 409,15-623,66 kg/da arasında değiştiği tespit edilmiştir (Sirat ve Sezer, 2017).

Arpa; farklı tahıl unlarının karışımlarında, yüksek lif içeren bisküvilerde, müsli ve tüketimi hazır kahvaltılık gevrekler gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Kavuzsuz arpa,

kavuzlu arpaya göre minimum düzeyde işlem gerektirir ve yaklaşık %25 maliyet tasarrufu sağlar. Kavuzsuz arpanın doğrudan insan beslenmesinde kullanılabilir olması büyük bir avantaj sağlamaktadır (Sheveta vd., 2019).

#### *1.1.1.1 Arpanın Kimyasal Bileşimi*

Arpa tanesinin kimyasal bileşiminde, çeşit ve çevre koşullarına göre değişmek üzere kuru maddede %52-72 nişasta, %9-14 protein, %4-7 pentozan (arabinoksilan), %4-6 selüloz, %3-6 arasında  $\beta$ -glukan vardır (Aydoğan vd., 2017). Ayrıca protein, karbonhidrat, lipid gibi bileşenlerin miktarı buğday, çavdar, yulaf, tritikale gibi tahıllarla benzerlik göstermekte ve bu açıdan aralarında önemli farklılık bulunmamaktadır (Şimşekli ve Doğan, 2015).

Sekiz farklı arpa çeşidinin kimyasal özellikleri belirlenmiş ve çalışma sonucunda kuru maddede külün 20-26 g/kg, yağ 22-62 g/kg, proteinin 87-181 g/kg, nişastanın 239-644 g/kg ve diyet lifinin 135-345 g/kg arasında değiştiği saptanmıştır (Andersson, Elfverson, Andersson, Regner ve Aman, 1999).

Yapılan bir araştırmada, İsveç'te yetiştirilen 92 adet arpa örneğinin kimyasal bileşimi analiz edilmiştir. Arpa örneklerinde kuru maddede yaklaşık %60 nişasta, %20 toplam diyet lifi, %11 ham protein, %3 ham lif, %3 ham yağ, %2 kül ve %2 sakkaroz ve az miktarda furktoz, fruktosan ve glukoz bulunduğu belirtilmiştir (Aman, Hesselman ve Tilly, 1985).

Başka bir araştırmada, arpa tanesinin yaklaşık %65-68 nişasta, %10-17 protein, %4-9  $\beta$ -glukan, %2-3 serbest yağ, %1,5-2,5 mineral madde, %11-34 toplam diyet lifi ve %3-20 çözünür lif; kavuzsuz arpa tanesinin ise %11-20 toplam diyet lifi, %11-14 çözünmeyen lif ve %3-10 çözünür lif içerdiği tespit edilmiştir. Arpa proteinleri endospermde konsantre olmuştur ve prolamin grubu proteinler açısından zengindir. Arpanın tane rengi açık sarıdan mora, menekşe, mavi ve siyaha kadar değişebilir, bunun nedeni perikarp ve/veya aleuron tabakasındaki antosiyaninlerin seviyesinden kaynaklanmaktadır. Buğdayın aksine arpa kepeği valsli öğütme işlemi sırasında kolayca parçalanmaktadır. Bu nedenle arpa ununda genellikle kepek parçaları bulunur. Unun rengi daha koyu ve kül içeriği buğday ununa göre daha fazladır (Baik ve Ullrich, 2008).

Fonksiyonel gıdalar, sağlık açısından önemli aktif bileşenleri içeren, enerji ve temel besin unsurlarını tamamlayan, hastalıklara yakalanma riskini azaltan ve bazı hastalıkların tedavisinde destek olarak kullanılan gıdalardır (Aksoylu vd., 2012; Ekici ve Ercoşkun, 2007;

Erbaş, 2006). Fonksiyonel gıdaların tüketiminin kalp sağlığı ve gastrointestinal sağlığı olumlu yönde etkilediği, menopoz semptomlarını, kemik erimesi ve kanser riskini azalttığı, kan basıncını düşürdüğü, iltihap sökücü özellik taşıdığı, idrar yolları hastalıklarını önlediği, bağışıklık sistemini güçlendirdiği, anti-bakteriyel, anti-obez ve anti-viral etkileri olduğu saptanmıştır (Aksoylu vd., 2012).

Arpa, buğday ve pirinçle kıyaslandığında daha yüksek miktarda fenolik bileşiğe sahiptir ve bu fenolik bileşikler arasında sinamik asit türevleri, kininler, flavonoller, kalkonlar, flavonlar, flavononlar, benzoik asitler, proantosiyanidinler ve amino fenolik bileşikler bulunmaktadır. Gıdaya ısı işlem uygulanması fenolik bileşikler ve antioksidan aktiviteyi artırıcı veya azaltıcı etkiye neden olabilmektedir (Sharma ve Gujral, 2014b). Fenolik bileşikler, metabolik hastalıklarla ilişkili oksidatif stresi azaltmakta ve kardiyovasküler, inflamasyon ve kanser gibi dejeneratif patolojileri değiştirip düzenlemektedir. Fenolik bileşiklerle birlikte  $\beta$ -glukanlar ve arabinoksilanlarda insan sağlığında önemli etkileriyle öne çıkmaktadır.  $\beta$ -glukanlar ve arabinoksilanlar nişasta olmayan polisakkaritlerdir ve hücre duvarının ana bileşenleridir. Arpada  $\beta$ -glukan oranı %3-11, arabinoksilan oranı %2-9 arasında değişmektedir (Martinez-Subira vd., 2020).

Arpanın 42-80 mg/kg arasında toplam tokol (tokoferol ve tokotrienol) içerdiği tespit edilmiştir. Arpa  $\alpha$  (Alfa),  $\beta$  (Beta),  $\gamma$  (Gama) ve  $\delta$  (Delta) tokol izomerlerini özellikle  $\beta$ - ve  $\gamma$ - tokotrienollerini önemli miktarda içermektedir (Bhatty, 1999).

#### *1.1.1.2 Arpanın Diyet Lifi ve $\beta$ -Glukan İçeriği*

Diyet lifleri bitkilerin yenilebilen kısımlarında bulunan ve nişasta olmayan polisakkarit türevi olarak tanımlanan fonksiyonel gıda bileşenleridir. İnce bağırsaklarda sindirilmediklerinden kalori ve besin değerleri yoktur. Ancak kalın bağırsakta, bağırsak mikroflorası tarafından tamamen veya kısmen fermente edilirler. Diyet liflerinin sindirimini lifin kaynağı, partikül iriliği, lignifikasyon derecesi, bireylerin fizyolojik durumu etkilemektedir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Ekici ve Ercoşkun, 2007; Erol, 2017). Diyet lifinin yapısında selüloz, hücre duvarı polisakkaritleri, lignin ve ilgili bileşikler örneğin fenolik bileşikler bulunmaktadır (Li, Yang, Li, Huang ve Zhang, 2019b).

Arpa, buğday, yulaf gibi tahıllar önemli miktarda diyet lifi içerir. Tahıllara uygulanan rafinasyon işlemi (kepek ve rüşeym tabakalarının ayrılması) diyet lifi içeriğinin azalmasına neden olur, bu nedenle tam tane halinde öğütülen tahıllar daha fazla diyet lifi içermektedir

(Serdaroğlu ve Turp, 2004). Bitkisel kaynaklı gıdalarda bulunan toplam diyet lifi miktarı farklılık göstermektedir. Arpa tanesinde diyet lifi miktarı 100 g'da ortalama 17,3 g iken arpanın kavuzunda 70,0 g olduğu tespit edilmiştir. Mısır, yulaf ve çavdar gibi tahılların 100 g'da diyet lifi miktarı 10,3-14,7 g; elma, kayısı, greyfurt, portakal gibi meyvelerde 0,6-7,8 g; kabak, havuç, patlıcan, balkabağı gibi sebzelerde ise 1,8-6,6 g arasında değişmektedir (Türksoy, 2011).

Diyet lifleri, suda çözünme özelliklerine göre suda çözünebilir diyet lifleri ve suda çözünemeyen diyet lifleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Besinlerdeki diyet liflerinin yaklaşık %75'i çözünemeyen diyet lifi özelliğindedir (Erol, 2017). Pektin, musilaj, gamlar, inülin ve  $\beta$ -glukan çözünebilir lifler; lignin, selüloz ve hemiselüloz çözünemeyen lifler grubundadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Ekici ve Ercoşkun, 2007; Erol, 2017; Karaçil ve Akbulut, 2013).

Diyet lifi bileşenleri hacim arttırma, sindirilebilirlik, su bağlama kapasitesi, çözünürlük/viskozite gibi özelliklere sahiptir ve bu özelliklerin insan sağlığı üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Erol, 2017).

Su ile karıştırıldığında çözünebilir diyet lifleri suyu bağlayarak jel oluşturmaktadır. Çözünemeyen lifler ise 20 katı kadar suyu bağlamalarına rağmen jel oluşturamazlar. Diyet lifi, fekal hacmin artmasını sağlayarak bağırsak içeriğinin geçiş süresini kısaltmakta ve kabızlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu etkinin çözünemeyen diyet liflerinin doğrudan posa maddesi olarak dışkı kütlelerinde artışa neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çözünebilir diyet lifleri ise kolonda fermentasyona uğrayarak kısa zincirli yağ asitleri ile gaz oluşturmaktadır. Bu bileşikler bağırsak içeriğinin pH'sını değiştirmekte ve bu nedenle bağırsakta bulunan bakteri florasında artış görülmektedir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Ekici ve Ercoşkun, 2007).

$\beta$ -glukan, genel formülü  $(C_6H_{10}O_5)_n$  olan,  $\beta$ -glikozidik bağlarla birbirine bağlı D-glikoz monomerlerinden oluşmuş nişasta olmayan polisakkarittir (Karaçil ve Akbulut, 2013; Sabuncu, 2016). Tahıl  $\beta$ -glukanlarının temel yapısını (1 $\rightarrow$ 3) ve (1 $\rightarrow$ 4)  $\beta$ -D-glukanlar oluşturmaktadır. Yapısında tek bir şeker ünitesi yani  $\beta$ -D-glukopiranoz içerir. Bu iki sakkarit,  $\beta$ -glukanların molekül yapısının %90'undan fazlasını meydana getirmektedir. Molekül yapısında yan yana 2 ya da 3 adet tetrasakkarit (1 $\rightarrow$ 4  $\beta$ -D-glukan) biriminden oluşmuş  $\beta$ -D-glukopiranoz üniteleri olup bunlar da birbirine trisakkarit (1 $\rightarrow$ 3  $\beta$ -D-glukanlar) ile bağlanmıştır. İki sakkaritin birbirine oranı ise  $\beta$ -glukan kaynağının belirlenmesinde adeta bir parmak izi gibi belirleyicidir. (1 $\rightarrow$ 3) ve (1 $\rightarrow$ 4)  $\beta$ -D-glukanların birbirine oranı buğday  $\beta$ -glukanlarında 4,5, arpada 3,3 ve

yulafta 2,2' dir (Cui ve Wang, 2009; Izydorczyk ve Dexter, 2008). Tahıllarda  $\beta$ -D-glukopiranozlar yaklaşık %30 oranında  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) ve %70 oranında  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) glikozidik bağ içermektedir (İşsever, Ezirmek ve Şeker, 2018). Tahıllarda  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) ve  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) bağlarının viskozite ve çözünebilirlikte önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Şimşekli ve Doğan, 2015).

Yulaf (*Avena sp.*), arpa (*Hordeum vulgare*), buğday (*Triticum sp.*), pirinç (*Oryza sativa*) gibi tahıllar, ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ve yemeklik mantarlar  $\beta$ -glukan kaynağıdır (Şöhretoğlu ve Uz, 2015).

Kuru maddede  $\beta$ -glukan oranı arpada %3,0-10,6, buğdayda %0,5-3,8, pirinçte %1,0-3,5, yulafta %5,5-11,0 ve mayaların (*S. cerevisiae*) hücre duvarında %50-55 arasında değişmektedir (Kayaş ve Duruksu, 2019; Sabuncu, 2016; Şimşekli ve Doğan, 2015).  $\beta$ -glukan tahıllar arasında en çok arpada (2-20 g/100g) ve yulafta (3-8 g/100g) bulunmaktadır (Karaçil ve Akbulut, 2013).

Gıdalarda doğal olarak bulunmalarının yanında, sağlık açısından olumlu etkilerinden dolayı  $\beta$ -glukanlar besinlerden izole edilip çeşitli gıda formülasyonlarına eklenmektedir. Fiziksel ve kimyasal olumlu özelliklerinden dolayı da gıda sektöründe kıvam arttırıcı, sertleştirici ve yağ ikame maddeleri olarak kullanılmaktadır (Karaçil ve Akbulut, 2013).

Polisakkaritlerin polimerizasyon derecesinin oranı,  $\beta$ -glukanın yapısını ve fizikokimyasal özelliklerini belirlemektedir (Zhang vd., 2020).  $\beta$ -glukanlar, arabinoksilanlar ve arabinogalaktanlarla birlikte arpa, yulaf, buğday ve çavdar gibi tahılların ve diğer bitkilerin hücre duvarı yapılarının önemli temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Buğday ve çavdar arabinoksilanları daha yüksek oranda içermektedir. Buna karşılık hücre duvarlarının  $\beta$ -glukan içeriği diğer tahıllara göre arpa ve yulafta daha fazladır (Cui ve Wang, 2009; Izydorczyk ve Dexter, 2008). Kavuzsuz arpadaki  $\beta$ -glukan içeriği 40-70 g/kg arasında değişmektedir (Yan, vd., 2016).

$\beta$ -glukan miktarında farklılıkların oluşmasında genetik özellikler, çevresel faktörler, yetiştirme koşulları, hasat öncesi ve sonrası yapılan işlemler etkilidir (Abdel-Haleem, Agwa, Mahgoup, ve Shehata, 2020; Brennan ve Cleary, 2005; Şimşekli ve Doğan 2015). Hasattan önceki tane olgunlaşma döneminde kurak ve sıcak şartlar (sıcaklık stresi)  $\beta$ -glukan miktarını ve tane ağırlığını arttırırken, tane dolun dönemindeki kurak ve sıcak şartlar negatif etki yapar (Brennan ve Cleary, 2005).

Arpa çeşitleri arasında  $\beta$ -glukan içeriği bakımından farklılıklar vardır. İki sıralı arpaların  $\beta$ -glukan oranı %3,1-5,3; altı sıralı arpaların %2,8-5,6; yemlik arpaların %5,1-7,2; maltlık arpaların %4,6-8,2 arasında değişirken, tez kapsamında materyal olarak kullanılan Yalın ve Özen kavuzsuz tam arpa unlarının  $\beta$ -glukan oranları ortalama %5,1 olarak saptanmıştır (Özer, 2019).

$\beta$ -glukanlar çözünürlüklerine göre; suda çözünebilirler ve suda çözünemeyenler olarak iki şekilde sınıflandırılmaktadır. Yulaf ve arpadan elde edilen  $\beta$ -glukanlar suda çözünebilirler, ekmek mayası ve mantardan elde edilenler ise suda çözünemeyenler sınıfında yer almaktadır (Şimşekli ve Doğan 2015). Tahıl  $\beta$ -glukanları suda çözünme özelliklerinden dolayı çözünebilir lif olarak insan beslenmesinde önemlidir (Sabuncu, 2016).

Lif içeriği yüksek ve enerji yoğunluğu düşük olan bir diyet, uzun süreli tokluk ve dışkı hacminde artışa neden olmaktadır (Cavallero vd., 2002). Çözünür diyet lifi olan  $\beta$ -glukan, Tip 2 diyabet hastalarında kandaki glikoz miktarını düşürücü özellik göstermektedir. Yüksek viskoziteleri nedeniyle  $\beta$ -glukan midenin boşalmasını geciktirmekte, sindirim ve emilimi yavaşlatmaktadır. Ayrıca kolon kanseri riskini düşürücü etkisi tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda epidemiyolojik veriler, düşük glisemik indeks ile karakterize edilen bir diyetin, insülin direncini azalttığını, insülin direncinin belirli metabolik sonuçlarını hafiflettiğini ve tokluk şekerini azalttığını ortaya koymaktadır.  $\beta$ -glukanın kan şekeri ve kan yağı seviyesini kontrol ederek diyabetin önlenmesinde ve obezitenin azaltılmasında olumlu etkilerinin bulunduğu belirtilmiştir.  $\beta$ -glukan, fekal lipidlerin atılımını teşvik ettiği için plazma LDL kolesterol konsantrasyonunu azaltırken, nötrofiller ve diğerleri üzerinde uyarıcı etkisinden dolayı bağışıklık sistemini de olumlu yönde etkiler (Cavallero vd., 2002; Gupta, Bawa ve Abu-Ghannam, 2011; İşsever vd., 2018; Karaçil ve Akbulut, 2013; Köten vd., 2013; Sabuncu, 2016; Şimşekli ve Doğan, 2015; Yan, vd., 2016).

$\beta$ -glukanların karaciğer enzimleri üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiş ve karaciğer hasarına karşı koruyucu olduğu saptanmıştır. Ayrıca  $\beta$ -glukan doğal bir yapı olarak anti-viral, anti-inflamatuar, anti-tümoral, anti-mikrobiyal, radyoaktif koruyucu ve yaraları iyileştirici özellik göstererek çeşitli hastalıkların oluşum riskinin azaltılmasında ve tedavisinde kullanılmaktadır (Sabuncu, 2016).

Diabetes mellitus (DM), kronik bir metabolizma hastalığıdır. İnsülin eksikliği nedeniyle (TİP-I DM) organizma yağ, protein ve karbonhidratlardan yeteri kadar yararlanamamaktadır

(Karaçil ve Akbulut, 2013). ABD’de yaklaşık 90.000 kadının katıldığı bir çalışmayla, 45.000 erkeğin katıldığı benzer başka bir çalışmada tahıl lifli gıdaları daha fazla tüketen deneklerde en düşük tüketime sahip olanlara göre insüline bağlı olmayan TİP-II DM hastalığının oluşma riski yaklaşık olarak %30 daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Cavallero vd., 2002).

$\beta$ -glukanların yüksek molekül ağırlığına sahip olanlarının daha yüksek viskoziteli yapı oluşturduğu bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada; 70.000 Dalton (Da) molekül ağırlığına sahip yulaf  $\beta$ -glukanı içeren (5 g) içeceğin, 40.000 Da molekül ağırlığına sahip arpa  $\beta$ -glukanı içeren (5 g) içeceğe göre daha düşük düzeyde tokluk glikoz ve insulin değeri gösterdiği tespit edilmiştir (Karaçil ve Akbulut, 2013).

Yapılan bir başka çalışmada;  $\beta$ -glukanın kan şekeri ve insülin seviyeleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma için normal ve yüksek lifli yulaf ve arpa genotiplerinden ekstrakte edilmiş  $\beta$ -glukan fraksiyonları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; normal düzeyde lif içeren arpa ürünlerini tüketen denekler yemekten sonra, referans olarak beyaz buğday ekmeği tüketenlerle benzer glikoz ve insülin tepkileri göstermiş ancak tüm yüksek lifli arpa ürünlerinin, referans üründen önemli ölçüde düşük tepkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Buğday bazlı ürünlerin duyuusal özelliklerini etkilemeden formülasyona arpa fraksiyonlarının eklenmesi, hazırlanan gıdaların  $\beta$ -glukan içeriğini önemli ölçüde arttırmaktadır. Arpa ürünleri tüketiminin kan şekeri düzeyini azaltmadaki etkinliği büyük oranda, suda çözünür diyet lifi bileşeni olan (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glukanın varlığından kaynaklanmaktadır (Cavallero vd., 2002).

Sağlıklı bir yaşam sürdürmek ve hastalıklardan korunmak için yeterli miktarda diyet lifi alımı ve  $\beta$ -glukan içeren gıdaların tüketilmesi önemlidir. Bu nedenle diyabetik hastalıklarda günlük 30-50 g lif alınması tavsiye edilmektedir. Ayrıca önemli bir çözünür lif olan  $\beta$ -glukanın glisemik etki, obezite, dislipidemi, hipertansiyon ve insülin direnci üzerinde olumlu etkileri vardır (Karaçil ve Akbulut, 2013). Yapılan bir çalışmada; FDA tarafından günlük tüketilmesi önerilen diyet lifi miktarı 19-50 yaş arasındaki kadınlar için 25 g, erkekler için 38 g olarak belirtilmiştir (Özer, 2019). Ayrıca arpa, yulaf ya da ikisinin karışımından oluşan gıdalardan günlük en az 3 g  $\beta$ -glukan tüketilmesi önerilmektedir (İşsever vd., 2018; Karaçil ve Akbulut, 2013).

### **1.1.2 Kavuzsuz Arpa**

Gıda temini ve beslenme tarih boyunca önemli sorunlardan birisi olmuştur. Doğal kaynakların sınırlı olması ve dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte tarım alanlarının en üst



sınıra ulaşmış olması ıslah tekniklerinin kullanımını önemli hale getirmektedir. Islah teknikleri tarım ürünlerinin de verimini ve kalitesini yükseltmektedir (Bağcı, 2001; Sertakan 2006).

Kavuzsuz arpa ıslahı konusunda yapılan çalışmalar sonucunda, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM) tarafından 2012 yılında Özen, 2014 yılında ise Yalın isimli iki arpa çeşidi tescil edilmiştir (TARM, 2014).

Özen çeşidi; 2 sıralı, kavuzsuz, kılçıklı, beyaz-kehribar tane rengine sahip, orta-uzun başaklı ve orta-kısa boyludur. Tarımsal özellikleri bakımından yazlık gelişme tabiatında, sağlam saplı yatmaya dayanıklı, suya ve azota tepkisi iyi, orta-erkenci, kardeşlenme kapasitesi yüksek, başak kırıcılığı olmayan, eş zamanlı olgunlaşmaya sahip, harmandan sonra kavuzu taneden ayrılan özellikte olup yüksek verime sahiptir (Şekil 1.5) (TARM, 2014).



Şekil 1.5. Özen kavuzsuz arpa çeşidi başak görünümü (TARM, 2014)

Yalın çeşidi ise 2 sıralı, kavuzsuz, kılçıklı, beyaz kehribar tane rengine sahip, orta-uzun başaklı ve orta-uzun boyludur. Tarımsal özellikleri bakımından ise alternatif gelişme tabiatında, sağlam saplı yatmaya orta dayanıklı, suya ve azota tepkisi iyi, orta-geççi, kardeşlenme kapasitesi yüksek, başak kırıcılığı olmayan ve harmandan sonra kavuzu taneden ayrılan özellikte olup yüksek verime sahiptir (Şekil 1.6) (TARM, 2014).



Şekil 1.6. Yalın kavuzsuz arpa çeşidi başak görünümü (TARM, 2014)

Klasik ıslah yöntemleriyle geliştirilen kavuzsuz arpa çeşitleri sınırlı alanlarda da olsa ülkemizde yetiştirilmektedir. Arpanın kavuzsuz olması, öğütme teknolojisi açısından da bazı kolaylıklar getirmekte, günümüz buğday öğütme yöntemleri ve ekipmanları ile kepek ve una ayrılmaktadır (Karaduman, 2006).

Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Müdürlüğüne ait merkez lokasyonlu bir çalışmada; 2007-2008 yılı üretim döneminde kuru ortam şartlarında yazlık ve kışlık olarak CIMMYT orijinli 35 adet kavuzsuz arpanın adaptasyon koşulları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; kışlık olarak ekilen hatlarda bin tane ağırlığının 35,2-45,0 g, yazlık olarak ekilen hatlarda ise 34,8-45,0 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca kışlık olarak ekilen kavuzsuz arpa hatlarının bir kısmının kış şartlarından zarar gördüğü, ancak yazlık olarak ekilen kavuzsuz arpa hatlarının fizyolojik gelişimlerinin daha iyi olduğu saptanmıştır (Yüksel vd., 2011).

Eskişehir'de Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yürütülen bir çalışmada, 9 adet kavuzsuz arpa hattı ve tescilli olan Özen kavuzsuz arpa çeşidinin 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme dönemlerinde kuru ve sulu koşullarda verim ve kalite özellikleri araştırılmıştır. Araştırmada bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı ve 2,5 mm elek üstü değerinde yıllar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 2012-2013 yetiştirme döneminde sırasıyla kuru ve sulu koşullarda bin tane ağırlığı 33,60-41,60 g ve 38,33-48,00 g; hektolitre ağırlığı 67,70-74,60 kg/hl ve 70,02-77,70 kg/hl; protein oranı %15,10-17,40 ve %14,79-16,86; 2,5 mm elek üstü değeri %22,00-49,30 ve %33,86-70,46 arasında iken; 2013-2014 yetiştirme döneminde bin tane ağırlığı 25,60-45,60 g ve 36,61-45,88 g; hektolitre ağırlığı 75,20-79,30 kg/hl ve 75,42-78,78 kg/hl; protein oranı %9,40-11,80 ve %7,72-10,17; 2,5 mm elek üstü değeri %30,00-69,20 ve %41,52-66,26 arasında tespit edilmiştir (Yüksel ve İkincikarakaya, 2020a, 2020c).

Kışlık Yalın kavuzsuz arpa çeşidinin Güney Marmara (Bursa ve Balıkesir/Manyas) koşullarında 2017-2018 ve 2018-2019 üretim yılında farklı azot seviyeleri (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 kg/ha) uygulanarak verim ve verim öğeleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İki yılın ortalaması alınarak elde edilen verilere göre bin tane ağırlığı Bursa koşullarında 41,73-45,37 g ve Balıkesir/Manyas koşullarında 43,77-47,03 g, hektolitre ağırlığı Bursa koşullarında 73-80 kg/hl ve Balıkesir/Manyas koşullarında 73,03-79,00 kg/hl, tane verimi Bursa koşullarında 164,56-404,39 kg/da ve Balıkesir/Manyas koşullarında 80,30-378,41 kg/da arasında saptanmıştır (Kilercioglu, 2020).

Kavuzsuz arpa çeşitleri, kavuzlu olanlara göre daha fazla protein, lipit ve çözünebilir diyet lifi içermektedir (Choi vd., 2011; Soares, De Francisco, Rayas-Duarte ve Soldi, 2007; Zhang, Junmei ve Jinxin, 2002). Yapılan çalışmalarda scout kavuzsuz arpa çeşidinin kepeğinde bulunan toplam çözünebilir lifin  $\beta$ -glukan içeriği %22,4 ve ununda bulunan toplam çözünebilir lifin  $\beta$ -glukan içeriği %20,3 olarak saptanmıştır (Karaduman, 2006).

Kavuzsuz arpanın doyurucu ve enerji verici bir tahıl olması, diyet lifi ve özellikle de  $\beta$ -glukan bakımından zengin olması son yıllarda insan gıdası olarak tüketimini arttırmaktadır. Araştırmalar, kavuzsuz arpanın içerdiği diyet lifi ve zengin  $\beta$ -glukan içeriği nedeniyle glikoz emilimini yavaşlatarak kan şekerini kontrol altında tutmaya yardımcı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, Tip-2 diyabet için beslenmede iyi bir seçenektir (Sayim, Namık ve Sinan, 2013).

Yapılan bir çalışmada; kavuzsuz arpa çeşitlerinde toplam diyet lifinin Özen tam arpa ununda kuru maddede de ortalama %17,87, Yalın tam arpa ununda %18,05, toplam antioksidan aktivite değerinin ise Özen çeşidinde 859,30  $\mu$ mol TE/100g ve Yalın çeşidinde 979,20  $\mu$ mol TE/100g olduğu saptanmıştır (Özer,2019).

Kavuzsuz arpada suda çözünen diyet lifi içeriği yüksek olup  $\beta$ -glukanlar arpa tanesi boyunca yayılmıştır.  $\beta$ -glukan içeriğinin arpada %4-12, arpa ununda %3,9-9,0 ve arpa kepeğinde %4,9-15,0 arasında olduğu tespit edilmiştir (Abdel-Haleem vd., 2020).

Kavuzsuz arpanın %80'i kompleks karbonhidratlardan oluşmaktadır. Ayrıca kavuzsuz arpa tanesinin %3,7-7,7  $\beta$ -glukan, %1,8-2,4 kül, %11,5-14,2 protein ve %4,7-6,8 lipit içerdiği tespit edilmiştir. Nişastanın, tane ağırlığının %56-75'ini oluşturan ana bileşen olduğu ve kavuzsuz arpa çeşidine bağlı olarak nişastadaki amiloz oranının %0 ile %40 arasında değiştiği belirtilmektedir (Li vd., 2019a).

Kavuzsuz arpa, buğday veya kavuzlu arpadan daha yüksek aminoasit, lisin ve treonin içeriğine sahiptir. Kavuzsuz arpa tanesinde kuru ağırlık bazında %60-74 nişasta, %13-18 protein, %12-17 toplam diyet lifi, %4-8  $\beta$ -glukan ve %3-6 çözünen lif bulunmaktadır. Kavuzsuz arpa karbonhidratlarının bileşenleri arasında nişasta, hücre duvarı polisakkaritleri, (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glukanlar, (1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -glukanlar, arabinoksilanlar, selüloz ve oligosakkaritler bulunmaktadır. Nişasta kavuzsuz arpada en çok bulunan bileşendir. Kavuzsuz arpa nişastası %25-30 amiloz içerir, geri kalan kısmı ise amilopektindir. Kanada ve ABD'de %0-5 amiloz ve %95-100 amilopektin içeren mumsu arpa çeşitleri de bulunmaktadır (Bhatty, 1999).

Nişasta ve protein, kavuzsuz arpanın başlıca iki bileşeni olarak tanımlanmıştır. Protein miktarı ve kompozisyonları endüstriyel kullanımda etkilidir. Proteinlerin gıdalarda çözünlülük, viskozite, jelleşme, köpük oluşturma, emülsifikasyon, su ve yağ absorplama kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri, gıdaların hazırlanması, işlenmesi, depolanması ve tüketiminde etkili olan fizikokimyasal özelliklerdir (Yalçın ve Çelik, 2006).

Kavuzsuz arpa, niasin ve tiamin gibi vitaminler ile büyüme ve gelişim için gerekli olan K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn ve Se minerallerini içermektedir. Mineraller tanenin aleuron, ruşeym ve perikarp tabakalarında bulunur (Sheveta vd., 2019; Yan vd., 2016). Minerallerin beslenmemizde birçok önemli işlevi olup eksiklikleri istenmeyen patolojik durumlara yol açabilmektedir (Yan vd., 2016).

Kavuzsuz arpanın gıdalarda kullanımının birçok etkisi bulunmaktadır. Yüksek miktarda mineral, vitamin, antioksidan ve fitokimyasal içerir. Kolesterol düşürücü ve hipoglisemik etki gösterir, kalsiyum Emilimini sağlayarak osteoporozun önlenmesine yardım eder, probiyotik etki sağlar ve bağırsağı sağlıklı tutar. Yapılan bir araştırmada; düzenli ve yeterli miktarda diyet lifi alan kadınlarda almayanlara göre %17 oranında daha az safra taşı geliştiği tespit edilmiştir (Sheveta vd., 2019).

### **1.1.3 Arpanın Unlu Mamullerde Kullanılması**

Yapılan çeşitli çalışmalar arpanın besleyici ve yüksek kaliteli gıda üretiminde başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir.

#### *1.1.3.1 Ekmek Yapımında Kullanımı*

Ekmek, tarih boyunca insanların en çok tükettiği temel gıda maddesi olmuştur. Nötr bir tat ve aromaya sahip olduğundan çok farklı özellikteki gıdalarla tüketilen, besin değeri yüksek ve tok tutma özelliğine sahip bir gıdadır. Yapılan araştırmalarda; ülkemizde ekmeğin günlük kalori ihtiyacının %44'ünü ve protein ihtiyacının ise yaklaşık %50'sini karşıladığı saptanmıştır. Ayrıca ekmeğ, çeşitli B vitaminlerini ve birçok minerali de içermektedir. Üretildiği unun ekstraksiyon derecesine bağlı olarak 400 g ekmeğ tüketimi, günlük B1 vitamini ihtiyacımızın %35-82'sini, B2 vitamininin %16-39'unu, demirin %16-62'sini, kalsiyumun %12-74'ünü ve niasinin %20-35'ini karşılamaktadır (Ertürk, Arslantaş, Sarıca ve Demircan, 2015).

FAO'ya göre zenginleştirme; gıdada bulunup bulunmamasından bağımsız olarak popülasyonda bir ya da daha fazla gıda maddesinin kanıtlanmış eksikliğini önlenmesi ve düzeltilmesi için temel besin maddelerinin gıdaya eklenmesi olarak tanımlanmıştır. Ekmeğin çeşitli besin maddelerince zenginleştirilmesi toplumda sağlıklı ve dengeli beslenmeyi desteklemektedir. Ayrıca öğütme aşamasında buğdaydan ruşeym ve kepek kısmının ayrılması fırın ürünlerinin besin değerini düşürmekte, rafine unlardan yapılan ekmeklerin mineral madde, esansiyel yağ asidi, protein ve diyet lifi bakımından yeterli olmadığı belirtilmektedir (Meral ve Karaoğlu, 2019).

Rafine buğday unundan yapılan ekmeklere göre, sindirilebilir şeker ve gluten içeriğinin daha düşük olduğu arpa unu ilavesiyle yapılan ekmekler, diyabet hastalığı olan bireyler için önerilmektedir (Sheikholeslami vd., 2018).

Son yıllarda sağlıklı beslenmeye olan ilginin artmasıyla birlikte lif içeriği bakımından zenginleştirilmiş ekmeklerin üretimi de önem kazanmıştır (Choi vd., 2011). Bu amaçla, tam tane tahıl unlarından yapılan ekmekler yanında, buğday ununa; buğday kepeği, mısır kepeği, yulaf kepeği ve kavuzsuz arpa kepeği gibi lif içeriği yüksek tahıl kepeklerinin değişen oranlarda ilave edildiği ekmek formülasyonları geliştirilmiştir. Yapılan bir çalışmada; ekmek formülasyonunda arpa kullanılması su emilimini arttırmış ve %20 oranında arpa içeren ekmeklerin kabul gördüğü ileri sürülmüştür (Gupta vd., 2011).

Arpa ununda fonksiyonel özellikte gluten proteininin bulunmaması, tek başına arpa unundan tahıl kaynaklı herhangi bir ürünün üretimini zorlaştırmaktadır (Moza ve Gujral, 2018). Buğday ununa farklı oranlarda arpa unu ilavesiyle yapılan ekmeklerin ekmek hacminin azaldığı ancak genel kalitesinin kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Choi vd., 2011).

Buğday ununa farklı oranlarda kavuzsuz arpa unu katılarak yapılan ekmeklerde kavuzsuz arpa unu ilave oranının artmasıyla çözünür diyet lifi ve  $\beta$ -glukan içeriğinin arttığını, %30 kavuzsuz arpa unu içeren ekmek örneğinin ise hacminde önemli oranda azalma olduğunu tespit etmiştir. Kavuzsuz arpa ununu %30 oranında içeren tava ekmeklerinde hamurun su tutma kapasitesinin arttığı ve kontrol ekmeğiyle karşılaştırıldığında hacminde azalma, renginde koyulaşma ve daha yumuşak tekstüre sahip olduğu gözlenmiştir. Kavuzsuz arpa ununun %50 oranında ilavesiyle yapılan pita ve tortilla ekmeklerinde, pita ekmeğinin kabul edilebilir olduğu, tortilla ekmeğinin ise yapı olarak zayıf özellik gösterdiği açıklanmıştır (Malcolmson, Lukie, Swallow, Sturzenegger ve Han, 2014).

Yapılan bir çalışmada; çapati ekmeğinin formülasyonuna %28, %56 ve %84 oranlarında arpa unu ile %1,5, %3,0 ve %4,5 oranlarında  $\beta$ -glukan eklenmiştir. Arpa unu ve  $\beta$ -glukan ilavesinin su absorpsiyon kapasitesini önemli derecede arttırdığı; her ikisinin de ekmeklerin bayatlamasını geciktirdiği ancak arpa unu ilavesinin retrograsyonu geciktirmede daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Sharma ve Gujral, 2014a).

Buğday ununa farklı oranlarda (%0, %5, %10 ve %15) arpa unu ve arpa protein izolatu ilave edilerek pita ekmeği yapılmış ve çalışma sonucunda buğday ununa %5 ve %10 oranında arpa unu ve arpa protein izolatu ilavesiyle yapılan pita ekmeklerinin kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Alu'datt vd., 2014).

Buğday ununa %40 oranında arpa unu eklenerek yapılan bir ekmek denemesinde ise arpa unu ilavesinin ekmeklerin toplam antioksidan ve fenolik madde içeriklerini arttırdığı ve arpa çeşidinin antioksidan içeriğini etkilediği tespit edilmiştir (Holtekjolen, Baevra, Rodbotten, Berg ve Knutsen, 2008).

Başka bir çalışmada; %15 ve %30 oranlarında arpa unu katkılı Balady ekmeklerinin kabul edilebilir olduğu ancak ilave oranı artırıldığında daha koyu renkli, daha sert ve düzgün şekle sahip olmayan ekmekler elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca arpa unu ilave edilen ekmeklerin daha yüksek kül, lif, protein ve yağ değerlerine sahip olduğu ancak karbonhidrat içeriğilerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Ereifej, Al-Mahasneh ve Rababah, 2006).

Buğday ununa farklı oranlarda (%5, %10, %15 ve %20) arpa unu ve soya unu (tam yağlı ve yağsız) ile %50 arpa unu + %50 soya unundan oluşan un karışımı ilave edilerek yapılan ekmeklerin kalite özellikleri ve besin içeriği incelenmiştir. Çalışma sonucunda; soya unu ve arpa ununun ayrı ayrı ve karışım olarak %10 ve %15 oranlarına kadar ilavesinin ekmek örneklerinin duyuşsal özelliklerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı saptanmıştır. Ayrıca %15 ilave oranına kadar, hem arpa hem de yağı alınmış soya unundan yapılan ekmeklerin protein, lizin amino asiti, diyet lifi,  $\beta$ -glukan ve mineral içeriğinde kayda değer miktarda artışlar tespit edilmiştir (Dhingra ve Jood, 2002).

Buğday ununa farklı oranlarda (%10, %20, %30, %40 ve %50) kavuzsuz arpa unu ve çavdar unu ilave edilerek hamur reolojisi ve ekmek kalite özellikleri araştırılmıştır. Kontrol örneğine göre %40 ve %50 kavuzsuz arpa unu ilave edilen örneklerin sertlik değerinde önemli artış, hacminde ise düşüş olduğu tespit edilmiştir (Golzarı, 2015).

Ekmek yapımında  $\beta$ -glukan içeriği bakımından zengin arpa ve yulaf fraksiyonlarının una ilave edilmesi, unun su tutma kapasitesini ve hamur viskozitesini arttırdığı, hamurdaki gaz hücrelerini stabilize ederek ekmek içi yapısını ve ekmek hacmini geliştirdiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, yüksek molekül ağırlıklı  $\beta$ -glukanların hamur ve ekmek özellikleri üzerindeki etkisi, düşük molekül ağırlıklı  $\beta$ -glukanlara göre daha fazladır. Ancak,  $\beta$ -glukan bakımından zengin arpa ve yulaf fraksiyonlarının ekmek yapımında yüksek oranlarda (%10-30) kullanılması, hamurda gereğinden yüksek su tutma kapasitesine yol açmakta, ekmek rengi koyu olmakta, ekmeğin hacmi ve tekstürel özellikleri olumsuz etkilenmektedir (Cavallero vd., 2002; Colleoni-Sirghie, Jannink ve White, 2004; Skendi, Papageorgiou ve Biliaderis, 2006; Şimşekli ve Doğan, 2015).

$\beta$ -glukan ilavesinin ekmek özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada;  $\beta$ -glukan katkısının artması ile hamur hacminde, dış kabuk renginde, ekmek simetrisinde artış olduğu ve ekmek örneklerinin duyuşal özelliklerinin olumlu yönde geliştiği belirlenmiştir (Şimşekli ve Doğan, 2015).

#### 1.1.3.2 Bisküvi Yapımında Kullanımı

Bisküvi, tahıl unu ya da unlarına kabartıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde izin verilen katkı ve çeşni maddeleri eklendikten sonra içilebilir nitelikte su ile yoğrularak tekniğine uygun bir şekilde işlenip, şekil verilip, pişirilmesiyle elde edilen bir gıdadır. Bisküvilerin nem oranı %1-5 arasında olup düşük miktardaki nem mikrobiyolojik bozulma olasılığını azaltmakta ve çevresel faktörlerden etkilenmemek şartıyla bisküvilere uzun bir raf ömrü kazandırmaktadır (Baltacıoğlu, Baltacıoğlu ve Tangüler, 2019; Durlu Özkaya, Coşansu ve Ayhan, 2015).

Bisküvi, tüketiciye farklı lezzetlerde sunulabilir. Doyurucu, uzun raf ömürlü, saklanması pratik, taşınabilir ve fiyatının ucuz olması nedeniyle sevilerek tüketilen bir unlu mamuldür. Ülkemizdeki tüketim miktarı kişi başına yılda ortalama 5-6 kg civarındadır (Aksoylu vd., 2012; Demir, 2015; Doğan ve Uğur, 2005).

Daha sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için gıda tüketiminde şeker ve tuz oranı düşük, yüksek lifli, düşük kalorili ve daha az katkı maddesi içeren gıdalar tercih edilmektedir. Bu nedenle son zamanlarda tam tahıllı ürünlerin kullanımı ve tüketimi ilgi görmektedir (Demir, 2015). Özellikle bisküviler, uzun raf ömürleri ve tüketime hazır gıdalar olmaları nedeniyle

fırıncılık endüstrisinde çok önemli ürünlerdendir ve öğün dışı beslenmede çok fazla tercih edilmektedir (Aksoylu vd., 2012; Baltacıoğlu vd., 2019; Gupta vd., 2011).

Bisküvilerin fonksiyonel özelliğini geliştirmek amacıyla doğal ve yapay bileşenler kullanılarak besin değeri arttırılmaktadır. Diyet lifi kaynağı olarak genellikle buğday kepeği kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda kepek dışında keğiboynuzu, elma lifi, soya unu, portakal kabuğu ve posası, soya fasulyesi, pirinç kepeği gibi farklı bitkisel kaynakların kullanıldığı çalışmalar da yapılmıştır (Aksoylu vd., 2012).

Bisküvi üretiminde yumuşak tane yapısında, protein miktarı düşük ve gluteni zayıf buğdaylar tercih edilmektedir (Doğan ve Uğur, 2005).

Gupta vd. (2011) çalışmasında; buğday ununa farklı oranlarda arpa unu (%0, %10, %20, %30 ve %40) ilavesiyle hazırladığı bisküvilerin tekstürel, besinsel ve fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Arpa ununun %30 oranında kullanıldığı bisküvilerin lif ve mineral madde içerikleri artmış ve altın sarısı renkleri nedeniyle kabul edilebilir oldukları saptanmıştır. Arpa ununun ilave oranı arttıka bisküvilerin fenolik madde içeriği ve antioksidan özelliklerinin arttığı, buna karşılık sertlik değerlerinin azalıdığı ve yüzey çatlamasında iyileşme meydana geldiği belirlenmiştir.

Sharma ve Gujral (2014b) çalışmasında; buğday ununa %25, %50, %75 ve %100 oranlarında arpa unu ekleyerek yaptığı bisküvilerin özelliklerini incelemiştir. Arpa unu ilavesiyle yapılan bisküvi örnekleri, %100 buğday unundan yapılan kontrol bisküvisiyle karşılaştırıldığında renk değerlerinde bir azalma gözlenmiş ve arpa unu oranı arttıka fenolik madde, aktioksidan aktivite ve flavonoid içeriğinin arttığı saptanmıştır. Pişirme işleminin fenolik madde içeriğini azaltırken, antioksidan düzeyini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Özer (2019) çalışmasında; Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinden elde ettiği mikrofludize edilmiş ve edilmemiş tam tane unları bisküvilik buğday unlarına farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75, %100) ilave ederek ürettiği bisküvilerin fonksiyonel özelliklerini, teknolojik kalitelerini ve duyuusal özelliklerini incelemiştir. Bisküvi örneklerinin fenolik madde, antioksidan içeriği, diyet lifi,  $\beta$ -glukan ve fosfor miktarı, mikrofludize edilmiş ve edilmemiş kavuzsuz tam arpa ununun ilave oranına bağlı olarak arttığı, %100 mikrofludize kavuzsuz tam arpa unundan yapılan bisküvilerde söz konusu değerlerin en yüksek olduğu belirlenmiştir. İlave oranına bağlı olarak bisküvilerin a\* (kırmızılık) değerinin kavuzsuz tam arpa ununda arttığı,



mikrofludize kavuzsuz tam arpa ununda azaldığı, L\* (parlaklık) ve b\* (sarılık) değerlerinin ise her iki arpa unu ilavesinde de azaldığı saptanmıştır.

Skrbic ve Cvejanov (2011) çalışmalarında; beyaz ve tam tahıllı buğday unlarına kavuzsuz arpa unu (%30 ve %50 oranlarında) ve ayçekirdeği (%10 ve %30 oranlarında) ilave ederek bisküvi denemesi yapmışlardır. Yapılan bisküvilerde ayçekirdeği ilavesinin Se, Zn, Mg, Ca,  $\alpha$ -tokoferol ve yağ içeriğini; arpa ilavesinin ise Se, Cu, Fe, Zn ve  $\beta$ -glukan değerini arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca bisküvilerin duyusal özelliklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu belirtilmiştir.

### 1.1.3.3 Diğer Gıdalarda Kullanımı

Makarna, buğdaydan üretilen gıdalar arasında ekmekten sonra önemli bir yere sahiptir. Ucuz, besleyici, lezzetli, uzun süre mahafaza edilebilir, kolay hazırlanabilir ve çeşitliliği olan bir gıda maddesidir. Makarnanın WHO ve FDA tarafından beslenme içeriği zenginleştirilebilecek en iyi gıda maddelerinden birisi olduğu açıklanmıştır. Ayrıca FDA, 1949 yılında makarnanın demir ve vitaminlerce zenginleştirmede önemli bir gıda olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda, besin içeriğini zenginleştirmek için genellikle makarnaya kepek, yağlı tohumlar, baklagil unları ve diğer tahıl ürünleri katılmıştır. Günümüzde tam tahıllı ve lifçe zengin ürünlere ilgi artmıştır. Bu nedenle çözünebilir bir lif olan  $\beta$ -glukanı yüksek miktarda içeren arpa fonksiyonel bir gıda üretmek için önemlidir. Yapılan çalışmada arpa unu katkılı tüm spagetti örneklerinin irmikten yapılan kontrol örneğine göre daha yüksek miktarda fonksiyonel bileşik içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca makarna örneklerinde arpa unu miktarı arttıkça fitik asit içeriği de artmıştır. Fitik asit, metabolizmada bazı mineralleri bağlayarak absorpsiyonlarını olumsuz yönde etkilerken diğer taraftan son yapılan çalışmalar antioksidan ve antikanserijen etkisi ile insan sağlığında olumlu etkilerinin de olduğunu ortaya koymaktadır. Arpa unu ilavesiyle üretilen makarnanın kalitesi ve rengi (b\*) kabul edilebilir düzeyde bulunmuş ve arpa ununun makarna formülasyonuna dahil edilebileceği belirtilmiştir (Köten ve Atlı, 2021).

Kavuzsuz arpa unu %25 oranında ilave edilerek yapılan spagettilerin kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında daha az pişme kaybı ve daha koyu bir renk oluşturduğu saptanmıştır (Malcolmson vd., 2014).

Yapılan bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda (%25, %50 ve %100) tritikale, kavuzsuz arpa ve yulaf unları tam tane ve rafine edilmiş olarak ayrı ayrı ilave edilmek suretiyle

erişte üretilmiştir. Eriştelerin pişme özelliklerinin, kontrol eriştelerinin sonuçlarına yakın olduğu görülmüştür. Kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında, tam tane arpa unu ilave edilen eriştelerin toplam diyet lifi içeriği yüksek çıkmış ancak pişirme ile  $\beta$ -glukan ve toplam fenolik madde değerlerinde azalma saptanmıştır (Güvendi, 2011).

Başka bir erişte çalışmasında ise kavuzsuz arpa unu ilavesinin eriştenin benek sayısında ve boyutunda artışa neden olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca arpa ununun ilave oranı arttıkça, pişirilen eriştelerin parlaklığında azalma, kırmızılığında ve sarılığında ise artış meydana geldiği belirtilmiştir (Hatcher, Lagasse, Dexter ve Rossnagel, 2005).

Tarhana, Türkiye’de geleneksel olarak üretilen fermente bir üründür. Yapımında buğday unu, yoğurt, maya, çeşitli sebzeler ve baharatlar (domates, soğan, tuz, nane, kırmızıbiber) kullanılır ve ardından 1-7 gün fermantasyona bırakılır. Fermantasyon sonrasında karışım güneşte kurutulur. Genellikle tarhana üretiminde beyaz buğday unu tercih edilir. Ancak kepekli un, irmik veya her ikisi de kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada; arpa unu kullanılarak yüksek  $\beta$ -glukan içeren tarhana üretimi amaçlanmış ve tarhana çorbasının duyu özellikleri bakımından kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Dağlıoğlu, 2000; Erkan, Çelik, Bilgi ve Köksal, 2006).

Kavut, Türkiye’nin daha çok Doğu illerinde tüketilen, buğday ve arpa unlarının kavrulup öğütülmesinden sonra süt, yağ ve şeker ilavesiyle hazırlanan geleneksel, besleyici bir üründür. Kavut yapımında 250°C’de üç farklı kavurma süresi (1 dk, 1,5 dk ve 2 dk), margarin ve tereyağ olmak üzere iki farklı yağ ve dört farklı un karışımının (%100 buğday; %75 buğday + %25 arpa; %50 buğday + %50 arpa; %25 buğday + %75 arpa) kullanıldığı bir çalışmada; arpa unu ilave oranının artışı kavutun kül içeriğini arttırırken nem, protein ve pH değerlerinde düşüşe, renkte ise koyulaşmaya neden olduğu saptanmıştır. Kavurma süresindeki artış, kavutun yumuşaklığını azaltırken renginde koyulaşmaya neden olmuştur. Arpa unu oranının artışı duyu kaliteyi düşürmüştür ancak %50 buğday ve %50 arpa unu karışımıyla hazırlanan kavutun en iyi lezzete sahip olduğu tespit edilmiştir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2006).

Günümüzde tüketicilerin yağlı ürünlere olan ilgileri azalmış; sağlık açısından yararları ve beslenmede avantajları nedeniyle az yağlı ve yağsız süt ürünlerini tercih etmeye başlamışlardır. Tüketicilerin talepleri yeni ürünlerin geliştirilmesini teşvik etmektedir. Yapılan bir çalışmada; az yağlı dondurma üretiminde formülasyona kavuzsuz arpa unu ve arpadan elde edilen  $\beta$ -glukan eklenmiştir. %1 oranında yağsız süt kreması ve %2 oranında kavuzsuz arpa

unu eklenerek yüksek kalitede dondurma kreması elde edilmiştir (Abdel-Haleem ve Awad, 2015).

İki farklı buğday ununa, dört farklı oranda (%10, %20, %30 ve %40) arpa unu ve buğday kepeği (%5, %10, %15 ve %20) ilave edilerek bazlama yapılmıştır. Arpa unu ve kepek ilave oranı arttıkça tüm duyuşsal özelliklerde azalma görülmüş ancak tüm bazlama örneklerinin kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Başman ve Köksal, 1999).

Newman, McGuire ve Newman yaptıkları çalışmada (aktaran Köten vd., 2013) arpa unu ile hazırlanan muffinlerin buğday unu ile hazırlananlara göre hacim, yoğunluk ve nem içeriklerinin düşük olduğunu saptamışlardır.

Aydan Hanım ve Bülbül arpa çeşitleri, dört farklı arpa unu katkı oranı (%0, %10, %30 ve %50) ve üç farklı kabuk soyma oranı (tam arpa unu, bir kez soyulmuş arpa unu, iki kez soyulmuş arpa unu) ile erişte yapımında kullanılmış ve kalite özellikleri araştırılmıştır. Arpa çeşidinin b\* renk değeri ve pişirme süresi üzerinde; farklı soyulma oranlarının kül, rutubet, protein ve L\* renk değerleri üzerinde; arpa unu katkı oranı ise tüm kalite özelliklerinde önemli etkiler göstermiştir. Protein ve kül değeri artış gösterirken L\* değeri daha koyu bir renk ve b\* değeri daha az sarı renk vermiştir. Ayrıca katkı oranları pişmiş ağırlığı, pişme süresini ve hacim artışını azaltmıştır (Ünsal, Atlı ve Köten, 2016).

## 1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tez kapsamında ekmek ve bisküvi üretiminde tam tane kavuzsuz arpa ununun kullanım olanakları araştırılmıştır. Öncelikle Yalın ve Özen isimli tescilli ve yerli kavuzsuz arpa çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Tam tane olarak öğütülen her iki arpa çeşidi de farklı oranlarda (%0, %10, %20 ve %30) ekmeklik (*Triticum aestivum*) ve bisküvilik (*Triticum compactum*) buğday unlarına ilave edilmiştir. Kontrol örneğiyle birlikte yedi farklı ekmek ve bisküvi yapılmıştır. İlave oranlarının, ekmeklik ve bisküvilik un örneklerinin fizikokimyasal özellikleri, hamur reolojisi ile ekmek ve bisküvi özellikleri üzerindeki etkileri ve çeşit farklılığının bu özelliklere etkisi araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1 Materyal

Bu çalışmada materyal olarak, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilen 2019 hasat dönemine ait Yalın (Şekil 2.1) ve Özen (Şekil 2.2) isimli iki adet yerli, tescilli kavuzsuz arpa çeşidi kullanılmıştır. Ekmek yapımı için Tekirdağ Un Sanayii fabrikasının Ar-Ge biriminden temin edilen ekmeklik buğday unu, su, maya, tuz ve ekmek katkı maddesi (emülgatör/mono ve disliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri-E472e, antioksidan/askorbik asit-E300 ve fungal  $\alpha$ -amilaz); bisküvi yapımı için Yıldız Holding/Pladis Gebze Bisküvi fabrikasının Ar-Ge biriminden temin edilen bisküvilik buğday unu, su, yağ, pudra şekeri, invert şurup, lesitin, tuz, sodyum bikarbonat ve süt tozu kullanılmıştır. Ekmek yapımında kullanılan ekmeklik buğday ununun (kontrol unu) bazı kalite özellikleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de; bisküvi yapımında kullanılan bisküvilik buğday ununun (kontrol unu) bazı kalite özellikleri ise Çizelge 3.13 ve Çizelge 3.14’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Yalın kavuzsuz arpa çeşidi



Şekil 2.2. Özen kavuzsuz arpa çeşidi

## 2.2 Yöntem

### 2.2.1 Kavuzsuz Arpa Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Yalın ve Özen kavuzsuz arpa örneklerinin tane boyutu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, camsılık tayini, nem analizi, protein içeriği, kül içeriği, beyaz un verimi ve renk analizi değerleri aşağıda ayrıntıları verilen analiz yöntemleriyle yapılmıştır.

#### 2.2.1.1 Tane Boyutu

Kavuzsuz arpa için uzunluk ve genişlik değerleri Ünal (2009) tarafından belirtilen metoda göre 25 adet buğday tanesi alınarak dijital kumpas yardımıyla ölçülmüş ve sonuçlar ortalama olarak hesaplanmıştır.

#### 2.2.1.2 Bin Tane Ağırlığı

Analiz için, yabancı maddesi ayrılan kavuzsuz arpa örneklerinden 1.000 tane seçilmiş ve tartılarak kuru madde üzerinden gram olarak ağırlığı belirlenmiştir (Özkaya ve Özkaya, 2005b).

#### 2.2.1.3 Hektolitre Ağırlığı

Hektolitre tayin cihazı kullanılarak kavuzsuz arpa örneklerinin hektolitre ağırlığı belirlenmiştir (Elgün, Ergutay, Certel ve Kotancılar, 2002).

#### 2.2.1.4 Camsılık Tayini

Kavuzsuz arpa taneleri Grobecker kesme makası ile kesilmiş ve görsel olarak camsılık oranları belirlenmiştir (Özkaya ve Özkaya, 2005b).

#### 2.2.1.5 Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Yalın ve Özen çeşidi kavuzsuz arpalarda ve öğütüldükten sonra tam arpa unlarında nem ISO 712 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2012).

#### 2.2.1.6 Protein İçeriğinin Belirlenmesi

Yalın ve Özen tam arpa unlarında protein içeriği ICC 159 metoduna göre belirlenmiştir. Inframatik cihazın (Pertem IM 9520, İsveç) haznesi tamamen numune ile doldurulmuş ve cihaz çalıştırılmıştır. Analizin sonuçları yaklaşık 2 dk sonra cihazın ekranından okunmuş ve protein

içeriği kalibrasyon değerlerine göre belirlenmektedir. Yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi, 780-2500 nm aralığındaki dalga boylarının soğurulmasını sağlar (Anonim, 1995a).

#### 2.2.1.7 Kül İçeriğinin Belirlenmesi

Yalın ve Özen tam arpa unlarında kül miktarı analizi ICC 104/1 metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1990). Krozeler önce kül fırınında 20 dk kurutulmuş ve desikatöre soğuması için alınmıştır. Un örneklerinin her birinden 2 g örnek hassas terazide tartıldıktan sonra kül fırınında beyaz kül oluşuncaya kadar  $900 \pm 25$  °C'de yaklaşık 4 saat süreyle yakılmış ve daha sonra soğuması için desikatöre alınmıştır. Soğuduktan sonra hassas terazide tartım yapılmış ve aşağıda belirtilen 2.1. denklemine göre kül miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Maddede Kül Miktarı} = [(A_1 - A_2) / A_3] / [(100 - A_4) / 100] * 100 \quad (2.1)$$

A<sub>1</sub>: Krozenin yakma işleminden sonra tartım değeri (Kroze+Örnek)

A<sub>2</sub>: Krozenin yakma işleminden önce tartım değeri

A<sub>3</sub>: Tartılan örnek miktarı

A<sub>4</sub>: Örneklerin nem içeriği

#### 2.2.1.8 Beyaz Un Verimi

Yalın ve Özen kavuzsuz arpa örnekleri aşağıda belirtilen formüle göre su miktarı belirlenerek çeşme suyuyla 24 saat tavlansmıştır (2.2). Kavuzsuz arpa örnekleri Şekil 2.3'de görülen laboratuvar tipi çift pasajlı valsli değirmeninde (Bastak 4500 Model, Türkiye) öğütülerek irmik sasöründen geçirilmiş ve un verimi 2.3'e göre hesaplanmıştır (Özkaya ve Özkaya, 2005a).

$$\text{Su miktarı} = \frac{16 - \text{Arpanın nem değeri}}{100} \times \text{Tavlanan arpanın kg miktarı} \quad (2.2)$$

$$\% \text{ Un Verimi} = \frac{\text{Beyaz un miktarı}}{\text{Öğütülen arpa miktarı}} \times 100$$

(2.3)



Şekil 2.3. CD-1 Laboratuvar değirmeni

#### 2.2.1.9 Renk Analizi

Kavuzsuz arpa örneklerinde renk analizi HunterLab (Konica Minolta CR-5, Japan) renk ölçme cihazı ile yapılarak örneklerin L\* (beyazlık veya siyahlık), a\* (kırmızılık veya yeşillik), b\* (sarılık veya mavilik) değerleri belirlenmiştir (Elgün vd., 2002).

#### 2.2.2 Ekmeklik Un Karışımlarının Hazırlanması ve Analizleri

Ekmek üretim denemelerinde, Yalın ve Özen arpa çeşitlerinin laboratuvar değirmeninde öğütülmesiyle elde edilen tam tane kavuzsuz arpa unları, kontrol unu olarak da ekmeklik buğday unu kullanılmıştır.

Ekmek üretim denemeleri için, yapılan ön denemelerden sonra Yalın ve Özen çeşitlerine ait tam kavuzsuz arpa unları (KAU) ayrı ayrı üçer farklı oranda ekmeklik buğday ununa ilave edilerek (%10 KAU + %90 kontrol unu; %20 KAU + %80 kontrol unu ve %30 KAU + %70 kontrol unu) 6 farklı un paçalı hazırlanmış ve ayrıca kontrol unu olarak da ekmeklik buğday unu kullanılmıştır (Çizelge 2.1). Un örneklerinde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

##### 2.2.2.1 Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Ekmeklik un örneklerinde 2.2.1.5.'de belirtilen ISO 712 nem tayini metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2012).

#### 2.2.2.2 *Protein İçeriğinin Belirlenmesi*

Ekmeklik un örneklerinde 2.2.1.6'da belirtilen ICC 159 protein tayini metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1995a).

#### 2.2.2.3 *Kl İçeriğinin Belirlenmesi*

Ekmeklik un örneklerinde 2.2.1.7'de ICC 104/1 kül tayini metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1990).

#### 2.2.2.4 *Yaş Gluten ve Gluten İndeks Değerlerinin Belirlenmesi*

Ekmeklik un örneklerinde yaş gluten ve gluten indeks değerleri AACC 38-12 metoduna göre belirlenmiştir (Anonim, 2000).

#### 2.2.2.5 *Sedimentasyon ve Gecikmeli Sedimentasyon Değerlerinin Belirlenmesi*

Ekmeklik un örneklerinin sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerleri ICC 116/1 metoduna göre belirlenmiştir. Gecikmeli sedimentasyon değerinin normal sedimentasyon değerinden düşük olması sne zararının olduğunu göstermektedir (Anonim, 1994).

#### 2.2.2.6 *Düşme Sayısı Analizi*

Ekmeklik un örneklerinde  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesini belirlemek üzere düşme sayısı (Hagberg falling number) analizi ICC 107/1 metoduna göre yapılmıştır. Viskometre tüpüne 25 ml saf su koyulup üzerine rutubet değerine göre tartılan numune eklenmiş ve iyice karışması sağlanıp propla tüpün çeperleri temizlenmiştir. Tp cihaza yerleştirilip ölüm yapılmıştır (Anonim, 1995b).

#### 2.2.2.7 *Farinograf Analizi*

Farinograf, unun su absorpsiyon kapasitesi, hamurun yoğrulma özellikleri ve yoğurmaya karşı direnci hakkında bilgi vermektedir. Hazırlanan ekmeklik un örneklerinde farinograf analizi ICC 115/1 nolu standart yönteme göre Brabender Farinograf cihazı (Almanya) ile yapılmıştır (Anonim, 1992b).

Nem değerine göre un miktarı tartılarak cihazın haznesine konulmuş ve büret 30 °C saf su ile doldurulduktan sonra cihaz 1 dk yavaş devirde çalıştırılmıştır. Sıfır çizgisine gelince hızlı



devire getirilerek bütreden su eklenmeye başlanmış, bu işlem cihaz 500 BU çizgisini ortalayınca kadar devam etmiş ve harcanan su miktarı saptanmıştır. Eğrinin tepe noktasından itibaren 12 dk daha çizme işlemi yapılmış ve elde edilen farinograf grafiği ile hamurun yoğurmaya karşı direnci, gelişme süresi, stabilitesi, yumuşama derecesi ve farinograf kalite numarası belirlenmiştir. Farinograf kalite numarası (mm): Kurvenin başlangıcından itibaren oluşan yeni 500 konsistens çizgisinden 30 FU (Farinograf Ünitesi) aşağı düştüğü süre her dakika 10 mm olmak şartı ile hesaplanarak tanımlanır (Sevim ve Ereku, 2020).

#### 2.2.2.8 Ekstensograf Analizi

Ekstensograf, hamurun uzamaya karşı direnci, uzayabilirliği ve enerji değeri hakkında bilgi vermektedir. Hazırlanan ekmeklik un örneklerinde ekstensograf analizi ICC 114/1 nolu standart yöntemine göre Brabender Ekstensograf cihazı (Almanya) ile yapılmıştır (Anonim, 1992a).

Nem değerine göre un miktarı tartılmış ve hazneye konulmuştur. Büret 30 °C'deki saf su ile doldurulmuş ve bir miktar su behere alınarak 6 g tuz ile karıştırılmıştır. Cihaz 1 dk yavaş devirde çalıştırılmış ve cihaz su için uyarı verdiğinde önce tuzlu su ilave edilmiş ve farinograf hızlı devire alınarak (90 devir/dk) yoğurma işlemi başlatılmıştır. Cihaz 500 BU çizgisini ortalayınca kadar 5 dk içinde bütreden yavaş yavaş su ilave edilmiş ve 5 dk sonra yoğurma işlemine son verilmiştir. Hamurdan kesilen 150 g'lık parça önce 20 devir yaptırılarak yuvarlak hale, sonra silindirler arasından geçirilerek silindir haline getirilmiştir. Hamur, cihazın 30 °C sıcaklığındaki bekleme dolabına yerleştirilmiş ve 45. dk, 90. dk ve 135. dk'da ekstensograf grafiği çizilmiştir.

#### 2.2.2.9 Mikro Visko-Amilograf Analizi

Ekmeklik un örneklerinin jelleşme özellikleri AACC 76-33.01 metoduna göre belirlenmiştir. Analizde Mikro-Visko-Amilograf (Brabender, Almanya) cihazı kullanılmıştır.

Viscograph1 programında numunenin rutubet değerine karşılık gelen numune miktarı  $\pm 0,1$  g hassasiyetle tartılmıştır. Cihazın hesapladığı miktarda saf su behere konulmuş ve manyetik karıştırıcı çalıştırılarak tartılan numune beherin içine azar azar eklenmiştir. Ölçüm kabına, beherin içinde hiç tortu kalmayacak şekilde hazırlanan numune dökülmüştür. Ölçüm kabı cihaza yerleştirilip cihaz çalıştırılmış ve amilograf grafiği elde edilmiştir (Anonim, 2010).

### 2.2.3 Ekmek Üretim Denemeleri

Ekmek denemeleri Tekirdağ Un Sanayii Ar-Ge Laboratuvarında yapılmıştır. Kontrol örneği için Tekirdağ Un Sanayi Fabrikasının Ar-Ge biriminden temin edilen ekmeklik un ve tüm formülasyonlarda ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*), tuz, içilebilir nitelikte su ve ekmek katkı maddesi kullanılmıştır. Ekmek katkı maddesinde emülgatör (mono ve disliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri (E472e)), antioksidan (askorbik asit (E300)) ve enzim (fungal  $\alpha$ -amilaz) bulunmaktadır.

Ekmek üretim denemeleri Çizelge 2.1'de belirtilen un karışımlarını içeren kontrol ekmeğinde dahil toplam 7 farklı formülasyonla yapılmıştır. Kontrol ekmeği üretiminde ekmeklik buğday ununu %100 oranında içeren formülasyon kullanılmıştır (Çizelge 2.1). Ekmek pişirme denemeleri, direkt hamur yöntemi ICC 131 (Anonim, 1980) modifiye edilerek yapılmıştır.

Çizelge 2.1. Ekmek formülasyonları

Un Karışımları	Formülasyonlar (%)			
	Su <sup>(1)</sup>	Tuz <sup>(2)</sup>	Maya <sup>(2)</sup>	Katkı Maddesi <sup>(2)</sup>
Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu)	62,0	1,5	2	0,5
%10 Yalın KAU <sup>(3)</sup> + %90 KU <sup>(4)</sup>	64,5	1,5	2	0,5
%20 Yalın KAU + %80 KU	65,0	1,5	2	0,5
%30 Yalın KAU + %70 KU	65,5	1,5	2	0,5
%10 Özen KAU + %90 KU	65,4	1,5	2	0,5
%20 Özen KAU + %80 KU	66,4	1,5	2	0,5
%30 Özen KAU + %70 KU	66,9	1,5	2	0,5

<sup>(1)</sup>Su miktarı farinograf analizinin sonuçları değerlendirilerek belirlenmiştir. <sup>(2)</sup>Kullanım oranları un ağırlığı üzerinden verilmiştir. <sup>(3)</sup>KAU: Kavuzsuz Arpa Unu. <sup>(4)</sup>KU: Kontrol Unu.

Her bir formülasyon için 2 kg unla birlikte ekmek katkı maddesi laboratuvar tipi hamur yoğurucuya (VMI The Mixing Company - Fransa) (Şekil 2.4) konulup yoğurma işlemi başlatılmıştır. İlk 2 dk yavaş devirde, sonrasında 7 dk hızlı devirde yoğurma yapılmış ve toplam yoğurma süresi 9 dk olmuştur. Yoğurma sırasında 7.dk'da tuz ve 8. dk'da maya eklenmiştir. Elde edilen hamurların sıcaklıkları ölçülmüş ve Çizelge 2.2'de verilmiştir. Yoğrulan hamurlar 5 dk dinlendirildikten sonra 600 g ağırlığında kesilmiş ve 5 dk daha dinlendirildikten sonra tost ekmeği şekli verilerek tost ekmeği tavalara konulmuştur. Hamurlar fermentasyon için 36 °C sıcaklıkta 60 dk ve %85 bağıl nemde fermentasyon kabineye konulmuştur. Daha sonra üst ısı

220 °C, alt ısısı 210 °C olan Wiesheu marka matador tipi pişirme fırınında 35 dk süreyle pişirilmiştir. Fırından çıkarılan ekmekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.



Şekil 2.4. Ekmek yoğurma makinesi

Çizelge 2.2. Yoğurma sırasında ölçülen hamur sıcaklıkları

Hamur Örnekleri	Hamur Sıcaklığı (°C)
Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu)	31,4
%10 Yalın KAU <sup>(1)</sup> + %90 KU <sup>(2)</sup>	30,1
%20 Yalın KAU + %80 KU	29,2
%30 Yalın KAU + %70 KU	30,3
%10 Özen KAU + %90 KU	30,5
%20 Özen KAU + %80 KU	29,4
%30 Özen KAU + %70 KU	30,2

<sup>(1)</sup>KAU: Kavuzsuz Arpa Unu. <sup>(2)</sup>KU: Kontrol Unu

## 2.2.4 Ekmek Örneklerinde Analizler

### 2.2.4.1 Fiziksel Analizler

Üretilen ekmekler oda sıcaklığına geldikten sonra ağırlık (g) ölçümleri yapılmış ve kolza tohumu ile yer değiştirme esasına dayanarak hacim (ml) değerleri belirlenmiştir. Hacim değerlerinin ekmek ağırlığına oranlanmasıyla spesifik hacim (cm<sup>3</sup>/g) değerleri bulunmuştur (Elgün vd., 2002). Genişlik, yükseklik ve uzunluk ölçümleri gerçekleştirilerek ekmekler arasındaki boyut farklılıkları belirlenmiştir.

#### 2.2.4.2 *Tekstür Analizi (Ekmek içi sertliği)*

Ekmek içi sertlik değerleri Stable Micro Systems (TA-XT Plus, İngiltere) Tekstür analiz cihazı ile 36 mm'lik silindir prob kullanılarak tayin edilmiştir. Ekmeklerden 2 cm'lik dilimler kesilerek 5mm/sn hız, 10 mm dalma derinliği (yaklaşık %33 deformasyon) ve 5 g ilk algılama kuvveti kullanılarak 1., 2. ve 3. günün sonunda sertlik ölçümleri yapılmıştır. Ekmek içi sertliği, AACC 74.09'a göre belirlenmiştir (Anonim, 1999).

#### 2.2.4.3 *Duyusal Analiz*

Duyusal analiz; Tekirdağ Un Sanayii fabrikasının laboratuvarlarında 5 deneyimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlerin değerlendirmesinde, EK-1'de verilen duyu analizi formundaki her bir özellik için 1-5 arasında puanlama yapılmıştır (Coşkuner, 2003).

### 2.2.5 **Bisküvilik Un Karışımlarının Hazırlanması ve Analizleri**

Bisküvi üretim denemelerinde, Yalın ve Özen arpa çeşitlerinin laboratuvar değirmeninde öğütülmesiyle elde edilen tam tane kavuzsuz arpa unları (KAU), kontrol unu olarak da Yıldız Holding/Pladis Gebze Bisküvi fabrikasının Ar-Ge biriminden temin edilen bisküvilik un kullanılmıştır.

Bisküvi üretim denemeleri için Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerine ait tam arpa unları, yapılan ön denemelerden sonra üçer farklı oranda bisküvilik kontrol ununa ilave edilerek (%10 KAU + %90 kontrol unu; %20 KAU + %80 kontrol unu ve %30 KAU + %70 kontrol unu) 6 farklı un paçalı hazırlanmıştır. Kontrol unu olarak da bisküvilik buğday unu kullanılmıştır. Bisküvi üretiminde kullanılan un karışımları ve kontrol ununda aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

#### 2.2.5.1 *Nem İçeriğinin Belirlenmesi*

2.2.1.5.'de belirtilen ISO 712 nem tayini metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2012).

#### 2.2.5.2 *Protein İçeriğinin Belirlenmesi*

2.2.1.6.'de belirtilen ICC 159 protein tayini metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1995a).

### 2.2.5.3 *Kül İçeriğinin Belirlenmesi*

2.2.1.7.'de belirtilen ICC 104/1 kül tayini metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1990).

### 2.2.5.4 *Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi*

Bisküvilik un örneklerinde toplam fenolik madde içeriğini belirlemek için öncelikle 2 g örnek, 18 ml %80'lik metanol çözeltisiyle karıştırılarak ekstrakte edilmiştir. Karışımlar 40 rpm'de 4 saat zarfında kapalı bir şekilde fotodegradasyon ve oksidasyon reaksiyonlarını önlemek amacıyla karıştırılmıştır. Bu işlemde sonra 6000 rpm'de 15 dk santrifüjlenmiş ve berrak kısmı fenolik madde tayininde kullanılmıştır (Baltacıoğlu vd., 2019).

Analizde 100 µl örnek ekstraktı üzerine 7,5 ml saf su ve 500 µl Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenmiş ve vortex yardımıyla karıştırılmış ve bekletilmiştir. Ardından 1 ml doymuş sodyum karbonat ve 900 µl saf su eklenmiş ve tekrar karıştırılmıştır. Kontrol olarak %80'lik metanol kullanılmıştır. 1 saat karanlık ortamda bekletilmiş ve sonra 720 nm'de dalga boyunda değerleri spektrofotometrede okunmuştur.

Kalibrasyon eğrisi, gallik asit kullanılarak oluşturulmuştur. Ölçülen absorbans değerleri, gallik asit çözeltisi ile çizilmiş kalibrasyon eğrisi yardımıyla tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri olarak (mg GAE/kg kuru ağırlık) olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2018).

### 2.2.5.5 *Yaş Gluten ve Gluten İndeks Değerlerinin Belirlenmesi*

2.2.2.4.'te belirtilen AACC 38-12 yaş gluten ve gluten indeks değeri metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2000).

### 2.2.5.6 *Sedimentasyon ve Gecikmeli Sedimentasyon Değerlerinin Belirlenmesi*

2.2.2.5.'da belirtilen ICC 116/1 sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1994).

### 2.2.5.7 *Düşme Sayısı Analizi*

2.2.2.6.'de belirtilen ICC 107/1 Düşme sayısı (Hagberg falling number) metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1995b).

#### 2.2.5.8 Farinograf Analizi

2.2.2.7.'da belirtilen ICC 115/1 nolu standart yöntemle göre Brabander Farinograf cihazı ile yapılmıştır (Anonim, 1992b).

#### 2.2.5.9 Ekstensograf Analizi

2.2.2.8.'da belirtilen ICC 114/1 nolu standart yöntemle göre Brabander Ekstensograf cihazı ile yapılmıştır (Anonim, 1992a).

#### 2.2.5.10 Mikro Visko-Amilograf Analizi

2.2.2.9.'de belirtilen Mikro-Visko-Amylograf cihazı ile AACC 76-33.01 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2010).

### 2.2.6 Bisküvi Üretim Denemeleri

Bisküvi üretim denemeleri Yıldız Holding/Pladis Gebze Bisküvi fabrikasının Ar-Ge laboratuvarında yapılmıştır. Bisküvilerin renk ve fenolik madde analizleri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında yapılmıştır. Kontrol örneği ve diğer un karışımlarının hazırlanmasında Yıldız Holding/Pladis Gebze Bisküvi fabrikasının Ar-Ge biriminden temin edilen bisküvilik un kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonlarında yer alan diğer tüm girdiler de (Çizelge 2.3) Yıldız Holding/Pladis Gebze Bisküvi fabrikasının Ar-Ge biriminden temin edilmiştir.

Kavuzsuz arpa ununun kullanıldığı bisküvi üretim denemeleri, Çizelge 2.3'te belirtilen un karışımlarını içeren toplam 6 farklı formülasyonla yapılmıştır. Kontrol bisküvisi üretiminde ise bisküvilik buğday ununu %100 oranında içeren formülasyon kullanılmıştır. Her bir un karışımına, Çizelge 2.3'de belirtilen katkı maddeleri aynı oranlarda ilave edilerek, kontrol örneğinde dahil toplamda 7 farklı bisküvi formülasyonu elde edilmiştir. Elde edilen formülasyonlarla sade petibör (petit beurre) çeşidi bisküvi üretilmiştir.

Çizelge 2.3. Sade petibör bisküvi formülasyonları

Örnekler	Formülasyonlar <sup>(1)</sup>								
	Bitkisel Yağ (%)	Şeker (Pudra) (%)	Su (%)	İnvert Şeker Şurubu (%)	Süt Tozu (Yağlı) (%)	Tuz (%)	Lesitin (%)	Sodyum Bikarbonat (%)	Aroma Verici (Tereyağ) (%)

Kontrol (%100 Buğday Unu)	19,3	10,8	6,2	2,1	0,8	0,5	0,2	0,09	0,03
%10 Yalın KAUB <sup>(2)</sup>	19,3	10,8	6,2	2,1	0,8	0,5	0,2	0,09	0,03
%20 Yalın KAUB	19,3	10,8	6,2	2,1	0,8	0,5	0,2	0,09	0,03
%30 Yalın KAUB	19,3	10,8	6,2	2,1	0,8	0,5	0,2	0,09	0,03
%10 Özen KAUB	19,3	10,8	6,2	2,1	0,8	0,5	0,2	0,09	0,03
%20 Özen KAUB	19,3	10,8	6,2	2,1	0,8	0,5	0,2	0,09	0,03
%30 Özen KAUB	19,3	10,8	6,2	2,1	0,8	0,5	0,2	0,09	0,03

<sup>(1)</sup>Kullanım oranları un ağırlığı üzerinden verilmiştir. <sup>(2)</sup>KAUB: Kavuzsuz Arpa Unu Bisküvisi

Her bir formülasyon için un ve şeker, Şekil 2.5’de görülen Apinox marka laboratuvar tipi yatay mikserin karıştırma kabına konulmuş ve ön karıştırma işlemi yapıldıktan sonra yağ, invert şurup, lesitin, sodyum bikarbonat ve aroma verici (tereyağ) eklenerek yavaş devirde karıştırılmaya devam edilmiştir. Hamur karışımına su kademeli olarak tuz ise %25 çözelti şeklinde eklenerek homojen bir bisküvi hamuru elde edilinceye kadar krema safhası devir 2’de 240 saniye olmak üzere toplam 720 saniye devir 4’de yoğrulmuştur. Hazırlanan hamur şekil verme makinesinin haznesine konulmuş ve silindirler yardımıyla istenilen kalınlığa getirilerek seçilen kalıpla şekillendirilmiştir (Şekil 2.6). Şekil verilen bisküviler pişirilmek üzere tepsilere dizilmiştir. Bisküviler, pişirmenin ilk 8 dk’sında fırın sıcaklığı 165 °C ve %100 nem değerinde olan ve son 2 dk’sında fırın sıcaklığı 155 °C’ye ve nem değeri %20’ye düşen 10 dk pişirme programında pişirilmiştir. Renk kararması nedeniyle %20 Özen ve %30 Özen içeren bisküvi örnekleri sırasıyla 2 dk ve 4 dk erken çıkarılmış ve toplamda 8 dk ve 6 dk pişirilmiştir. Fırından çıktıktan sonra bisküviler yaklaşık 30 dk süre ile oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır. Bisküvi örnekleri analizler süresinde kapaklı plastik kutulara konulup ambalajlanmış, serin ve karanlık ortamda muhafaza edilmiştir.



Şekil 2.5. Bisküvi hamur yoğurma makinesi



Şekil 2.6. Bisküvi şekil verme makinesi

## 2.2.7 Bisküvi Örneklerinde Analizler

### 2.2.7.1 Renk Analizi

Bisküvilerin alt ve üst yüzey renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) HunterLab (Konica Minolta CR-5, Japan) ile ölçülmüştür (Cemeroğlu, 2018; Hecer ve Ulusoy; 2015).

### 2.2.7.2 Ağırlık Ölçümü

Bisküviler fırından çıktıktan sonra oda sıcaklığına kadar (yaklaşık 30 dk) soğutulup ağırlık ölçümleri (g) hassas terazi kullanılarak yapılmıştır.

### 2.2.7.3 Kalınlık, Genişlik ve Uzunluk Ölçümü

Kalınlık (mm), genişlik (mm) ve uzunluk (mm) ölçümleri rastgele seçilen yirmi adet bisküvide kumpas yardımıyla yapılmıştır.



#### 2.2.7.4 Nem Analizi

Bisküvi örnekleri havanda dövülerek toz haline getirilmiş ve % nem tayini ICC 110/1 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1976).

#### 2.2.7.5 pH Analizi

150 ml'lik behere 25 g bisküvi tartılmıştır. Tartılan örnek saf su ile 100 ml ye tamamlanmış ve iyice karıştırıldıktan sonra pH metre elektrodu çözeltiliye daldırılarak pH değeri ölçülmüştür (Sertakan, 2006).

#### 2.2.7.6 Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Bisküvi örneklerinde toplam fenolik madde içeriği 2.2.5.4.'te belirtilen toplam fenolik madde tayin yöntemine göre yapılmıştır (Baltacıoğlu vd., 2019; Cemeroğlu, 2018).

#### 2.2.7.7 Tekstür Analizi

Bisküvilerde tekstür ölçümü Stable Micro Systems (TA-XT Plus, İngiltere) Tekstür analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.7). Prob 10 mm dalma derinliğinden 10 sn de inerek bisküvi üzerine 5 g ilk algılama kuvveti uygulamış ve bisküvilerin sertlik (g) ve kırılganlık (mm) değerleri belirlenmiştir. AACC 74.09 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 1999)



Şekil 2.7. Tekstür analiz cihazı

#### 2.2.7.8 Duyusal Analiz

Duyusal analiz; Yıldız Holding/Pladis Gebze Bisküvi fabrikasının Ar-Ge laboratuvarlarında 5 deneyimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlerin değerlendirmesinde, EK-2’de verilen duyusal analiz formundaki her bir özellik için 1-5 arasında puanlama yapılmıştır (Sertakan, 2006).

#### 2.2.8 İstatistiksel Analizler

Ekmek ve bisküvi örneklerinde yapılan analizlerden elde edilen veriler arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla ikili ANOVA analizi yapılmış ve varyans analizi sonucunda önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Tukey çoklu karşılaştırma testi ile  $p < 0,05$  derecesine göre farklılıklar belirlenmiştir. Varyans analizlerinde JMP 5.0.1 (SAS Institute) programı kullanılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

#### 3.1 Kavuzsuz Arpa Örneklerinde Yapılan Analizler

Araştırma materyali Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinde yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Yalın çeşidinin tane boyutu (uzunluk ve genişlik), bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve camsılık oranı Özen çeşidinden daha yüksek bulunmuştur. Söz konusu değerler Yalın çeşidinin Özen çeşidine göre daha iri, dolgun ve sert taneli olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 3.1. Kavuzsuz arpa çeşitlerinin analiz sonuçları

Analizler	Kavuzsuz Arpa Çeşidi	
	Yalın	Özen
Tane Boyutu		
Uzunluk (mm)	7,87±0,42 <sup>a</sup>	7,33±0,36 <sup>b</sup>
Genişlik (mm)	3,80±0,16 <sup>a</sup>	3,52±0,36 <sup>a</sup>
Bin Tane Ağırlığı (g)	46,5±0,25 <sup>a</sup>	38,5±0,19 <sup>b</sup>
Hektolitre Ağırlığı (kg/hl)	82,0±0,11 <sup>a</sup>	81,1±0,14 <sup>b</sup>
Camsılık Oranı (%)	75±2,82 <sup>a</sup>	65±5,65 <sup>b</sup>
Tane Nemi (%)	12,20±0,09 <sup>a</sup>	11,60±0,15 <sup>b</sup>
Tam Arpa Unu Nemi (%)	15,80±0,16 <sup>a</sup>	15,20±0,12 <sup>a</sup>
Protein Oranı (%)	12,76±0,12 <sup>a</sup>	12,83±0,17 <sup>a</sup>
Kül Oranı (%)	2,35±0,21 <sup>a</sup>	2,46±0,13 <sup>a</sup>
Beyaz Un Verimi (%)	27,22±0,21 <sup>a</sup>	21,81±0,16 <sup>b</sup>
Tane Rengi		
L*	57,45±0,40 <sup>a</sup>	56,74±0,19 <sup>a</sup>
a*	5,89±0,20 <sup>b</sup>	6,52±0,09 <sup>a</sup>
b*	27,59±0,28 <sup>a</sup>	23,48±0,20 <sup>b</sup>

Aynı satırda aynı harflerle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur ( $p>0,05$ ).

Beyaz un verimi genelde tane boyutu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve camsılık değeri ile doğru orantılıdır. Yalın çeşidinin beyaz un veriminin yüksek olması bu sonuçları doğrular niteliktedir. Diğer taraftan Yalın çeşidinin tane nem oranı ve öğütme ile elde edilen tam tane ununun nem oranı da Özen çeşidinden yüksek çıkmıştır. Tanede protein ve kül oranı ise Özen çeşidinde daha yüksek bulunmuştur.

Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizde; tane uzunluğu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, camsılık oranı, tane nemi, beyaz un verimi ile a\* ve b\* renk değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ( $p<0,05$ ) saptanmıştır. Buna karşılık tane genişliği, tam arpa unu nem değerleri, tane protein oranı, tane kül oranı ve L\* renk değerleri bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ( $p>0,05$ ) olmamıştır (Çizelge 3.1). Tane uzunluğu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, camsılık oranı ve beyaz un verimleri arasındaki farklılıkların arpa çeşitlerinin yetiştirilme koşulları ve genotip (çeşit) özellikleriyle ilişkili olduğu söylenebilir. Beyaz un veriminde genotip özelliği olarak kepek/endosperm oranının ve tane sertliğinin de etkili olabileceğini belirtmek gerekir. Tane nemindeki farklılığın büyük oranda hasad ve depolama koşullarından, tam arpa unu nemindeki farklılığın ise tanenin depolama ve hasad koşulları yanında tavlama sırasında söz konusu iki çeşidin su absorpsiyonundaki farklılığından kaynaklandığı ileri sürülebilir. Diğer taraftan, her iki çeşidin de tam arpa unlarına ait nem değerleri tane nem değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Söz konusu farklılık öğütme öncesinde yapılan tavlama işleminden ileri gelmektedir.

Dursun ve Güner (2003), beş farklı buğday ve bir arpa çeşidinin iki paralel plaka arasında sıkıştırma yükü altındaki mekanik davranışlarını incelemiş ve arpa tanesinin uzunluğunu 9,3 mm, genişliğini ise 3,5 mm olarak ölçmüştür. Arpa tanesi 8-12 mm uzunluğunda ve 3-4 mm genişliğindedir (Anonim, 2021; Karaduman, 2006).

Yapılan çalışmalarda bin tane ağırlığını İmamoğlu ve Yılmaz (2012), Bursa ekolojik koşullarında 2007-2008 ve 2008 ve 2009 yıllarında 20 hat ve 5 çeşit arpada 38,0-53,3 g arasında; Koca vd. (2015), 4 farklı arpa çeşidinde 39,12-70,36 g arasında; Çöken ve Akman (2016), 2013-2014 yetiştirme döneminde Ispartada ekilen 13 arpa çeşidinde 43,4-56,4 g arasında ( $p<0,01$ ); İmamoğlu vd. (2016) 2013-2014 üretim sezonunda Ege Bölgesinde yetiştirilen 20 adet arpa hattı ve 5 adet tescilli çeşitte ortalama 43,07 g; Kızılgeçi, Yıldırım, Albayrak ve Akıncı (2016), arpa çeşitlerinde 30,15-51,82 g arasında; Sirat ve Sezer (2017), 2007-2008 ve 2008-2009 yetiştirme döneminde Bafra Ovasında yetiştirdiği 12 adet iki sıralı arpa çeşidinde iki yıllık ortalama 40,19-48,83 g arasında ( $p<0,01$  düzeyinde); Özer (2019), Özen ve Yalın çeşitlerinde sırasıyla ortalama 32,3 g ve 46,0 g olarak belirlemiştir.

Yapılan çalışmalarda hektolitre ağırlığını İmamoğlu ve Yılmaz (2012), Bursa ekolojik koşullarında 2007-2008 ve 2008-2009 yıllarında 20 hat ve 5 çeşit arpada 57,9-68,0 kg/hl arasında; Çöken ve Akman (2016), 2013-2014 yetiştirme döneminde Isparta'da ekilen 13 arpa

çeşidinde 66,20-76,36 kg/hl arasında ( $p<0,01$ ); İmamoğlu vd. (2016), 2013-2014 üretim sezonunda Ege Bölgesinde yetiştirilen 20 adet arpa hattı ve 5 adet tescilli çeşitte ortalama 60 kg/hl; Kızılgeçi vd., (2016) arpa çeşitlerinde 61,57-73,44 kg/hl arasında; Sirat ve Sezer (2017), 2007-2008 ve 2008 ve 2009 yetiştirme döneminde Bafra Ovasında yetiştirdiği 12 adet iki sıralı arpa çeşidinde iki yıllık ortalama hektolitreye ağırlığını 65,77-70,76 kg/hl arasında ( $p<0,01$ ); Özer (2019), Özen ve Yalın çeşitlerinde sırasıyla 77,1 kg/hl ve 80,1 kg/hl belirlemiştir.

Yapılan çalışmalarda protein değerini İmamoğlu ve Yılmaz (2012), Bursa ekolojik koşullarında 2007-2008 ve 2008 ve 2009 yıllarında 20 hat ve 5 çeşitte %11,7-15,1 arasında; Koca vd. (2015), 4 farklı arpa çeşidinde %10,31-12,05 arasında; Çöken ve Akman (2016), 2013-2014 yetiştirme döneminde Ispartada ekilen 13 arpa çeşidinde %9,66-16,30 arasında ( $p<0,01$ ); İmamoğlu vd. (2016), 2013-2014 üretim sezonunda Ege Bölgesinde yetiştirilen 20 adet arpa hattı ve 5 adet tescilli çeşitte ortalama %11,6-%14,1 arasında; Kızılgeçi vd. (2016) arpa çeşitlerinde %12,27-16,32 arasında; Sirat ve Sezer (2017), 2007-2008 ve 2008 ve 2009 yetiştirme döneminde Bafra Ovasında yetiştirdiği 12 adet iki sıralı arpa çeşidinde iki yıllık ortalama %10,16-11,74 arasında bulmuşlardır.

Yalın ve Özen kavuzsuz arpaların sırasıyla bin tane ağırlığının ortalama 35,3-45,1 g ve 28,8-38,9 g, hektolitreye ağırlığının 76,5-80 kg/hl ve 68,7-81,8 kg/hl ve protein oranının %12,9-17,9 ve %11,8-17,0 arasında olduğu açıklanmıştır (TARM, 2014).

Golzari (2015), buğday ununa farklı oranlarda (%0 (kontrol), %10, %20, %30, %40 ve %50) kavuzsuz arpa unu ve çavdar unu ilave ederek hamur reolojisi ve ekmek kalite özelliklerini araştırmıştır. Çalışmasında, kavuzsuz arpa tanesinin nem oranını %9,91, kavuzsuz arpa ununun nem oranını %10,70, bin tane ağırlığını 39,90 g, hektolitreye ağırlığını 78,57 kg/hl ve un randımanını %61,15 olarak bulmuştur.

Karaoğlu ve Kotancılar (2016), yaptıkları çalışmada, arpa ununun nem değerini %13,2; Gupta vd. (2011) ise %13,1 olarak ölçmüşlerdir.

Özer (2019), Yalın ve Özen kavuzsuz tam arpa unlarının sırasıyla nem değerini ortalama %10,68 ve %9,84, kül oranını %1,83 ve %1,95 ve protein oranını %15,8 ve %17,1 olarak belirlemiştir.

Tez çalışmasında elde edilen bin tane ağırlığı ve protein değerleri literatür verilerine benzerlik göstermektedir. Hektolitreye ağırlıkları ise önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlardan

daha yüksek bulunmuş olup söz konusu farklılığın yetiştirme koşulları ve genotip farklılıklarından ileri geldiği söylenebilir. Özen ve Yalın kavuzsuz arpa çeşitlerine ait tane neminin ve tam arpa unlarının nem değerlerinin literatür verilerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tane nemindeki farklılığında çok hasad ve depolama koşullarından, tam arpa ununun nem oranlarındaki farklılığın ise tane nemi ve arpa ununun kepek içeriği yanında öğütme öncesi uygulanan tavlama işlemleri arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı ileri sürülebilir. Arpa örneklerinin kül ve protein oranları Özer (2019)'dan daha yüksek belirlenmiş olup söz konusu farklılıkta yetiştirme koşulları ve genotip özelliklerin etkili olduğu söylenebilir. Diğer taraftan tez çalışmasında, her iki arpa çeşidi içinde kepek ve rüşeym tabakalarının uzaklaştırıldığı beyaz un veriminin belirlenmesi hedeflenmiş ve beyaz un verimleri Yalın çeşidi için %27,22 ve Özen çeşidi için %21,81 olarak belirlenmiştir. Söz konusu un verimi değerleri, Golzari (2015)'in elde ettiği un verimi (%61,15) değerinden oldukça düşük bulunmuştur. Un veriminin düşük çıkması, arpa çeşitlerinin nişasta içerikleri ve kepek/endosperm oranları yanında büyük oranda öğütme koşullarındaki farklılık ve unların ekstraksiyon dereceleri ile ilişkilendirilebilir.

Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinin L\* (parlaklık), a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) renk değerleri sırasıyla Yalın çeşidinde 57,45, 5,89 ve 27,59, Özen çeşidinde ise 56,74, 6,52 ve 23,48 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.1). L\* ve b\* değerleri Yalın çeşidinde, a\* değeri ise Özen çeşidinde yüksek bulunmuş olup a\* ve b\* renk değerleri bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). b\* (sarılık) renk değerinin yüksekliği, Yalın çeşidinin karotenoid grubu renk pigmentleri bakımından Özen çeşidinden daha yüksek olduğuna işaret etmektedir.

## **3.2 Ekmeklik Unların Analizleri**

### **3.2.1 Nem, Protein ve Kül İçeriği**

Ekmek pişirme denemeleri için hazırlanan kontrol unu da dahil toplam 7 ayrı un karışımının nem, protein ve kül içeriği Çizelge 3.2'de verilmiştir. Un karışımlarının nem içeriği en düşük %11,40 (kontrol unu) ile en yüksek %12,75 (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren karışım); protein oranları %13,25 (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren karışım) ile %14,00 (kontrol unu) ve kül oranları %0,65 (kontrol unu) ile %0,88 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren karışım) arasında değişmiştir.

Çizelge 3.2. Ekmeklik un örneklerinin nem, protein ve kül oranları

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Nem (%)	Protein (%)	Kül (%)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	11,40±0,56 <sup>Ab</sup>	14,00±0,16 <sup>Aa</sup>	0,65±0,06 <sup>Aa</sup>
	%10	11,42±0,07 <sup>Bb</sup>	13,93±0,22 <sup>Aa</sup>	0,74±0,14 <sup>Aa</sup>
	%20	11,63±0,21 <sup>Aab</sup>	13,74±0,11 <sup>Aa</sup>	0,81±0,22 <sup>Aa</sup>
	%30	12,75±0,21 <sup>Aa</sup>	13,25±0,25 <sup>Aa</sup>	0,85±0,26 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	11,40±0,56 <sup>Ab</sup>	14,00±0,16 <sup>Aa</sup>	0,65±0,06 <sup>Aa</sup>
	%10	11,75±0,07 <sup>Aa</sup>	13,00±0,14 <sup>Aa</sup>	0,70±0,08 <sup>Aa</sup>
	%20	12,30±0,28 <sup>Aa</sup>	13,69±0,26 <sup>Aa</sup>	0,81±0,22 <sup>Aa</sup>
	%30	12,40±0,15 <sup>Aa</sup>	13,65±0,18 <sup>Aa</sup>	0,88±0,28 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Yapılan istatistiksel analizde, kontrol unu (ekmeklik buğday unu) ile Yalın kavuzsuz tam arpa ununun kontrol ununa %10 ve %20 oranlarında ilave edildiği un karışımlarının nem oranları arasında önemli bir farklılık saptanamamışken, Yalın çeşidini %30 oranında içeren un karışımı ile %10 oranında içeren un karışımı ve kontrol ununun nem oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuş ( $p<0,05$ ) ve farklı gruplara dahil olmuşlardır. Söz konusu farklılığın tam arpa ununun nem içeriğinden ileri geldiği söylenebilir. Buna karşılık, Özen tam arpa ununun kontrol ununa ilave oranı arttıkça un karışımlarının nem oranları da artış göstermiş ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Diğer taraftan, Yalın ve Özen kavuzsuz tam arpa unlarının kontrol ununa ilave oranları arttıkça un karışımlarının protein oranları azalmış, kül oranları ise artış göstermiştir. Ancak, yapılan istatistiksel analizde hem aynı arpa çeşidinin farklı ilave oranları arasında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında protein ve kül oranları bakımından anlamlı farklılıklar belirlenememiştir ( $p>0,05$ ) (Çizelge 3.2).

Mankan (2008) çalışmasında, iki farklı çavdar ununu %30 ve %50 oranlarında zayıf ve kuvvetli buğday unlarıyla karıştırarak 8 farklı kombinasyonda ekmek yapmıştır. Kuvvetli un, zayıf un, çavdar unu-1 ve çavdar unu-2'nin sırasıyla nem oranı %13,8-%14,2-%12,0-%11,0; kül oranı %0,54-%0,63-%1,19-%1,11 ve protein oranı %13,68-%11,08-%8,96-%9,10 olarak ( $p\leq 0,05$ ) belirlemiştir. Karışım örneklerinde ise nem oranını %12,8-%13,8 arasında, kül oranını %0,72-%0,91 arasında ve protein oranını %10,3-%12,6 arasında saptamıştır. Aynı unda ilave oranı arttıkça kül oranı artarken protein değerinin azaldığı belirlenmiştir.

Choi vd. (2011), buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20 ve %30 oranlarında normal ve mumsu kavuzsuz arpa unu ilave ederek ekmek yapmışlar ve un örneklerinde kül oranlarını %0,36-0,67 ve protein oranlarını da %12,66-14,10 arasında ölçmüşlerdir. Arpa unu ilave oranı arttıkça kül oranının arttığını buna karşılık protein oranının azaldığını belirtmişlerdir.

Aydoğan vd. (2013), 21 çeşit ekmeklik buğday ununda protein değerini ortalama %13,9 olarak bulmuşlardır.

Golzari (2015) çalışmasında, buğday ununda ve kavuzsuz arpa ununda sırasıyla nem oranını %11,86 ve %10,70; kül oranını %0,47 ve %0,76 ve protein oranını %11,88 ve %15,27 olarak belirlemiştir. Koca vd. ise (2015), 4 farklı arpa çeşidinde kül oranını %2,54-2,72 arasında ölçmüştür.

Karaoğlu ve Kotancılar (2016), kavut çalışmasında, beyaz un ve arpa ununda sırasıyla nem oranını %14,7 ve %13,2, protein değerini %13,1 ve 12,4 ve kül oranını %1,60 ve %2,93 olarak ölçmüşlerdir.

Sheikholeslami vd. (2018), guar zankı ve askorbik asit varlığında ekmeklik buğday ununa %0, %10 ve %20 oranında kavuzsuz arpa unu ilavesiyle yaptıkları ekmek denemesinde, arpa ununun nem içeriğinin buğday unundan daha düşük, protein ve kül içeriğinin ise daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Türker, Akkaya, Türker ve Kola (2021), farklı kavuzlu ve kavuzsuz arpa çeşitlerini %10, %20 ve %30 oranlarında buğday ununa ilave ederek elde ettikleri ekmek hamurlarının reolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada buğday ununun nem, protein ve kül oranını sırasıyla %11,89, %10,90 ve %0,75; arpa unlarının nem oranını %11,21-12,83, protein oranını %12,75-14,24 ve kül oranını %1,43-1,89 arasında tespit etmişlerdir.

Ekmeklik unların nem miktarının %10-15 ve protein değerinin %8-13 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Hecer ve Ulusoy, 2015). Ayrıca başka bir çalışmada ekmeğin kalitesinde protein miktarının önemli olduğu ve protein miktarının ekmeklik buğdaylarda %10-13 arasında olmasının istendiğini açıklanmıştır (Bilgiçli ve Soylu, 2016). Tez çalışmasında kullandığımız kontrol unu ve ekmeklik un karışımlarının toplam protein miktarlarının ekmek yapımı için yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Tez kapsamında elde edilen ekmeklik un örneklerinin nem değerleri Türker vd. (2021); protein oranları Mankan (2008), Choi vd. (2011), Aydoğan vd. (2013), Karaoğlu ve Kotancılar



(2016), Sheikholeslami vd. (2018), Türker vd. (2021); kül oranları Mankan (2008), Choi vd. (2011), Golzari (2015), Karaoğlu ve Kotancılar (2016), Sheikholeslami vd. (2018) ve Türker vd. (2021)'ne ait çalışmalardan elde edilen verilerle benzerlik göstermiştir. Buna karşılık çalışmamızda elde edilen nem değerleri ile Mankan (2008), Golzari (2015), Karaoğlu ve Kotancılar (2016) ve Sheikholeslami vd. (2018), protein oranı Golzari (2015) ve kül oranı Koca vd. (2015)'nin çalışmalarında elde edilen veriler arasında farklılıklar saptanmıştır. Söz konusu farklılıklar, kullanılan ekmeklik buğday ve arpa unlarının çeşit ve yetiştirilme koşulları yanında depolama ve öğütme koşulları arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

### **3.2.2 Yaş Gluten, Gluten İndeks, Sedimentasyon, Gecikmeli Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri**

Ekmeklik un örneklerinde yapılan yaş gluten, gluten indeks, sedimentasyon, gecikmeli sedimentasyon ve düşme sayısı analizlerine ait veriler Çizelge 3.3.'te verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere, sırasıyla en yüksek ve en düşük olmak üzere yaş gluten değerleri kontrol unu ve Özen çeşidini %10 oranında içeren un karışımı (%31) ile Yalın ve Özen çeşidini %20 oranında içeren un karışımlarında (%28), gluten indeks değerleri kontrol unu ve Yalın çeşidini %10 oranında içeren un karışımı (%99) ile Özen çeşidini %20 oranında içeren un karışımında (%92), sedimentasyon değeri kontrol unu (38 ml) ile Özen çeşidini %30 oranında içeren un karışımında (21 ml), gecikmeli sedimentasyon değeri kontrol unu (55 ml) ile Yalın çeşidini %30 oranında içeren un karışımında (30 ml) ve düşme sayısı değeri Yalın çeşidini %30 oranında içeren un karışımı (442 sn) ile kontrol ununda (407 sn) belirlenmiştir.

Kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıkça yaş gluten ve gluten indeks değerlerinde azalma meydana gelmiş ve her iki kavuzsuz arpa çeşidinde de %30 ilave oranında ölçüm yapılamamıştır. Arpa ununda, buğdayda bulunan ve teknolojik olarak hamur oluşumunu sağlayan gluten proteinleri mevcut değildir. Ekmeklik buğday ununa arpa unu ilave oranı arttıkça karışımdaki gluten proteinleri giderek seyrelmekte ve unun ekmeklik özellikleri azalmaktadır. Bu nedenle, Yalın ve Özen arpa unlarının %30 oranında ilave edildiği un örneklerinde yaş gluten ve gluten indeks değerleri ölçülememiştir. Sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerlerinde de tam arpa unu ilave oranı arttıkça her iki çeşitte de azalma olduğu belirlenmiş, Özen çeşidinde Yalın çeşidine göre azalma daha fazla gerçekleşmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol ununun sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerleri sırasıyla 38 ml ve 55 ml olup söz konusu değerler Yalın kavuzsuz tam arpa ununu %30 oranında içeren ekmeklik un

örneğinde 25 ml ve 30 ml, Özen çeşidini %30 oranında içeren un örneğinde ise 21 ml ve 33 ml olmuştur (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Ekmeklik un örneklerinin gluten, gluten indeks, sedimantasyon, gecikmeli sedimantasyon ve düşme sayısı değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeks (%)	Sedimantasyon (ml)	Gecikmeli Sedimantasyon (ml)	Düşme Sayısı (sn)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	31±0,15 <sup>Aa</sup>	99±0,00 <sup>Aa</sup>	38±0,00 <sup>Aa</sup>	55±1,41 <sup>Aa</sup>	407±4,24 <sup>Ab</sup>
	%10	30±0,21 <sup>Aa</sup>	99±0,00 <sup>Aa</sup>	33±1,41 <sup>Aab</sup>	43±2,82 <sup>Ab</sup>	408±5,65 <sup>Ab</sup>
	%20	28±0,18 <sup>Ab</sup>	98±1,41 <sup>Aa</sup>	29±2,82 <sup>Abc</sup>	35±2,82 <sup>Abc</sup>	437±1,41 <sup>Aa</sup>
	%30	v.s. <sup>(2)</sup>	v.s.	25±1,41 <sup>Ac</sup>	30±1,41 <sup>Ac</sup>	442±2,82 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	31±0,15 <sup>Aa</sup>	99±0,00 <sup>Aa</sup>	38±0,00 <sup>Aa</sup>	55±1,41 <sup>Aa</sup>	407±4,24 <sup>Ab</sup>
	%10	31±0,22 <sup>Aa</sup>	98±1,41 <sup>Aa</sup>	29±1,41 <sup>Ab</sup>	42±0,00 <sup>Ab</sup>	409±2,82 <sup>Ab</sup>
	%20	28±0,28 <sup>Ab</sup>	92±2,82 <sup>Aa</sup>	26±2,82 <sup>Ab</sup>	32±2,82 <sup>Ac</sup>	410±7,07 <sup>Ab</sup>
	%30	v.s.	v.s.	21±2,82 <sup>Ab</sup>	33±1,41 <sup>Ac</sup>	436±4,24 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). <sup>(2)</sup>Veri sağlanamadı. Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Unlarda düşme sayısı değeri  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin bir göstergesi olup ekmeklik unlarda 300 sn'nin üzerinde ise  $\alpha$ -amilaz aktivitesi yetersiz, 250-300 sn arasında ise normal ve 250 sn'nin altında ise yüksek olarak kabul edilir. Buğdayın yetiştirildiği bölgenin iklim koşulları ve çeşit özelliği düşme sayısı değerini etkileyen en önemli faktörlerdir. Hasad öncesi *Fusarium* cinsi küf mantarlarının kontaminasyonu buğdayların  $\alpha$ -amilaz aktivitesini arttırmaktadır (Özkaya ve Özkaya, 2005b; Wang ve vd., 2003). Ekmeklik un örneklerinin düşme sayısı değerleri en düşük kontrol ununda (407 sn), en yüksek ise Yalın çeşidini %30 oranında içeren un örneğinde (442 sn) ölçülmüştür ( $p<0,05$ ). Ancak, kontrol unu da dahil tüm ekmeklik un örneklerinin düşme sayısı değerleri 300 sn'nin üzerinde olup  $\alpha$ -amilaz aktivitesi yetersizdir. Söz konusu enzimin eksikliği, "2.1. Materyal" bölümüne açıklandığı üzere formülasyona  $\alpha$ -amilaz enzim preparatı ilavesiyle giderilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizde, Yalın kavuzsuz tam arpa ununun %10 ve %20 ilave oranları arasında yaş gluten değerleri bakımından önemli farklılıklar saptanmışken ( $p<0,05$ ), gluten indeks değerlerindeki farklılık önemsiz bulunmuş ( $p>0,05$ ) ve istatistiksel olarak her iki un örneği aynı gruba girmişlerdir. Benzer durum Özen çeşidinde de belirlenmiştir. Sedimantasyon, gecikmeli sedimantasyon ve düşme sayısı değerlerinde de aynı arpa çeşidinin

farklı ilave oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bazı farklılıklar ( $p<0,05$ ) saptanmış; aynı ilave oranlarında çeşitler arasında ise anlamlı bir farklılık belirlenememiştir ( $p>0,05$ ). Yalın çeşidinin %10 oranında ilave edildiği un karışımı ile %30 oranında ilave edildiği un karışımının sedimantasyon, gecikmeli sedimantasyon ve düşme sayısı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmışken ( $p<0,05$ ), Özen çeşidinin üç farklı ilave oranı arasında önemli bir farklılık olmamış ve istatistiksel olarak aynı gruba girmişlerdir. Diğer taraftan, aynı ilave oranlarında Yalın ve Özen çeşitleri arasında Çizelge 3.3.'te verilen tüm analizlerde istatistiksel olarak önemli farklılıklar ortaya çıkmamış ( $p>0,05$ ) ve aynı gruba dahil olmuşlardır (Çizelge 3.3.).

Yüksek hacimli ve iyi bir iç yapıya sahip ekmeğin üretimi için kullanılacak unların gluten miktarının yüksek ve kaliteli olması gerekir. Gecikmeli sedimantasyon değerinin ekmeğin hacmi ve bayatlaması ile ilgili önceden bilgi edinmek için önemli olduğu ve gluten indeks değerinde de bayatlama süreci üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Kaliteli bir ekmeğin unun yaş gluten miktarının %27'nin ve sedimantasyon değerinin 24 ml'in üzerinde olması istenirken,  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin de 250-300 sn arasında olması idealdir (Bilgiçli ve Soylu, 2016).

Gluten ve sedimantasyon değeri yüksek olan unların su tutma kapasitelerinin de yüksek olduğu ve bu nedenle elde edilen ekmeğin daha hacimli olduğu belirtilmektedir (Bulut, 2012).

Ekmeğin yapımında unun  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi önemli bir faktördür. Ekmeğin hacminin artmasında, gözenek yapısının düzgün olmasında ve kabuk renginin iyileşmesinde optimum aktivitede olması gerekmektedir. Düşme sayısı testi, enzim tarafından nişastanın parçalanması sonucu belirli bir sürede viskozitedeki azalmanın ölçülmesi prensibine dayanır ve sonuç saniye olarak verilir (Doğan, 2000). Düşme sayısının yüksek olması başka bir ifadeyle  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin yetersiz olması, hamurun yeterince gaz oluşturamamasına, ekmeğin hacminde azalmaya ve ekmeğin içi yapısının sıkı olmasına yol açar (Bulut, 2012).

Dhingra ve Jood (2004), buğday ununa farklı oranlarda (%5, %10, %15 ve %20) soya fasulyesi (tam yağlı ve yağsız) ve arpa unu ile eşit oranlarda arpa unu ve soya unundan oluşan un karışımı ilave etmişler ve ekmeğin fonksiyonel, pişirme ve organoleptik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Kontrol unuyla birlikte arpa unu ilave edilen un örneklerinde yaş gluten

miktarını %23,00-30,60 ve sedimantasyon değerini 30,00-34,25 ml arasında bulmuşlardır. Arpa unu ilave oranı arttıkça gluten miktarı ve sedimantasyon değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Mankan (2008) çalışmasında, iki farklı çavdar ununu %30 ve %50 oranlarında zayıf ve kuvvetli buğday unlarıyla karıştırarak 8 farklı kombinasyonda ekmek yapmıştır. Çalışmada, yaş gluten miktarı ve gluten indeks değerini sırasıyla kuvvetli buğday ununda %32,6 ve %90, zayıf ununda %26,1 ve %86 olarak bulmuştur. Çavdar unlarında ise gluten yapısı bulunmadığından söz konusu analiz yapılamamıştır. Buğday unu ve çavdar unu karışım örneklerinde ise yaş gluten oranı %19,2-26,9, gluten indeks değeri %64-80 arasında tespit edilmiştir.

Aydoğan vd. (2013), kuru koşullarda yetiştirdikleri 21 çeşit ekmeklik buğday ununun sedimantasyon değerini en düşük 19,5 ml ve en yüksek 62,5 ml olarak ölçmüşlerdir. Bu çalışma çeşit farkının değerler üzerinde farklılıklar oluşturduğunu göstermektedir.

Golzari (2015) çalışmasında, buğday unu ve kavuzsuz arpa ununda sedimantasyon değerini 42,7 ml ve 10,3 ml, düşme sayısını 398 sn ve 356 sn bulmuş, kavuzsuz arpa ununda yaş gluten ile gluten indeks analizi sonucunda herhangi bir değer elde edilemediğini belirtmiştir.

Karaoğlu ve Kotancılar (2016) kavut çalışmasında, buğday ununda ve arpa ununda sedimantasyon değerini 33,3 ml ve 15,3 ml ve düşme sayısını 431 sn ve 510 sn olarak belirlemişlerdir.

Sheikholeslami vd. (2018) çalışmalarında, yaş gluten değerini buğday ununda %27 bulurken arpa ununda gluten elde edilemediğini belirtmişlerdir.

Tez kapsamında elde edilen yaş gluten değerleri Dhingra ve Jood (2004), Golzari (2015) ve Sheikholeslami vd. (2018)'nin verilerine; sedimantasyon değerleri Dhingra ve Jood (2004), Aydoğan vd. (2013), Golzari (2015), ve Karaoğlu ve Kotancılar (2016)'ın verilerine ve düşme sayısı değerleri de Karaoğlu ve Kotancılar (2016)'ın verilerine benzerlik göstermektedir. Kavuzsuz arpaların buğday ununa ilave edilme gluten, gluten indeks, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri azalmış buna karşılık  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin göstergesi olan düşme sayısı artmıştır. Bu durum, ekmeklik buğday ununun kalitesinin kavuzsuz arpa unu ilavesinden olumsuz etkilendiğini göstermektedir.

### 3.2.3 Farinograf Analizi Sonuçları

Buğday ununda bulunan uzayabilir ve elastik özellikteki gluten proteinlerinin, hamurun reolojik özellikleri başka bir ifadeyle yoğrulması ve fermantasyonu üzerinde belirleyici etkileri vardır. Bu nedenle unların su absorpsiyonu, uzayabilirlik, elastikiyet ve viskozite gibi reolojik özelliklerinin belirlenmesi son ürün kalitesi açısından kritik öneme sahiptir. Farinograf cihazı unların su absorpsiyon kapasitelerini, hamurun yoğrulması sırasında gelişme süresini, stabilitesini, yumuşama derecesini belirler ve böylece gluten proteinlerinin hamur oluşturma özellikleri ile ilgili kritik veriler sağlar (Aydoğan vd., 2012; Pomeranz, 1988; Pyler, 1988). Ekmeklik unların su absorpsiyonu yüksek olmalı, gelişme süresi ile stabilite değeri düşük, yumuşama değeri de çok fazla olmamalıdır. Gelişme süresi ve stabilite değerinin düşük, yumuşama değerinin ise fazla olması, unun gluten miktarı ve kalitesinin yetersiz, yoğrulma toleransının ve uzun süreli fermantasyona dayanma özelliğinin zayıf olduğunun bir göstergesidir (Aydoğan ve Soylu, 2020).

Tez kapsamında ekmek yapımında kullanılan kontrol unu ve un karışımlarının farinograf analizi sonuçları Çizelge 3.4.'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere, un örneklerinin su absorpsiyonu %56,9-63,6, gelişme süresi 2,9-9,0 dk, stabilite değeri 9,2-18,8 dk ve kalite numarası 135-200 mm arasında değişmiştir. Yumuşama derecesi ise kontrol ununda 5 FU ölçülmüş, en yüksek yumuşama derecesi (63 FU) Yalın çeşidinin %20 oranında ilave edildiği ekmeklik un örneğinde saptanmıştır. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinden elde edilen tam arpa unlarının ilave oranı arttıkça su absorpsiyonu, gelişme süresi ve yumuşama derecesi artmış, stabilite değeri ve kalite numarası ise azalmıştır. Su absorpsiyonu ve gelişme süresindeki artışın ilave edilen tam arpa ununun bileşimindeki nişastanın özellikleri yanında, suda çözünen diyet lifi bileşenlerinin etkili olduğu söylenebilir.

Yapılan istatistiksel analizde hem arpa çeşitlerinin kendi aralarında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında su absorpsiyonu ve gelişme süresi değerleri bakımından anlamlı farklılıklar çıkmamışken ( $p>0,05$ ); stabilite ve kalite numarası değerlerinde ilave oranları arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol ununa, gerek Yalın gerekse de Özen kavuzsuz tam arpa unu ilavesiyle birlikte hamurda artan düzeyde yumuşama meydana gelmiş ( $p<0,05$ ) ve %30 ilave oranlarında yumuşama derecesine ait veri elde edilememiştir. Her iki çeşidinde %10 ve %20 ilave oranları arasında, yumuşama derecesi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenememiş ( $p>0,05$ ); %10 ilave oranında ise çeşitler arasında önemli farklılık görülmüştür ( $p<0,05$ ). Yumuşama derecesi ile ilgili elde

edilen veriler, her iki arpa çeşidinde de ilave oranı arttıkça hamur stabilitesinin azaldığının bir göstergesidir.

Çizelge 3.4. Ekmeklik un örneklerinin farinograf değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama Derecesi (FU)	Kalite Numarası (mm)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	56,9±1,27 <sup>Aa</sup>	2,9±0,20 <sup>Ab</sup>	18,8±0,28 <sup>Aa</sup>	5±2,82 <sup>Ab</sup>	200±5,65 <sup>Aa</sup>
	%10	59,0±1,55 <sup>Aa</sup>	8,5±0,13 <sup>Aa</sup>	14,7±0,14 <sup>Ab</sup>	56±1,41 <sup>Aa</sup>	162±4,24 <sup>Ab</sup>
	%20	60,2±1,41 <sup>Aa</sup>	9,0±0,17 <sup>Aa</sup>	11,5±0,70 <sup>Ac</sup>	63±2,82 <sup>Aa</sup>	135±5,65 <sup>Ac</sup>
	%30	61,9±2,68 <sup>Aa</sup>	9,0±0,27 <sup>Aa</sup>	9,2±0,84 <sup>Ac</sup>	v.s. <sup>(2)</sup>	145±2,82 <sup>Abc</sup>
Özen	KU	56,9±1,27 <sup>Aa</sup>	2,9±0,20 <sup>Ab</sup>	18,8±0,28 <sup>Aa</sup>	5±2,82 <sup>Ab</sup>	200±5,65 <sup>Aa</sup>
	%10	60,4±1,97 <sup>Aa</sup>	7,8±0,18 <sup>Aa</sup>	14,6±1,83 <sup>Ab</sup>	48±1,41 <sup>Ba</sup>	160±5,65 <sup>Ab</sup>
	%20	61,7±2,40 <sup>Aa</sup>	8,0±0,28 <sup>Aa</sup>	10,7±0,98 <sup>Ab</sup>	59±4,24 <sup>Aa</sup>	138±4,24 <sup>Ac</sup>
	%30	63,6±2,12 <sup>Aa</sup>	8,2±0,21 <sup>Aa</sup>	11,1±0,14 <sup>Ab</sup>	v.s.	139±4,24 <sup>Ac</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). <sup>(2)</sup>Veri sağlanamadı. Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Unun su absorpsiyon oranının artması ekmek hacmi için olumlu bir durumdur. Ancak gelişme süresinin kontrole göre yüksek olması, yoğurma sırasında hamurun su absorpsiyonunun yavaş olduğunu göstermektedir. Nitekim, arpa unu ilave oranı arttıkça elde edilen hamurun farinografda stabilite ve kalite numarası değerlerinin azalması, yumuşama değerlerinin ise artması hamur yapısının arpa unu ilavesinden olumsuz etkilendiğine işaret etmektedir. Yılmaz ve Meral (2019), stabilite değerinin hamur yapısında yoğurma sırasında oluşan gluten bağlarının kararlılığını ve sağlamlığını, yumuşama derecesinin düşük olmasının da hamurun sağlamlığını ve yoğurma sırasında uygulanan fiziksel kuvvete karşı dayanıklılığının göstergesi olduğunu ve bu nedenle ekmek kalitesi için önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Mankan (2008), iki farklı çavdar ununu %30 ve %50 oranlarında zayıf ve kuvvetli buğday unlarıyla karıştırarak 8 farklı kombinasyonda ekmek yapmıştır. Örneklerin farinografda su absorpsiyonunu %60,6-62,1, gelişme süresini 2,0-4,2 dk, stabilite değerini 3,8-7,5 dk ve yumuşama derecesini 42,5-85,0 FU arasında tespit etmiştir. Çavdar unu oranı arttıkça yumuşama derecesinin arttığı ve hamurun zayıfladığını saptamıştır.

Aydoğan vd. (2013), 21 çeşit ekmeklik buğdaydan elde edilen unların su absorpsiyonunu %52,60-65,90, gelişme sũresini 2,54-19,34 dk, stabilite değerlerini 2,35-20,00 dk ve 10.dk'da yumuşama derecesini 3-31 BU arasında ۆlmũřlerdir.

Golzari (2015), çalışmasında, buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20, %30, %40 ve %50 oranlarında kavuzsuz arpa unu eklediği ۆrneklerin, farinograf analizi sonucunda su absorpsiyonunu 65,5-71,5 ml, gelişme sũresini 1,5-6,0 dk, yumuşama derecesini 70-90 BU ve stabilitesini 8,25-12,50 dk arasında bulmuştur. Su absorpsiyonunda en dũřuk değer %10 arpa unu ilave edilen un karşımında ve gelişme sũresinde en dũřuk değer %40 oranında arpa unu ilave edilen unda olduğu saptanmıştır. Kavuzsuz arpa unu ilavesinin kontrol ۆrneđine gۆre stabilite değerini azalttığı tespit edilmiştir.

şahin vd. (2017), Konya merkez lokasyonunda ۆ yıl boyunca yetiştirdikleri 30 adet kışlık ekmeklik buğday çeşidinin verim ve bazı kalite ۆzelliklerini karşılaştırmışlardır. Buğday çeşitlerinden elde ettikleri unların farinograf analizinde ۆ yıllık ortalama gelişme sũresi değerini 6,00 dk, su absorpsiyonunu %60,21, yumuşama derecesini 53,46 BU ve kalite numarasını 124,9 mm olarak belirlemişlerdir.

Hayıt (2018), ekmeklik buğday ununa %5, %10, %20 ve %30 oranlarında kinoa unu ilavesiyle ۆlyak hastaları için kısmi pişmiş glutensiz ekmek ۆretmiř ve sۆz konusu ekmeklerin kalitesini araştırmıştır. Ekmeklik buğday ununun su absorpsiyonunu %57,5, gelişme sũresini 1,56 dk, stabilite değerini 10,40 dk ve yumuşama sũresini 33 BU olarak ۆlmũřtũr.

Sheikholeslami vd. (2018), ekmeklik buğday ununa kavuzsuz arpa unu (%0, %10 ve %20) ve guar gum (%0, %1, %1,5 ve %2) ilave ederek hazırladıkları un karışımlarında, su absorpsiyonunu %57,3-64,7, gelişme sũresini 3,0-5,5 dk ve stabiliteyi 3,3-12,0 dk arasında ۆlmũřlerdir.

Sevim ve Ereku (2020) yaptıkları çalışmada, kalite numarasını buğday çeşitlerinde ortalama 114,8 mm, hatlarda 152,3 mm ve yerel çeşitlerde 35,4 mm olarak bulmuşlardır. Kalite numarasını, kurvenin başlangıcından itibaren oluşan yeni 500 konsistens çizgisinden 30 FU aşağı dũřtũđũ sũrenin her dakikası 10 mm olarak hesaplandığı ve bu sayının yũksek olması gerektiğini belirtmiştir.

Tũrker vd. (2021), farklı kavuzlu ve kavuzsuz arpa çeşitlerini %10, %20 ve %30 oranlarında buğday ununa ilave ederek elde edilen ekmek hamurlarının reolojik ۆzelliklerini

araştırdığı çalışmada, genellikle arpa unu ilavesiyle un örneklerinin farinografda gelişme süresi ve yumuşama derecesinin azaldığını, kalite değerinin arttığını tespit etmiştir.

Tez çalışması kapsamında elde edilen farinograf analizine ait veriler Aydoğan vd. (2013), Şahin vd. (2017) ve Sheikholeslami vd. (2018)'nin çalışmalarında elde edilen farinograf verilerine; Türker vd. (2021)'nin çalışmalarında elde edilen yumuşama derecesine, Golzari (2015)'in çalışmasındaki su absorpsiyonu ve stabilite değerlerine benzerlik göstermektedir. Bu karşılık bazı çalışmalarda elde edilen farinograf verileriyle elde ettiğimiz veriler arasında ortaya çıkan farklılıkların, söz konusu çalışmalarda kullanılan arpa ve buğday unlarındaki kalite farklılıkları ve öğütme koşullarından ileri geldiği söylenebilir.

### **3.2.4 Ekstensograf Analizi Sonuçları**

Reoloji, hamurda elastikiyet ve viskozite özelliklerini araştırmaktadır. Hamur viskoelastik bir dokuya sahip olmalı başka bir ifadeyle hem viskoz bir sıvının hem de elastik bir katının özelliklerini taşımaktadır (Başaran ve Göçmen, 2003). Hamurun reolojik özelliklerinin bilinmesi hamurun işlenmesi, ekmeğin doku özellikleri ve elde edilen ürünün son kalite kriterleri hakkında bilgi vermektedir (Başaran ve Göçmen, 2003; Tayyar, 2008).

Ekstensograf analizi ile uzamaya karşı direnç, hamurun enerjisi ve uzayabilirlik değeri ölçülmektedir (Hayıt, 2018; Ünal ve Boyacıoğlu, 1984). Hamurun akıcı özelliği işlem sırasında sürekli değiştiğinden hamurun özellikleri hakkında önceden bilgi sahibi olmak önemlidir. Ekmek kalitesinin iyi olması için hamurlarda yüksek direnç ve elastikiyet görülmelidir (Ünal ve Boyacıoğlu, 1984).

Hamurun gaz tutma kapasitesi ve fermantasyon toleransı ile enerji değeri arasında doğru orantı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca fermantasyon sırasında hamurda meydana gelen değişimleri belirlemek için hamurun uzayabilirliği önemli bir kriterdir (Hayıt, 2018). Enerji değeri ise unun mukavemeti ve ekmeğin özellikleri hakkında bilgi vermektedir (Başaran ve Göçmen, 2003).

Ekstensograf analizinde elde edilen enerji ve direnç değerleri ekmeğin bayatlaması, tekstürü ve hacmiyle ilgili önceden bilgi vermektedir. Ayrıca hamurların enerji değeri ve uzamaya karşı direnç değerlerinin yüksek olması kaliteli bir ekmeğin için gereklidir (Bilgiçli ve Soylu, 2016).



Un örneklerinin ekstensograf analizi sonuçları Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da verilmiştir. Analiz sonucunda kontrol unu ve kavuzsuz tam arpa unu ilave edilen ekmeklik un örneklerinin ekstensogram grafiğinde 135. dk'da elde edilen uzayabilirlik, maksimum direnç, enerji ve oran değerleri sırasıyla 76-148 mm, 697-778 BU, 70-138 cm<sup>2</sup> ve 4,9-9,5 BU/mm arasında belirlenmiştir. Kontrol ununa kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıkça her iki çeşidin uzayabilirlik ve enerji değerleri azalmış, oran değerleri ise artmıştır. Maksimum direnç değerlerinde ise Yalın çeşidinin ilave oranındaki artışa bağlı olarak azalma meydana gelmişken, Özen çeşidinde söz konusu değer için düzenli bir artış ya da azalma saptanmamıştır. Kavuzsuz tam arpa ununun ilave oranı arttıkça uzayabilirlik ve enerji değerlerinin düşmesi, kontrol unu olarak kullanılan ekmeklik buğday unundaki gluten proteinlerinin oransal olarak azalmasından kaynaklandığı söylenebilir. Oran değerlerinin artışı ise gluten proteinlerinin azalmasına bağlı olarak uzayabilirlik değerinin her ilave oranında düşmesiyle ilişkilendirilebilir.

Yapılan istatistiksel analizde, uzayabilirlik değerlerinde aynı ilave oranında çeşitler arasında anlamlı bir fark belirlenemezken ( $p>0,05$ ), aynı çeşit içinde ilave oranı arttıkça anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol unu ile Yalın ve Özen çeşitlerinin ilave edildiği unlar arasında 135. dk.'daki uzayabilirlik değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmış ( $p<0,05$ ) ve söz konusu örnekleri ayrı gruplar oluşturmuştur. Diğer taraftan, Yalın çeşidinin her üç ilave oranı arasında da anlamlı farklılıklar tespit edilmişken ( $p<0,05$ ), Özen çeşidinin %20 ve %30 ilave oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık çıkmamış ( $p>0,05$ ) ve aynı gruba dahil olmuşlardır.

Un örneklerinin maksimum direnç, enerji ve oran değerlerinde de istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Kontrol unuyla karşılaştırıldığında, 135. dk.'daki maksimum direnç değerleri Yalın çeşidinin %10 ve %20 ilave oranlarında artış göstermiş olup kontrol unundan farklı bir gruba girerken ( $p<0,05$ ), %30 ilave oranında maksimum direnç değeri azalma göstermiş ve kontrol unuyla istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir ( $p>0,05$ ). Özen çeşidinin %30 oranında ilave edildiği un örneği ile kontrol unu arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmışken ( $p<0,05$ ), %10 oranında ilave edildiği un örneği ile kontrol unu arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiş ( $p>0,05$ ) ve söz konusu iki un örneği istatistiksel olarak aynı gruba dahil olmuşlardır. Diğer taraftan, Yalın ve Özen çeşitleri arasında aynı ilave oranlarında 135. dk.'daki maksimum direnç değerleri bakımından anlamlı farklılıklar ortaya çıkmış ( $p<0,05$ ) ve ayrı gruplara dahil olmuşlardır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Ekmeklik un örneklerinin ekstensograf analizi uzayabilirlik ve maksimum direnç değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Uzayabilirlik (mm)			Maksimum Direnç (BU)		
		45.dk	90.dk	135.dk	45.dk	90.dk	135.dk
		Yalın	KU <sup>(1)</sup>	148±5,65 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	145±2,82 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	148±1,41 <sup>Aa</sup>	480±4,24 <sup>Ad</sup>
	%10	139±2,82 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	126±1,41 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	114±5,65 <sup>Ab</sup>	537±7,07 <sup>Bb</sup>	761±2,82 <sup>Aa</sup>	778±2,82 <sup>Aa</sup>
	%20	109±4,24 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	100±4,24 <sup>A</sup> <sub>c</sub>	92±2,82 <sup>Ac</sup>	571±2,82 <sup>Ba</sup>	700±7,07 <sup>Bb</sup>	776±7,07 <sup>Aa</sup>
	%30	94±4,24 <sup>Aa</sup>	77±2,82 <sup>Ad</sup>	76±4,24 <sup>Ad</sup>	506±5,65 <sup>Bc</sup>	644±2,82 <sup>Bc</sup>	724±5,65 <sup>Ab</sup>
Özen	KU	148±5,65 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	145±2,82 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	148±1,41 <sup>Aa</sup>	480±4,24 <sup>Ad</sup>	683±4,23 <sup>Ac</sup>	725±5,65 <sup>Ab</sup>
	%10	145±5,65 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	112±5,65 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	107±4,24 <sup>Ab</sup>	566±1,41 <sup>Ac</sup>	767±1,41 <sup>Aa</sup>	709±4,24 <sup>Bbc</sup>
	%20	109±2,82 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	91±1,41 <sup>Ac</sup>	95±2,82 <sup>Abc</sup>	608±7,07 <sup>Ab</sup>	743±2,82 <sup>Ab</sup>	697±2,82 <sup>Bc</sup>
	%30	93±4,24 <sup>Ab</sup>	80±4,24 <sup>Ac</sup>	84±5,65 <sup>Ac</sup>	631±4,24 <sup>Aa</sup>	766±5,65 <sup>Ac</sup>	735±7,07 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.6. Ekmeklik un örneklerinin ekstensograf analizi enerji ve oran değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Enerji (cm <sup>2</sup> )			Oran (BU/mm)		
		45.dk	90.dk	135.dk	45.dk	90.dk	135.dk
		Yalın	KU <sup>(1)</sup>	95±1,41 <sup>Aab</sup>	129±5,65 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	138±2,82 <sup>Aa</sup>	3,2±0,09 <sup>Ac</sup>
	%10	103±4,24 <sup>Aa</sup>	127±1,41 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	114±4,24 <sup>Ab</sup>	3,9±0,03 <sup>Ab</sup>	6,0±0,04 <sup>Ac</sup>	6,8±0,31 <sup>Ab</sup>
	%20	86±2,82 <sup>Ab</sup>	88±2,82 <sup>Ab</sup>	92±1,41 <sup>Ac</sup>	5,2±0,17 <sup>Aa</sup>	7,0±0,23 <sup>Bb</sup>	8,4±0,18 <sup>Aa</sup>
	%30	68±1,41 <sup>Bc</sup>	65±1,41 <sup>Bb</sup>	70±2,82 <sup>Ad</sup>	5,4±0,18 <sup>Ba</sup>	8,4±0,27 <sup>Aa</sup>	9,5±0,46 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	95±1,41 <sup>Ab</sup>	129±5,65 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	138±2,82 <sup>Aa</sup>	3,2±0,09 <sup>Ad</sup>	4,7±0,06 <sup>Ad</sup>	4,9±0,01 <sup>Ac</sup>
	%10	114±4,24 <sup>Aa</sup>	115±4,24 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	101±1,41 <sup>Ab</sup>	3,9±0,13 <sup>Ac</sup>	6,8±0,34 <sup>Ac</sup>	6,6±0,23 <sup>Ab</sup>
	%20	92±2,82 <sup>Abc</sup>	91±1,41 <sup>Ab</sup>	88±4,24 <sup>Ac</sup>	5,6±0,07 <sup>Ab</sup>	8,2±0,10 <sup>Ab</sup>	7,3±0,19 <sup>Bb</sup>
	%30	81±2,82 <sup>Ac</sup>	80±2,82 <sup>Ab</sup>	82±2,82 <sup>Ac</sup>	6,8±0,25 <sup>Aa</sup>	9,6±0,44 <sup>Aa</sup>	8,7±0,50 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Yalın ve Özen çeşitlerinin ilave oranı arttıkça 135. dk.'daki enerji değerleri azalma göstermiş olup kontrol unu ile diğer tüm un örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık saptanmışken ( $p < 0,05$ ), Özen çeşidinin %20 ve %30 oranlarında ilave edildiği un örnekleri arasında anlamlı bir farklılık oluşmamış ve istatistiksel olarak aynı gruba girmişlerdir ( $p > 0,05$ ). Aynı ilave oranlarında ise arpa çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılıklar çıkmamış ( $p > 0,05$ ) ve bu açıdan örnekler aynı gruba dahil olmuşlardır (Çizelge 3.6).

Kavuzsuz arpa çeşitlerinden elde edilen unların ilave oranı arttıkça 135. dk'daki oran değerleri de artış göstermiş olup kontrol unu ile diğer tüm un örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmış ve ayrı gruplar oluşmuştur. Aynı ilave oranlarında (%10 ve %30) ise çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar çıkmamış ( $p > 0,05$ ) ve söz konusu un örnekleri aynı gruba girmişlerdir (Çizelge 3.6).

Tayyar (2008), 2005-2006 yetiştirme döneminde 12 farklı ekmeklik buğday genotipinde verim ve ekstensograf özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, örneklerin 45. dk, 90. dk ve 135. dk'da sırasıyla uzayabilirlik değerini 130-212 mm, 111-193 mm ve 94-198 mm; maksimum direncini 174-595 BU, 209-872 BU ve 214-913 BU ve enerji değerini 54-142  $\text{cm}^2$ , 54-136  $\text{cm}^2$  ve 52-146  $\text{cm}^2$  arasında bulmuştur.

Mankan (2008), iki farklı çavdar ununu %30 ve %50 oranlarında zayıf ve kuvvetli buğday unlarıyla karıştırarak 8 farklı kombinasyonda ekmek yapmıştır. Un örneklerinin ekstensografa uzamaya karşı direncini 108-514 EU, uzayabilirlik değerini 76-119 cm ve oran değerini 1,1-4,7 EU/cm arasında belirlemiştir.

Meral, Yıldız ve Doğan (2010), üç farklı una nişasta veya gluten ilave ederek oluşturdukları üç farklı protein seviyeli unlardan elde edilen hamurların uzayabilirlik ve direnç değerlerini ekstensograf ve tekstür analiz cihazı kullanarak belirlemiştir. Çalışmada ekstensograf cihazı ile ölçülen üç farklı unun 45. dk, 90. dk ve 135. dk'da sırasıyla uzayabilirlik değerini 136,6-180,6 mm, 125,0-164,3 mm, 119,0-161,0 mm ve maksimum direncini 354,0-488,6 BU, 371,6-579,0 BU ve 345,6-594,3 BU arasında bulmuşlardır. İki ölçüm yönteminde de bekleme süresi arttıkça üç farklı un ve farklı protein seviyeleri ile hazırlanan hamurların uzayabilirlik değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Aydoğan vd. (2013), 21 çeşit ekmeklik buğday ununun enerji değerini 30. dk'da 30-159  $\text{cm}^2$ , 60. dk'da 32-197  $\text{cm}^2$ , 90. dk'da 34-208  $\text{cm}^2$ , sabit deformasyon direncini 142-459 BU,

uzayabilirlik değerini 112-295 mm, maksimum direnci 200-729 BU, oran değerini 0,5-2,6 BU/mm ve maksimum oran değerini 0,8-4,2 BU/mm arasında belirlemişlerdir.

şahin vd. (2017), Konya merkez lokasyonunda üç yıl boyunca yetiştirdikleri kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerini karşılaştırmışlardır. 30 adet ekmeklik buğday çeşidinden elde ettikleri unların üç yıllık ortalama enerji değerini 45. dk'da 113,4 cm<sup>2</sup>, 90. dk'da 114,7 cm<sup>2</sup> ve 135. dk'da 112,1 cm<sup>2</sup> olarak ölçmüşlerdir.

Hayıt (2018), çölyak hastaları için glutensiz kısmi pişmiş ekmek üretmi çalışmasında ekmeklik buğday ununa %5, %10, %20 ve %30 oranlarında kinoa unu ilave ederek un ve ekmek örneklerinin kalite özelliklerini araştırmıştır. Ekmeklik buğday ununun 45. dk, 90. dk ve 135. dk'da sırasıyla enerji değerini 92-104-87 cm<sup>2</sup>, uzamaya karşı direnci 354-502-482 BU, uzayabilirlik değerini 145-129-116 mm, maksimum direncini 463-601-568 BU ve oran değerini 2,4-3,9-4,2 BU/mm olarak ölçmüştür.

Yalçın ve Maden (2020), beş farklı buğday çeşidinde yaptıkları ekstensograf analizinde 45. dk, 90. dk ve 135. dk'da sırasıyla uzayabilirlik değerlerini 119,5-143,0 mm, 114,5-132,0 mm ve 109,5-121,0 mm ve maksimum direnç değerlerini 373,5-780,5 BU, 484,5-1046,5 BU ve 485,0-989,0 BU arasında ölçmüşlerdir.

Türker vd. (2021), farklı kavuzlu ve kavuzsuz arpa çeşitlerini %10, %20 ve %30 oranlarında buğday ununa ilave ederek elde ettikleri ekmek hamurlarının reolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada 45.dk, 90.dk ve 135.dk'da sırasıyla enerji değerini 45-80 cm<sup>2</sup>, 58-119 cm<sup>2</sup> ve 52-114 cm<sup>2</sup>; uzayabilirlik değerini 82-136 mm, 71-108 mm ve 66-106 mm; direnç değerini 367-517 BU, 564-1060 BU ve 525-947 BU arasında belirlemişler ve arpa unu ilave oranının artmasıyla enerji, uzayabilirlik ve direnç değerlerinde azalma olduğunu açıklamışlardır. Ekstensograf analiz sonuçlarına göre %10 ve %20 oranında arpa unu ilavesinin ekmek yapımında uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Tez çalışması kapsamında elde edilen ekstensograf analizine ait veriler Tayyar (2008), Aydoğan vd. (2013), şahin vd. (2017), Yalçın ve Maden (2020) ve Türker vd. (2021)'nin çalışmalarında elde ettikleri ekstensograf verilerine benzerlik gösterirken, Mankan (2008), Meral vd. (2010) ve Hayıt (2018)'in çalışmalarından elde edilen veriler arasında farklılıklar saptanmıştır. Söz konusu farklılıkların, farinograf sonuçlarında olduğu gibi çalışmalarda kullanılan arpa ve buğday unlarındaki kalite farklılıkları ve öğütme koşullarındanileri geldiği söylenebilir.

### 3.2.5 Mikro Visko-Amilograf Analizi Sonuçları

Genel olarak unların jelatinizasyonunu nişasta granüllerinin büyüklüğü, nişastanın amiloz/amilopektin oranı ile amilopektin polimerindeki yan dalların sayıları ve uzunlukları etkiler. Ayrıca nişasta olmayan polisakkaritler, proteinler ve lipidlerde jelatinizasyonu etkileyen diğer faktörlerdir (Yang vd., 2018).

Nişasta, su varlığındaki ortamda ısıtıldığında belli bir sıcaklık derecesinden sonra (>50 °C) nişasta granülleri suyu absorbe ederek şişmeye başlarlar ve serbest formdaki su giderek azalır. Kısa zincirli amiloz molekülleri çözünerek granül dışına çıkar ve granülün düzenli yapısı geri dönüşümsüz şekilde bozulur. Amilozun granül dışına çıkmasıyla karışımın viskozitesi artar ve pelte kıvamında nişasta çirişi (starch paste) meydana gelir. Isıtmanın sürdürülmesiyle, bir süre sonra çirişin kıvamı artmaya başlar ve daha sonra viskoz bir yapı oluşur. Belli bir sıcaklık derecesinden sonra da soğutulması sonrasında jel halini alır. Nişastanın jelatinizasyon özelliklerini belirlemede kullanılan önemli cihazlardan birisi de Mikro Visko-Amilograf'tır. Söz konusu cihazda elde edilen pik viskozitesi değeri, nişastanın suyu absorbe ederek granüllerin şişmesiyle viskozitenin ulaştığı en yüksek değerdir. Kırılma viskozitesi, yani pik sonrası minimum viskozite, sıcaklığın belirli bir süre sabit tutulduğu ve bu sürede nişastanın bir miktar parçalanmasıyla absorbe ettiği suyun ortama karışması sonucu viskozitenin azaldığı değerdir. Son viskozite ise test sonundaki viskozite değeridir. Bu değer yüksek ise nişasta içeren pişmiş gıdaların soğumayla ortamdan suyu uzaklaştıracağını ve retragradasyonun fazla olacağını gösterir. Ekmek ve benzeri unlu mamüllerde, ürün iç yapısının sertliğini nişastanın retrogradasyonu etkilemektedir. Bu olayda, jelatinize olmuş nişasta suyu kaybederek kristal yapı kazanmaktadır. Ortaya çıkan suyu ise gluten absorbe etmektedir. Retregradasyon, nişasta-gluten etkileşimi ve ürünün yapısındaki nemin transferi gibi farklı nedenler sonucu oluşmakta ve ürünün raf ömrü ile tazeliğini olumsuz etkilemektedir (Doğan, 2000; Ergutay ve Kotancılar, 1988; Tontul ve Babaoğlu, 2019).

Jelatinizasyon sıcaklığının yüksek olması, nişasta granüllerinin jelatinizasyon sırasında suyu yavaş absorbe etmesi başka bir ifadeyle granüllerin şişme hızlarının düşük olması jelatinizasyon sıcaklığının yüksek olmasına yol açar. Küçük granüllerin entalpi değerleri daha düşük olup jelatinizasyon sıcaklıkları büyük granüllerden daha yüksektir. Ortamda şişme kapasitesi yüksek nişasta granüllerinin oranı arttıkça pik viskozite değerleri de artar. Pik viskozitenin azalması, kırılma viskozitesinde de azalmaya yol açar. Düşük kırılma viskozitesine sahip unlar, yüksek sıcaklıkta mekanik karıştırma uygulanan gıdaların üretiminde iyi bir gıda

ingrediyenti potansiyeline sahiptir (Brandolini, Hidalgo ve Moscaritolo, 2008; Ragae ve Abdel-Aal, 2006).

Un 6rneklerinin Mikro Visko-Amilograf analizi sonuçları izelge 3.7 ve izelge 3.8’de verilmiştir. Çizelgelerden de g6r6ld6đ6 6zere, un 6rneklerinin jelatinizasyon başlangıç sıcaklıkları 61,6-63,0 6C, jelatinizasyon bitiş sıcaklıkları 88,3-90,2 6C, pik viskozite değerleri 963-1179 mPas, incelme sonrası viskozite değerleri 619-803 mPas, son viskozite değerleri 1228-1433 mPas, kırılma viskozite değerleri 318-378 mPas ve katılaşma viskozite değerleri 584-639 mPas arasında değişmiştir. Ek-3’de un 6rneklerinin mikro visko-amilograf grafikleri verilmiştir.

Yapılan istatiksels analizde, hem Yalın ve 6zen kavuzsuz arpa eşitleri arasında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında jelatinizasyon başlangıç ve bitiş sıcaklıklarında 6nemli bir farklılık belirlenmemiş ve bu açıdan 6rnekler aynı gruba dahil olmuştur ( $p>0,05$ ) (izelge 3.7).

Her iki arpa çeşidinde de kontrol ununa kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıa pik viskozitesi ile son viskozite değerlerinde istatiksels olarak farklılık saptanmış ( $p<0,05$ ), 6 farklı ilave oranında da çeşitler arasında 6nemli farklılıklar g6r6lm6ştir ( $p<0,05$ ). İncelme sonrası viskozite değerinde, her iki çeşit içinde ilave oranları arasında ve %10 ile %20 oranında ilave edilen un karışımlarında çeşitler arası istatiksels olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kontrol ununa aynı çeşit içinde kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıa son viskozite değerinde artış g6r6lm6ř ve bu artışlarda istatiksels olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Aynı ilave oranında ise çeşitler arasında istatiksels açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kırılma viskozitesi ve katılaşma viskozitesi değerinde her iki çeşit içinde ilave oranları arasında istatiksels açıdan 6nemli farklılıklar belirlenmiş ( $p<0,05$ ), ancak kontrol ununa g6re d6zenli bir artış ya da azalma g6r6lmemiştir. Aynı ilave oranında çeşitler arasında istatiksels açıdan farklılıklar, kırılma viskozitesinde %30 oranlı ilave edilen un karışımlarında g6r6l6rken katılaşma viskozitesinde ise %10 ve %30 oranlarında ilave edilen un karışımlarında belirlenmiştir ( $p<0,05$ ) (izelge 3.8).

Kontrol ununa, Yalın ve 6zen kavuzsuz tam arpa unu ilavesi ekmeelik un 6rneklerinin pik viskozite değerlerini arttırmıştır. S6z konusu artışta, ilave edilen arpa ununun bileşimindeki nişasta 6zellikleri başta olmak 6zere protein ve pentozanlar gibi su tutma 6zelliğindeki diğer

bileşenler ile  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesindeki değişimin etkili olduğu söylenebilir. Bu durum, farinograf analizinde su absorpsiyonu değerlerindeki artış ile de uygunluk göstermektedir.

Çizelge 3.7. Ekmeklik un örneklerinin Mikro-Visko-Amilograf cihazı ile belirlenen jelatinizasyon başlangıç ve bitiş sıcaklık değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı	Jelatinizasyon Bitiş Sıcaklığı
		(°C)	(°C)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	61,6±0,85 <sup>Aa</sup>	89,4±0,56 <sup>Aa</sup>
	%10	63,0±0,56 <sup>Aa</sup>	88,8±1,13 <sup>Aa</sup>
	%20	62,1±0,42 <sup>Aa</sup>	90,2±0,28 <sup>Aa</sup>
	%30	62,3±0,42 <sup>Aa</sup>	89,3±0,42 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	61,6±0,85 <sup>Aa</sup>	89,4±0,56 <sup>Aa</sup>
	%10	61,8±0,85 <sup>Aa</sup>	88,3±0,98 <sup>Aa</sup>
	%20	62,4±0,56 <sup>Aa</sup>	90,0±1,41 <sup>Aa</sup>
	%30	62,2±0,71 <sup>Aa</sup>	88,4±0,56 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.8. Ekmeklik un örneklerinde Mikro-Visko-Amilograf cihazı ile belirlenen viskozite değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Pik Viskozite	İncelme Sonrası Viskozite	Son Viskozite	Kırılma Viskozitesi	Katılaşma Viskozitesi
		(mPas)	(mPas)	(mPas)	(mPas)	(mPas)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	963±7,07 <sup>Ad</sup>	619±2,82 <sup>Ac</sup>	1228±9,89 <sup>Ac</sup>	344±2,82 <sup>Ab</sup>	609±4,24 <sup>Abc</sup>
	%10	1051±5,65 <sup>Bc</sup>	675±7,07 <sup>Bb</sup>	1305±4,24 <sup>Bb</sup>	376±5,65 <sup>Aa</sup>	630±7,07 <sup>Aab</sup>
	%20	1179±12,72 <sup>Aa</sup>	803±4,24 <sup>Aa</sup>	1405±9,89 <sup>Aa</sup>	376±1,41 <sup>Aa</sup>	602±2,82 <sup>Ac</sup>
	%30	1140±2,82 <sup>Ab</sup>	794±5,65 <sup>Aa</sup>	1433±7,07 <sup>Aa</sup>	346±4,24 <sup>Ab</sup>	639±8,48 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	963±7,07 <sup>Ab</sup>	619±2,82 <sup>Ac</sup>	1228±9,89 <sup>Ac</sup>	344±2,82 <sup>Ab</sup>	609±4,24 <sup>Aa</sup>
	%10	1103±11,31 <sup>Aa</sup>	725±5,65 <sup>Ab</sup>	1331±2,82 <sup>Ab</sup>	378±1,41 <sup>Aa</sup>	607±2,12 <sup>Ba</sup>
	%20	1092±8,48 <sup>Ba</sup>	723±1,41 <sup>Bb</sup>	1312±12,72 <sup>Bb</sup>	369±4,24 <sup>Aa</sup>	588±5,65 <sup>Ab</sup>
	%30	1118±5,65 <sup>Ba</sup>	800±4,24 <sup>Aa</sup>	1385±5,65 <sup>Ba</sup>	318±5,65 <sup>Bc</sup>	584±4,24 <sup>Bb</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Farida ve Rubenthaler (1984), Mısır'a ait baladi ekmeğinin pişirme süresi ve sıcaklığının ekmek kalitesi üzerinde etkisi, nişasta jelatinizasyonu ve baladi ekmeğinin bayatlaması ile ilgili yaptıkları çalışmada, baladi hamurlarını pişirmek için dört farklı pişirme

süresi ve sıcaklığı (540 °C 1 dk, 415 °C 2 dk, 370 °C 3-4 dk, 260 °C 6-7 dk) kullanmışlardır. Düşük sıcaklıkta uzun süreyle pişirilen ekmeklerin daha kuru ve kalitelerinin düşük olduğunu, ayrıca 370 °C sıcaklıkta pişirilen ekmeklerin üst kabuğunda nişasta jelatinizasyonunun en yüksek derecede olduğunu açıklamışlardır.

Certel ve Ertugay (1992), *Tr.durum* ve *Tr.aestivum* buğday türlerine ait birer buğday çeşidinde, dört farklı pişirme yöntemiyle ürettikleri bulgurların işlenmeleri sırasında nişastada meydana gelen fizikokimyasal değişimleri araştırmışlardır. Çalışmada makarnalık buğday kontrol örneğinin (pişirilmemiş) ortalama çirilenme başlangıç sıcaklığını 52,05 °C, çirilenme bitiş sıcaklığını 81,6 °C ve pik sıcaklığını 67,45 °C olarak ölçmüşlerdir. Ekmeklik buğday çeşidinde ise kontrol örneğinin (pişirilmemiş) ortalama çirilenme başlangıç sıcaklığını 54,2 °C, çirilenme bitiş sıcaklığını 74,7 °C ve pik sıcaklığını 65,4 °C olarak belirlemişlerdir.

Mankan (2008), iki farklı çavdar ununu %30 ve %50 oranlarında zayıf ve kuvvetli buğday unlarıyla karıştırmış ve 8 farklı kombinasyonda hamur hazırlayarak ekmek yapmıştır. Yaptığı çalışmada jelatinizasyon başlangıç sıcaklığını 57,8-59,2 °C, jelatinizasyon sıcaklığını 76,3-85,1 °C ve maksimum jelatinizasyon değerini 361-550 AU arasında ölçmüştür.

Choi vd. (2011), buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20 ve %30 oranlarında normal ve mumsu kavuzsuz arpa unu ilave ederek ekmek yapmışlar ve un örneklerinin RVA analizi ile jelatinizasyon sıcaklığı 63,4-66,6 °C, pik viskozitesini 123,6-165,7 RVU, kırılma viskozitesini 50,6-67,0 RVU, son viskozitesini 136,4-179,2 RVU ve katılaşma viskozitesini 61,7-80,5 RVU arasında ölçmüşlerdir. Kavuzsuz arpa unu ilave edilen un örneklerinin sıcaklık, pik viskozite ve kırılma viskozitesi değerleri kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur.

Sharma ve Gujral (2014a), çapati ekmeğinin formülasyonuna %28, %56 ve %84 oranlarında arpa unu ile %1,5, %3,0 ve %4,5 oranlarında  $\beta$ -glukan eklemişler ve bayatlamasına etkisini araştırmışlardır. Kontrol ununun pik viskozitesini 756 cP, kırılma viskozitesini 507 cP, son viskozitesini 1228 cP ve katılaşma viskozitesini 731 cP olarak bulmuşlardır. Arpa unu ve  $\beta$ -glukan ilave edilen un örneklerinin sırasıyla pik viskozitesini 915-1556 cP ve 602-643 cP, kırılma viskozitesini 649-915 cP ve 418-440 cP, son viskozitesini 1422-2084 cP ve 974-1061 cP ve katılaşma viskozitesini 824-1189 cP ve 552-621 cP arasında ölçmüşlerdir. Arpa unu ilavesi arttıkça viskozite değerleri artış gösterirken  $\beta$ -glukan ilavesi viskozite değerlerini azaltmıştır.



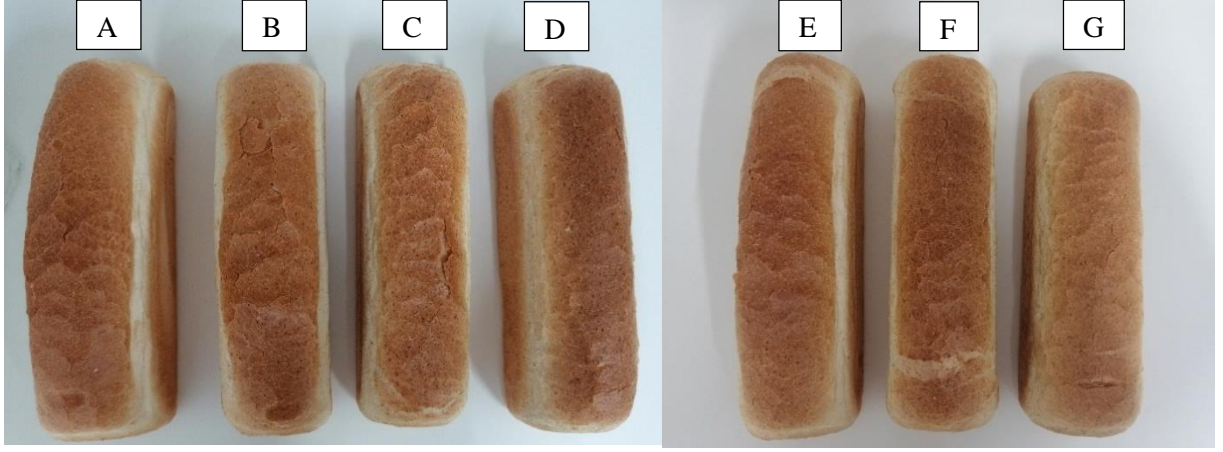
Demireken ve Gül (2020), otoklavlama-retrogradasyon ikili uygulamasıyla elde edilen dirençli nişastayı ekmeklik buğday ununa %0 (kontrol), %2, %4 ve %6 oranında ilave ederek ekmek yapmışlar ve elde edilen hamurların amilograf özelliklerini analiz etmişlerdir. Jelatinizasyon başlangıç sıcaklığını 60,5-66,8 °C, jelatinizasyon pik sıcaklığını 87,1-88,4 °C ve jelatinizasyonun maksimum noktasındaki viskozite değerini 782-877 BU arasında belirlemişlerdir. Pik viskozitesi yüksek olan unların çok düşük alfa amilaz aktivitesine sahip olduğu ve bu unlardan yapılan ekmeklerin raf ömrünün kısa, ekmek içinin kuru ve ekmeklerin parçalanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Nişastanın yüksek şişme gücüne sahip olmasının, yüksek viskoziteye sahip ürünlerin elde edilmesini sağladığını, ayrıca kaliteli bir ekmek için maksimum viskozitenin 300-700 BU aralığında olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Tez çalışması kapsamında elde edilen ekmeklik un karışımlarının jelatinizasyon özelliklerine ait veriler, literatür çalışmalarında elde edilen jelatinizasyon verileri ile farklılıklar göstermektedir. Söz konusu farklılıkların, kullanılan un ya da un karışımlarının (arpa, buğday vd.) nişasta başta olmak üzere içerdiği diğer bileşenleri arasındaki farklılıklar ile  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesindeki farklılıklarından ileri geldiği söylenebilir.

### **3.3 Ekmek Örneklerinin Analiz Sonuçları**

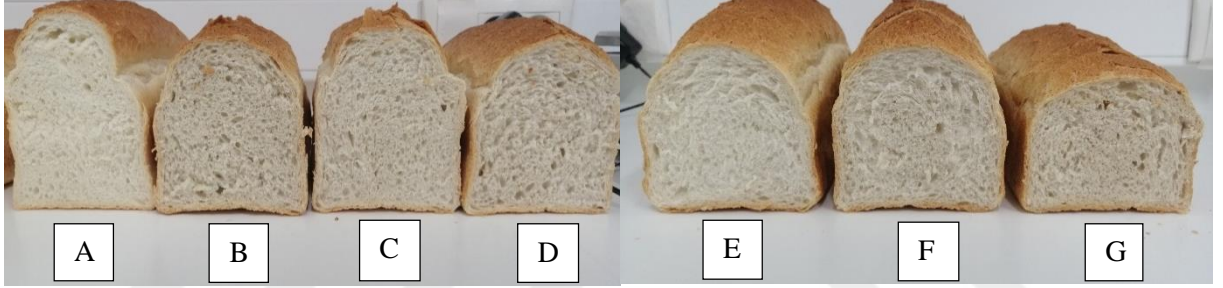
#### **3.3.1 Ekmek Örneklerinin Ağırlık, Genişlik, Yükseklik, Uzunluk ve Spesifik Hacim Değerleri**

Kavuzsuz tam arpa unlarının ekmek özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek üzere, buğday ununa %10, %20 ve %30 oranlarında Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinden elde edilen tam arpa unu ilave edilerek ekmek denemeleri yapılmıştır. Kontrol ekmeği olarak %100 ekmeklik buğday unundan yapılan ekmek kullanılmıştır. Yapılan ekmek örneklerinin üstten görünüşleri Şekil 3.1’de ve iç yüzey görüntüleri Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa unu ilaveli ekmek örneklerinin üstten görünüşleri

A: %100 ekmeklik buğday unu içeren ekmek, B: %10 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, C: %20 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, D: %30 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, E: %10 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, F: %20 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, G: %30 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren ekmek



Şekil 3.2. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa unu ilaveli ekmek örneklerinin iç yüzey görüntüleri

A: %100 ekmeklik buğday unu içeren ekmek, B: %10 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, C: %20 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, D: %30 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, E: %10 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, F: %20 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren ekmek, G: %30 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren ekmek

Ekmek örneklerine ait ağırlık, genişlik, yükseklik, uzunluk ve spesifik hacim değerleri Çizelge 3.9'de verilmiştir. Ekmek örneklerinin ağırlıkları en yüksek 524,23 g (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren ekmek) ile en düşük 515,26 g (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren ekmek); genişlik değerleri en yüksek 9,0 cm (kontrol ekmeği) ile 8,5 cm (%10 ve %20 oranlarında Özen tam arpa ununu içeren ekmekler); yükseklik değerleri en yüksek 11,5 cm (kontrol ekmeği) ile en düşük 6,5 cm (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren ekmek) ve spesifik hacim değerleri en yüksek 3,86 cm<sup>3</sup>/g (kontrol ekmeği) ile en düşük 2,42 cm<sup>3</sup>/g (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren ekmek) arasında değişmiştir. Ekmek üretim denemeleri sırasında, tüm işlemleri yapılan hamurlar tost ekmeği tavalara konularak tavalarda pişirildiği için pişirme sonrası ekmek uzunluklarında bir farklılık oluşmamıştır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. Ekmek örneklerinin ağırlık, genişlik, yükseklik, uzunluk ve spesifik hacim değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Ağırlık (g)	Genişlik (cm)	Yükseklik (cm)	Uzunluk (cm)	Spesifik Hacim (cm <sup>3</sup> /g)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	523,46±2,34 <sup>Aa</sup>	9,0±0,08 <sup>Aa</sup>	11,5±0,18 <sup>Aa</sup>	29	3,86±0,22 <sup>Aa</sup>
	% 10	518,66±1,60 <sup>Ab</sup>	8,9±0,09 <sup>Aa</sup>	10,5±0,28 <sup>Ab</sup>	29	3,07±0,16 <sup>Ab</sup>
	% 20	515,93±0,98 <sup>Ab</sup>	8,9±0,16 <sup>Aa</sup>	9,5±0,26 <sup>Ac</sup>	29	2,56±0,35 <sup>Ab</sup>
	% 30	515,26±1,66 <sup>Bb</sup>	8,8±0,26 <sup>Aa</sup>	9,5±0,09 <sup>Ac</sup>	29	2,42±0,08 <sup>Ab</sup>
Özen	KU	523,46±2,34 <sup>Aab</sup>	9,0±0,08 <sup>Aa</sup>	11,5±0,18 <sup>Aa</sup>	29	3,86±0,22 <sup>Aa</sup>
	% 10	515,53±3,00 <sup>Ac</sup>	8,5±0,21 <sup>Aa</sup>	8,5±0,19 <sup>Bb</sup>	29	3,26±0,31 <sup>Aa</sup>
	% 20	517,76±2,22 <sup>Abc</sup>	8,5±0,14 <sup>Aa</sup>	8,3±0,25 <sup>Bb</sup>	29	3,61±0,49 <sup>Aa</sup>
	% 30	524,23±1,40 <sup>Aa</sup>	8,8±0,04 <sup>Aa</sup>	6,5±0,18 <sup>Bc</sup>	29	2,73±0,68 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu(%100 Ekmeklik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).

Kavuzsuz tam arpa unu ilave edilen ekmek örneklerinin pişme sonrası ağırlıkları, kontrol unundan yapılan ekmeklerden daha düşük çıkmıştır. Yalın ve Özen arpa çeşitlerinin ilave oranına bağlı olarak ekmek ağırlıklarında, kontrol ekmeğine göre azalmalar meydana gelmiştir. Özen çeşidinin %30 oranında ilave edildiği ekmek örneği ağırlık bakımından %10 ve %20 oranlarında ilave edilen örneklerden istatistiksel olarak farklı bir gruba girerken (p<0,05), Yalın çeşidinin farklı ilave oranları arasında anlamlı bir farklılık çıkmamıştır (p>0,05). Aynı ilave oranlarında ise %30 oranında ilave edilen ekmelerde ağırlık değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0,05). Kavuzsuz tam arpa unu ilave edilen ekmeklerin genişlik değerleri kontrol örneğine göre azalma göstermekle birlikte, bu örnekler hem arpa çeşitlerinin kendi arasında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamış ve bu açıdan örnekler aynı gruba dahil olmuşlardır (p>0,05). Kontrol ununa, kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıkça ekmeklerin yükseklik değerlerinde azalma belirlenmiş, Özen çeşidinde Yalın çeşidine göre azalma daha fazla olmuştur. Ekmeklerin yükseklik değerlerinde hem arpa çeşitlerinin kendi arasında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir (p<0,05). Spesifik hacim değerlerinde, her iki çeşitte de kontrol unuyla karşılaştırıldığında azalma olduğu saptanmış, söz konusu azalma Yalın çeşidinin ilave oranı arttıkça düzenli bir değişim göstermiştir. Spesifik hacim değerlerinde aynı ilave oranında istatistiksel olarak çeşitler arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>0,05). Yalın arpa

çeşidi için de farklı ilave oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülmüşken ( $p < 0,05$ ), Özen çeşidinde anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 3.9).

Tez kapsamında, ekmeklik buğday ununa kavuzsuz tam arpa unu ilavesi ekmek örneklerinin ağırlık, yükseklik ve spesifik hacim değerlerinde azalmaya yol açmıştır. Bu durumun büyük oranda, buğday unundan farklı olarak arpa ununda fonksiyonel özellikteki gluten proteinlerinin olmaması ve ekmeklik un karışımlarında gluten proteinlerinin oransal olarak azalması nedeniyle hamurların yoğrulma ve işlenme özelliklerinin bir miktar olumsuz etkilenmesi ve ayrıca kavuzsuz arpa unu ilavesiyle un karışımlarının  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitelerindeki azalmadan kaynaklandığı söylenebilir. Diğer taraftan, kavuzsuz arpa unu ilavesine bağlı olarak un karışımlarının yaş gluten ve sedimantasyon değerlerinin azalması da bu sonucu doğrular niteliktedir.

Şahin vd. (2017) ekmeklik buğdaylarda ekmek hacminin yüksek olması gerektiğini ve zeleny sedimantasyon değeri ile gluten kalitesi arasında doğru orantı olduğunu, hamur yoğurma sırasında gluten moleküllerinin kuvvetli bir ağ oluşturup fermantasyon aşamasında ekmek mayasının oluşturduğu gazı tutarak hamurun hacim kazanmasını sağladığını belirtmişlerdir.

Dhingra ve Jood (2004), buğday ununa farklı oranlarda (%5, %10, %15 ve %20) soya fasulyesi (tam yağlı ve yağı alınmış) ve arpa unu ile eşit oranlarda arpa unu ve soya unundan oluşan un karışımı ilave ettikleri çalışmalarında kontrol örneği ile arpa unu ilave edilen ekmeklerin ağırlığını 160,00-168,50 g ve spesifik hacmini 2,92-3,24 ml/g arasında ölçmüşlerdir. Arpa unu ilave oranı arttıkça ekmeklerin ağırlığının arttığını ve spesifik hacminin azaldığını belirlemişlerdir.

Mankan (2008), iki farklı çavdar ununu %30 ve %50 oranlarında zayıf ve kuvvetli buğday unlarıyla karıştırarak 8 farklı kombinasyonda hamur hazırlayarak ekmek yapmıştır. Yaptığı çalışmada ekmeklerin hacimlerini 197-670 cm<sup>3</sup> arasında ölçmüş ve aynı unlarda çavdar unu ilave oranı arttıkça ekmek hacimlerinin azaldığını belirlemiştir.

Choi vd. (2011), buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20 ve %30 oranlarında normal ve mumsu kavuzsuz arpa unu ilave ederek ekmek yapmışlardır. Ekmek örneklerinin spesifik hacimlerini 2,99-5,45 cm<sup>3</sup>/g arasında belirlemişlerdir. Her iki buğday ununda da kavuzsuz arpa ilave oranı arttıkça ekmeklerin ağırlık değerleri artarken spesifik hacimlerinin azaldığını saptamışlardır.

Golzari (2015) çalışmasında, buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20, %30, %40 ve %50 oranlarında kavuzsuz arpa unu ilave ederek ekmek yapmıştır. Yapılan ekmeklerde en yüksek hacim %10 ilave oranında görülürken, ilave oranı arttıkça hacim değerinin düştüğü ve %30, %40 ve %50 kavuzsuz arpa ilaveli ekmek örneklerinin ağırlığının kontrole göre arttığı tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Tok (2017), tahıl ve baklagil tanelerini (buğday, çavdar ve yeşil mercimek) farklı sürelerde çimlendirerek kurutmuş ve un haline getirmiştir. Elde ettiği unları %0, %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununa ilave ederek ekmek ve bisküvi üretmiştir. Çalışmasında ekmeklerin ağırlığını 139,50-149,50 g ve spesifik hacimini 2,02-2,81 ml/g arasında ölçmüştür. Kontrol ekmeğine göre ağırlık değerleri ve spesifik hacim değerleri (%5 oranında ilave edilen ekmekler hariç) azalmıştır.

Şahin vd. (2017) Konya merkez lokasyonunda üç yıl boyunca yetiştirdikleri kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve bazı kalite özellikleri incelemişler, üç ayrı hasad sezonuna ait 30 adet ekmeklik buğdaydan elde ettikleri unlardan yapılan ekmeklerin ortalama ekmek ağırlığını 142,1 g ve ekmek hacmini 436,2 ml olarak ölçmüşlerdir.

Sheikholeslami vd. (2018) ekmeklik buğday ununa kavuzsuz arpa unu (%0, %10 ve %20) ve guar gum (%0, %1, %1,5 ve %2) ilave ederek yaptıkları ekmeklerin fizikokimyasal özelliklerinin, kavuzsuz arpa unu ve guar gum ilave oranlarından büyük oranda etkilendiğini; ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin kavuzsuz arpa unu ilavesinden negatif, guar gum ilavesinden ise pozitif yönde etkilendiğini ve guar gum ilavesinin ekmeklerin sertlik değerlerini azaltırken diğer değerlerde artış sağladığını belirlemişlerdir.

Ekmek hacminde düşük değerler ölçülmesinde, kullanılan unun ekmeklik kalitesinin önemli olduğu ayrıca unun  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin yetersizliğinin de etkili olduğu belirtilmiştir (Durlu Özkaya vd., 2015).

Çalışmamızda, kavuzsuz tam arpa unu ilavesine bağlı olarak ağırlık, yükseklik ve spesifik hacim değerlerindeki değişim verilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

### 3.3.2 Sertlik Değerleri

Yalın ve Özen çeşidi kavuzsuz tam arpa unu ilave edilerek yapılan ekmek örneklerinin tekstür analizi sonucu sertlik değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir. Ekmek örneklerinin sertlik değeri 1. gün en düşük 144,89 g (kontrol ekmeği) ve en yüksek 216,70 g (%30 oranında Özen

tam arpa ununu içeren ekme), 2. gün en düşük 205,03 g (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren ekme) ve en yüksek 400,18 g (%20 oranında Yalın tam arpa ununu içeren ekme) ve 3. gün en düşük 261,77 g (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren ekme) ve en yüksek 462,32 g (%20 oranında Yalın tam arpa ununu içeren ekme) ölçülmüştür. Kavuzsuz tam arpa unu ilave edilen ekmeklerin tamamında 1. gün sertlik değerleri kontrol ekmeğinden daha yüksek çıkmıştır. Buna karşılık Yalın çeşidini %30 oranında içeren ekme örneği, 2. ve 3. günde kontrol ekmeği de dahil diğer tüm ekme örneklerinden daha düşük sertlik değerleri verirken, en yüksek değer Yalın çeşidini %20 oranında içeren ekme örneğine ait olmuştur. Her üç ölçümde de, %30 oranında Yalın çeşidi kavuzsuz tam arpa unu ilave edilen ekmeğin sertlik değeri, %20 oranında ilave edilene göre daha düşük çıkmıştır. Özen çeşidinde ise ilave oranı arttıkça ekme örneklerinin sertlik değerleri (1. gün %20 ilave oranı hariç) artış göstermiş buna karşılık Yalın çeşidini içeren örneklerde düzenli bir artış saptanamamıştır.

Çizelge 3.10. Ekme örneklerinin tesktür analizi sertlik değerleri (g)

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	1. gün	2. gün	3. gün
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	144,89±7,11 <sup>Acz</sup>	314,17±9,16 <sup>Aby</sup>	376,82±20,70 <sup>Abx</sup>
	% 10	171,00±0,54 <sup>Aby</sup>	350,67±20,43 <sup>Aabx</sup>	393,63±31,64 <sup>Aabx</sup>
	% 20	213,79±3,70 <sup>Aaz</sup>	400,18±9,70 <sup>Aay</sup>	462,32±9,11 <sup>Aax</sup>
	% 30	173,60±1,65 <sup>Bby</sup>	205,03±1,80 <sup>Bcy</sup>	261,77±15,00 <sup>Bcx</sup>
Özen	KU	144,89±7,11 <sup>Abz</sup>	314,17±9,16 <sup>Aaby</sup>	376,82±20,70 <sup>Aabx</sup>
	% 10	173,21±19,49 <sup>Aby</sup>	282,03±3,95 <sup>Bbx</sup>	295,94±28,92 <sup>Acx</sup>
	% 20	152,73±5,53 <sup>Bby</sup>	301,79±8,72 <sup>Babx</sup>	334,28±16,80 <sup>Bbcx</sup>
	% 30	216,70±9,03 <sup>Aaz</sup>	328,42±9,47 <sup>Aay</sup>	434,61±4,50 <sup>Aax</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Ekmeklik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). x, y ve z harfleri aynı satırda günler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Yapılan istatistiksel analizde, üç sertlik ölçümünde de aynı çeşit içinde ilave oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmişken ( $p<0,05$ ), her iki çeşidin %10 ilave oranında ise 1. gün ve 3. gün ölçümlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmamıştır ( $p>0,05$ ). Sertlik değerlerinde ölçüm yapılan üç ayrı gün karşılaştırıldığında, kontrol ekmeği ve %30 oranında Özen çeşidi kavuzsuz arpa unu ilave edilen ekmeklerde kademeli bir artış gözlenmiş ve istatistiksel açıdan önemli bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ayrıca Yalın çeşidini %10 ve Özen çeşidini %10 ile %20 oranında içeren ekmeklerin 2. ve 3. gün sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Tüm örneklerin 1. gün sertlik değerleri (%30 oranında Yalın ilaveli hariç) ile 2. ve 3. gün değerleri arasında istatistiksel

açından önemli farklılıklar saptanmış ve muhafaza süresi ilerledikçe sertlik değerleri artış göstermiştir ( $p<0,05$ ) (Çizelge 3.10).

Golzari (2015) çalışmasında, buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20, %30, %40 ve %50 oranlarında kavuzsuz arpa unu ilave ederek yaptığı ekmeklerin sertlik değerini 7,43-17,66 N arasında ölçmüş, en düşük değer %10 ilave oranında en yüksek değer ise %50 ilave oranında belirlenmiştir.

Tontul ve Babaoğlu (2019), farklı partikül boyutuna sahip unlarla yapılan ekmeklerin fiziksel özellikleri ve raf ömrü üzerinde bir araştırma yapmışlardır. Tekstür profil analizi sonucunda sertlik değerini başlangıç ve 6. günde sırasıyla kontrol ekmeğinde 822 g ve 2999 g; 150-250  $\mu$  arasında partükül boyutlu undan yapılan ekmekte 759 g ve 2335 g; 150  $\mu$  altında partükül boyutlu undan yapılan ekmekte ise 1467 g ve 3080 g olarak ölçmüşlerdir. Ekmeklerin depolama süresi arttıkça sertlik değerlerinin de arttığını belirlemişlerdir.

Çalışmamızda, kavuzsuz tam arpa unu ilavesine bağlı olarak ekmek örneklerinin muhafaza süresince sertlik değerlerindeki değişimler literatür verilerine benzerlik göstermektedir.

### **3.3.3 Ekmek Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları**

Ekmek örneklerinin 5 panelist tarafından değerlendirildiği duyusal analiz sonuçları Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12’de verilmiştir. Duyusal analizde dikkate alınan tüm kriterlerde kontrol ekmeği, kavuzsuz tam arpa unu içeren tüm ekmek örneklerinden daha yüksek puanlar almış ve en yüksek genel beğeni puanına (4,6) sahip olmuştur. Kontrol ekmeğinden sonra panelistler en yüksek genel beğeni puanını Yalın çeşidini %10 oranında içeren ekmek örneğine vermişlerdir. Kavuzsuz arpa unu ilave oranı arttıkça Özen çeşidinde görünüm, kabuk rengi, ekmek içi rengi ve gözenek yapısı puanlarında, Yalın çeşidinde ise sadece tat ve aroma puanlarında düzenli bir azalma görülürken, Yalın çeşidinin tüm ilave oranlarında ekmek örneklerinin kabuk rengi puanları aynı (3,4) olmuştur.

Yapılan istatistiksel analizde, görünüm puanlarında hem aynı çeşit içinde ilave oranları hem de aynı ilave oranında çeşitler arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Görünüm, ekmek kabuk rengi, ekmek içi rengi, gözenek yapısı, tat ve aroma ile çiğnenebilirlik puanlarında, kavuzsuz tam arpa ununun ilave oranı arttıkça Yalın çeşidinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık çıkmamış ( $p>0,05$ ), ancak Özen çeşidinde kabuk rengi, ekmek içi rengi,

gözenek yapısı ve genel beğeni puanlarında anlamlı farklılıklar saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Aynı ilave oranında çeşitler arasında çiğnenenebilirlik ve genel beğeni puanları bakımından istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilememiştir ( $p>0,05$ ). Panelistler her iki arpa çeşidinde de %20 ilave oranından sonra ekmek örneklerinde buruk bir tat hissettiklerini belirtmişlerdir. Bu durumun tam arpa ununda yüksek oranda bulunan antioksidan etkiye sahip fenolik maddelerden kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Çizelge 3.11. Ekmek örneklerinin görsel özelliklerine ait duyu analizi sonuçları<sup>(1)</sup>

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Görünüm	Ekmek Kabuk Rengi	Ekmek İç Rengi	Gözenek Yapısı
Yalın	KU <sup>(2)</sup>	4,2±1,09 <sup>Aa</sup>	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>
	%10	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>	3,4±0,55 <sup>Ba</sup>	2,8±0,45 <sup>Bb</sup>	3,0±0,71 <sup>Aab</sup>
	%20	3,6±1,14 <sup>Aa</sup>	3,4±0,55 <sup>Aa</sup>	3,4±0,55 <sup>Ab</sup>	2,8±0,84 <sup>Ab</sup>
	%30	4,0±1,00 <sup>Aa</sup>	3,4±0,55 <sup>Aa</sup>	3,0±1,00 <sup>Ab</sup>	3,0±0,71 <sup>Aab</sup>
Özen	KU	4,2±1,09 <sup>Aa</sup>	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>
	%10	3,8±1,09 <sup>Aa</sup>	4,0±0,00 <sup>Aa</sup>	3,6±0,55 <sup>Ab</sup>	3,0±0,71 <sup>Ab</sup>
	%20	3,6±0,89 <sup>Aa</sup>	3,2±0,84 <sup>Aab</sup>	2,6±0,55 <sup>Bc</sup>	2,2±0,45 <sup>Abc</sup>
	%30	3,2±1,30 <sup>Aa</sup>	2,4±0,89 <sup>Ab</sup>	1,8±0,45 <sup>Bc</sup>	2,0±0,00 <sup>Bc</sup>

<sup>(1)</sup>Puanlar 5 panelistin 5 üzerinden verdiği puanların ortalamasıdır. <sup>(2)</sup>Kontrol Unu (KU): %100 Ekmeklik buğday unu. Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.12. Ekmek örneklerinin tadım özelliklerine ait duyu analizi sonuçları<sup>(1)</sup>

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Tat ve Aroma	Çiğnenenebilirlik	Genel Beğeni
Yalın	KU <sup>(2)</sup>	4,8±0,45 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>
	%10	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	3,8±0,84 <sup>Aa</sup>	4,0±0,71 <sup>Aab</sup>
	%20	3,6±0,89 <sup>Aa</sup>	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>	3,6±0,89 <sup>Aab</sup>
	%30	3,4±1,34 <sup>Aa</sup>	3,8±1,09 <sup>Aa</sup>	3,0±1,00 <sup>Ab</sup>
Özen	KU	4,8±0,45 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>
	%10	3,2±0,84 <sup>Bb</sup>	3,0±0,00 <sup>Ab</sup>	3,6±0,55 <sup>Aab</sup>
	%20	3,4±0,55 <sup>Ab</sup>	3,6±0,55 <sup>Aab</sup>	3,2±0,45 <sup>Abc</sup>
	%30	2,8±0,84 <sup>Ab</sup>	3,2±0,84 <sup>Ab</sup>	2,4±0,89 <sup>Ac</sup>

<sup>(1)</sup>Puanlar 5 panelistin 5 üzerinden verdiği puanların ortalamasıdır. <sup>(2)</sup>Kontrol Unu (KU): %100 Ekmeklik buğday unu. Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Dhingra ve Jood (2004), buğday ununa farklı oranlarda (%5, %10, %15 ve %20) soya fasulyesi (tam yağlı ve yağı alınmış) ve arpa unu ile eşit oranlarda arpa unu ve soya unundan oluşan un karışımı ilave ettikleri çalışmalarında buğday ununa %10 oranına kadar soya unu



(tam yağlı ve yağı alınmış) ve %15 oranına kadar arpa unu ve soya unu (tam yağlı ve yağı alınmış) ile arpa unu karışımlarından elde edilen ekmeklerin kabul edilebilir olduğunu belirlemişlerdir.

Choi vd. (2011), buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20 ve %30 oranlarında normal ve mumsu kavuzsuz arpa unu ilave ederek ekmek yapmışlar; %10 oranında ilaveli ekmeklerde kontrol ekmeğine göre ekmek kalitesinde önemli bir değişikliğin olmadığı tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda %20'den fazla kavuzsuz arpa unu ilave edilen ekmeklerin hacminde belirgin bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Golzari (2015), buğday ununa %0 (kontrol), %10, %20, %30, %40 ve %50 oranlarında kavuzsuz arpa unu ilave ederek yaptığı ekmeklerde arpa unu ilave oranı arttıkça kabuk rengi, ekmek içi rengi, gözenek yapısı ve yumuşaklık değerlerinde azalma olduğunu saptamıştır.

Sheikholeslami vd. (2018), ekmeklik buğday ununa kavuzsuz arpa unu (%0, %10 ve %20) ve guar gum (%0, %1, %1,5 ve %2) ilave ederek yaptıkları ekmeklerde %20 kavuzsuz arpa unu ve %1 guar gum içeren ekmek örneğinin en iyi fizikokimyasal özelliklere sahip olduğunu ve formülasyona 200 ppm'e kadar askorbik asit ilavesinin de ekmeklerin duyuşal özelliklerini ve besin değerini olumlu etkilediğini belirlemişlerdir.

Tez çalışmasında bu konuda elde ettiğimiz veriler Dhingra ve Jood (2004), Choi vd. (2011), Golzari (2015) ve Sheikholeslami vd. (2018) ile benzerlik göstermektedir.

### **3.4 Bisküvi Unlarının Analiz Sonuçları**

#### **3.4.1 Nem, Protein, Kül ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri**

Unlarda yüksek nem içeriği (>14,5) küflenme başta olmak üzere depolamada çeşitli problemlere yol açabilmektedir. Bu nedenle unların depolanması süresince nem düzeylerinin yüksek olması istenmez. Unların protein miktarı su absorpsiyonunda ve hamurun yoğrulma-işlenme özelliklerinde son derece önemli olup üretilecek son ürünün özelliğine bağlı olarak protein içerikleri de değişiklik gösterir. Genel olarak sert buğdayların protein içeriği yumuşak buğdaylardan daha yüksektir. Bisküvi yapımında kullanılacak unların genellikle protein miktar ve kalitelerinin düşük olması istenir. Tahıllar ve tahıl kaynaklı ürünlerde kül, yanma işleminden sonra kalan mineral maddeleri oluşturmaktadır. Herhangi bir tahıldan elde edilen un verimi arttıkça söz konusu unun kül içeriği de artar. Tahılların kül miktarı çeşit, iklim, yetiştirme koşulları ve toprak özellikleri nedeniyle değişiklik göstermektedir. Bisküvilik unların protein

miktarının (%7-9) ve kalitesinin düşük olması gerektiği belirtilmiştir (Durlu Özkaya vd., 2015; Elgün ve Ertugay, 1992; Kent ve Evers, 1994; Pomeranz, 1988).

Bisküvi pişirme denemeleri için hazırlanan kontrol unu da dahil toplam 7 ayrı un karışımının nem, protein, kül ve toplam fenolik madde içeriği Çizelge 3.13’ de verilmiştir. Un karışımlarının nem içeriği en düşük %13,70 (kontrol unu) ile en yüksek %14,00 (%30 oranında Yalın ve Özen tam arpa ununu içeren karışımlar); protein oranları en düşük %10,30 (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren karışım) ile en yüksek %10,80 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren karışım); kül oranları en düşük %0,64 (kontrol unu) ile en yüksek %0,74 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren karışım) ve toplam fenolik madde içeriği en düşük 954,28 mg GAE/kg (kontrol unu) ile en yüksek 1440,00 mg GAE/kg (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren karışım) arasında değişmiştir.

Çizelge 3.13. Bisküvilik un örneklerinin nem, protein, kül ve toplam fenolik madde içeriği

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Nem (%)	Protein (%)	Kül (%)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/kg)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	13,70±0,27 <sup>Aa</sup>	10,60±0,21 <sup>Aa</sup>	0,64±0,03 <sup>Aa</sup>	954,28±25,24 <sup>Ad</sup>
	%10	13,80±0,17 <sup>Aa</sup>	10,50±0,14 <sup>Aa</sup>	0,67±0,10 <sup>Aa</sup>	1082,84±20,19 <sup>Ac</sup>
	%20	13,90±0,21 <sup>Aa</sup>	10,50±0,18 <sup>Aa</sup>	0,69±0,20 <sup>Aa</sup>	1225,71±30,31 <sup>Ab</sup>
	%30	14,00±0,23 <sup>Aa</sup>	10,30±0,24 <sup>Aa</sup>	0,69±0,13 <sup>Aa</sup>	1440,00±26,26 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	13,70±0,27 <sup>Aa</sup>	10,60±0,21 <sup>Aa</sup>	0,64±0,03 <sup>Aa</sup>	954,28±25,24 <sup>Ac</sup>
	%10	13,80±0,08 <sup>Aa</sup>	10,50±0,20 <sup>Aa</sup>	0,67±0,11 <sup>Aa</sup>	1011,42±18,93 <sup>Ac</sup>
	%20	13,90±0,28 <sup>Aa</sup>	10,60±0,17 <sup>Aa</sup>	0,69±0,15 <sup>Aa</sup>	1139,99±36,58 <sup>Ab</sup>
	%30	14,00±0,27 <sup>Aa</sup>	10,80±0,20 <sup>Aa</sup>	0,74±0,03 <sup>Aa</sup>	1368,57±38,57 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Kontrol ununa (bisküvilik buğday unu) kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıkça nem ve kül oranları da artış göstermiş ancak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Protein içeriği Yalın çeşidinin ilavesiyle düşerken, Özen çeşidinin ilave edildiği bisküvilik un karışımlarında ise artış göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizde, bisküvi denemelerinde kullanılan un örneklerinin nem, protein ve kül içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmazken ( $p>0,05$ ), Yalın ve Özen arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar çıkmamıştır ( $p>0,05$ ).

Yalın ve Özen tam arpa unu ilave edilen bisküvilik un örneklerinde, ilave oranındaki artışa bağlı olarak toplam fenolik madde içeriğinde kontrol ununa göre oransal bir artış görülmüştür. Yalın çeşidi ilave edilen un örneklerinin fenolik madde miktarı aynı ilave oranında Özen çeşidinden daha yüksek bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizde, Yalın ve Özen çeşitlerinin ilave edildiği bisküvilik un örnekleri arasında toplam fenolik madde içeriği bakımından aynı çeşit içinde ilave oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar meydana gelmiş ( $p < 0,05$ ), ancak aynı ilave oranında çeşitler arasında ise önemli bir farklılık belirlenmemiştir ( $p > 0,05$ ) (Çizelge 3.13).

Doğan ve Uğur (2005), Van ve çevresinde yetiştirilen 10 adet buğday çeşit ve hattını kullanarak bisküvi yapmışlar ve buğday unlarının kül oranlarını %0,81-0,93 ve protein oranlarını %8,2-9,9 arasında ölçmüşlerdir. Ayrıca kül miktarının yüksek olmasının bisküvilerin rengini olumsuz etkilediği için önemli olduğunu ve bisküvi kalitesi için protein miktarının %10'dan az olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Sertakan (2006), bisküvilik yumuşak buğday ununa %0 (kontrol), %25, %50, %75 ve %100 oranlarında tritikale unu ilave ederek bisküvi yapmış ve un örneklerinin nem oranlarını %11,2-13,8, kül oranlarını %0,45-0,64, protein oranlarını %7,93-9,60 arasında bulmuştur. En yüksek kül ve protein miktarını %100 tritikale ununda belirlemiş ve tritikale ununun ilave oranı arttıkça kül ve protein değerlerinin arttığını, nem değerinin ise azaldığını belirtmiştir.

Gupta vd. (2011), buğday ununa %10, %20, %30 ve %40 oranında arpa unu ilave ederek bisküvi yapmışlar ve un örneklerinin nem değerini %8,2-8,7, protein değerini %8,6-11,3 ve kül değeri %1,2-2,0 arasında belirlemişlerdir. Arpa ununun ilave oranı arttıkça nem ve kül değerlerinin arttığını, protein değerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Demir (2015), bisküvi ununa farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) tam buğday unu ilave ederek bisküvi yapmıştır. Bisküvilik unun ve tam buğday ununun sırasıyla nem değerini %11,71 ve %10,30, kül değerini %0,67 ve %1,42 ve toplam fenolik madde içeriğini  $817,58 \mu\text{g GAE g}^{-1}$  ve  $1478,15 \mu\text{g GAE g}^{-1}$  olarak bulmuştur.

Narwal vd. (2017), buğday ununa %5-30 arasında farklı oranlarda kavuzsuz arpa unu ilave ederek bisküvi yapmışlardır. Çalışma sonucunda buğday unu karışımlarında fenolik madde miktarını  $53,19-340,43 \mu\text{g GAE/g}$  arasında, %100 arpa ununda ise  $1042,55 \mu\text{g GAE/g}$  olarak bulmuşlar ve ilave oranı arttıkça fenolik madde miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Tok (2017), tahıl ve baklagil tanelerini (buğday, çavdar ve yeşil mercimek) farklı sürelerde çimlendirerek kurutmuş ve un haline getirmiştir. Bu unları %0, %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununa ilave ederek ekmek ve bisküvi üretmiştir. Çalışmasında çimlendirilmiş buğday, çavdar ve yeşil mercimek örneklerinde nem değerini %4,13-13,34, kül değerini %0,73-2,89, protein değerini %11,03-23,06 ve toplam fenolik madde değerini 1434-3961 mg GAE/kg arasında ölçmüştür.

Özer (2019), toplam fenolik madde miktarını Bayraktar 2000 ve Çetinel buğday ununda sırasıyla 719,30 mg GAE/kg ve 817,30 mg GAE/kg; Özen ve Yalın tam arpa ununda sırasıyla 2306,24 mg GAE/kg ve 2413,51 mg GAE/kg olarak belirlemiştir. Yalın ve Özen çeşidinde kül ve protein miktarlarını iki buğday unundan daha yüksek; nem değerini ise daha düşük belirlemiştir.

Tez kapsamında elde edilen bisküvilik un örneklerinin nem içeriği Gupta vd. (2011); kavuzsuz tam arpa unu ilavesine bağlı olarak protein içeriğindeki değişimler Sertakan (2006), Gupta vd. (2011) ve Özer (2019); kül içeriği Sertakan (2006), Gupta vd. (2011), Demir (2015) ve Özer (2019) ve toplam fenolik madde içerikleri Demir (2015), Narwal vd. (2017) ve Özer (2019)'e ait veriler ile uygunluk gösterirken, bazı literatür verilerinden düşük bazılarında da yüksek bulunmuştur. Söz konusu farklılıklar, kullanılan bisküvilik buğday ve arpa unlarının çeşit ve yetiştirilme koşulları yanında öğütme koşullarındaki farklılıklar ve unların ekstraksiyon derecelerinden kaynaklandığı söylenebilir.

### **3.4.2 Yaş Gluten, Gluten İndeks, Sedimentasyon, Gecikmeli Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri**

Gluten, hamurun yoğurma işleminde ve fermentasyonu sırasında hamur reolojisi üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır (Aydoğan vd., 2012). Yüksek gluten miktarına sahip unlar bisküvi yapımında fazla kabarmaya yol açar. Bisküvilerde hafif bir kabarma olması istenildiğinden, bisküvi üretiminde yüksek glutenli unlar tercih edilmez (Bilgiçli ve Soylu, 2016).

Bisküvilik un örneklerinde yapılan yaş gluten, gluten indeks, sedimentasyon, gecikmeli sedimentasyon ve düşme sayısı analizlerine ait veriler Çizelge 3.14'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere, yaş gluten ve gluten indeks değerleri Yalın ve Özen arpa çeşitlerinin %20 ve %30 oranlarında ilave edildiği bisküvilik un karışımlarında elde edilememiştir. Söz konusu değerler, %10 ilave oranında ise kontrol unundan düşük çıkmış ancak istatistiksel olarak

anlamli bir fark oluşmamıştır ( $p>0,05$ ). Sırasıyla en yuğsek ve en d'uşuk sedimantasyon değeri kontrol unu ve Yalın çeşidini %10 oranında içeren un karışımı (25 ml) ile zen çeşidini %30 oranında içeren un karışımında (19 ml), gecikmeli sedimantasyon değeri zen çeşidini %30 oranında içeren un karışımında (17 ml) ile Yalın çeşidini %10 ve %30 oranında içeren un karışımlarında (11 ml) ve d'uşme sayısı değeri zen çeşidini %20 ve %30 oranında içeren un karışımları (409 sn) ile Yalın çeşidini %20 oranında içeren un karışımlarında (367 sn) belirlenmiştir. Kavuzsuz tam arpa unu ilavesi, sedimantasyon değerlerinde kontrol ununa göre azalmaya yol açmış ancak biskuvilik un örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır ( $p>0,05$ ). Sadece Yalın ve zen çeşitlerinin %30 ilave oranları arasında gecikmeli sedimantasyon değerlerinde istatistiksel olarak farklılık anlamli bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (izelge 3.14.).

Çizelge 3.14. Biskuvilik un örneklerinde gluten, gluten indeks, sedimantasyon, gecikmeli sedimantasyon ve d'uşme sayısı değerleri

Arpa eşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeks (%)	Sedimantasyon (ml)	Gecikmeli Sedimantasyon (ml)	D'uşme Sayısı (sn)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	22±1,41 <sup>Aa</sup>	98±0,00 <sup>a</sup>	25±1,41 <sup>Aa</sup>	14±0,00 <sup>a</sup>	381±2,82 <sup>Ab</sup>
	% 10	20±1,41 <sup>Aa</sup>	94±2,82 <sup>Aa</sup>	25±2,82 <sup>Aa</sup>	11±1,41 <sup>Aa</sup>	397±5,65 <sup>Aa</sup>
	% 20	v.s. <sup>(2)</sup>	v.s.	22±2,82 <sup>Aa</sup>	12±2,82 <sup>Aa</sup>	367±2,82 <sup>Bb</sup>
	% 30	v.s.	v.s.	20±1,41 <sup>Aa</sup>	11±0,00 <sup>Ba</sup>	396±4,24 <sup>Aa</sup>
zen	KU	22±1,41 <sup>Aa</sup>	98±0,00 <sup>a</sup>	25±1,41 <sup>Aa</sup>	14±0,00 <sup>a</sup>	381±2,82 <sup>Ab</sup>
	% 10	21±2,82 <sup>Aa</sup>	84±1,41 <sup>Bb</sup>	24±2,82 <sup>Aa</sup>	15±2,82 <sup>Aa</sup>	401±1,41 <sup>Aa</sup>
	% 20	v.s.	v.s.	22±1,41 <sup>Aa</sup>	16±2,82 <sup>Aa</sup>	409±5,65 <sup>Aa</sup>
	% 30	v.s.	v.s.	19±1,41 <sup>Aa</sup>	17±1,41 <sup>Aa</sup>	409±2,82 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Biskuvilik buğday unu). <sup>(2)</sup>Veri sağlanamadı. B'y'k harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa eşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). K'k harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Bir unun d'uşme sayısı değerinin y'ukselmesi  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin azaldığına işaret etmektedir. D'uşme sayısı, kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıka kontrol ununa göre zen çeşidinde artış göstermiş, Yalın eşidinde ise %10 ve %30 ilave oranlarında artarken, %20 ilave oranında azalmıştır.

Yapılan istatistiksel analizde, d'uşme sayısı değerleri bakımından Yalın eşidinin ilave oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmışken ( $p<0,05$ ), zen çeşidinin ilave oranları arasında anlamli bir farklılık olmamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak kontrol unu ile zen çeşidinin ilave oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Diğer taraftan, Yalın ve Özen çeşitlerinin %20 ilave oranları arasında da istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmıştır ( $p < 0,05$ ) (Çizelge 3.14.).

Kavuzsuz tam arpa ununu içeren bisküvilik un örneklerinin yaş gluten ve gluten indeks değerlerinin %20 ve %30 ilave oranlarında elde edilememesi, kontrol (buğday) ununda bulunan ve hamur oluşumunda fonksiyonel özelliğe sahip olan gluten proteinlerinin arpa unu ilave oranındaki artışa bağlı olarak azalmasından kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Gluten proteinleri yapısına su alarak şişmekte ve elastik bir yapı oluşturmaktadır. Tahıllar arasında sadece buğdaydan yaş gluten elde edilmektedir. Buğdaylarda %35'in üzerindeki yaş gluten oranı "yüksek", %28-35 arası "iyi", %20-27 arası "orta" ve %20'nin altı düşük olarak nitelendirilmektedir. Sedimentasyon değeri ise gluten miktarı ve kalitesinin belirlenmesinde etkili olduğu için 36 ml'nin üzerinde gluten kalitesi "çok iyi", 25-36 ml arası "iyi", 15-24 ml arası "orta" ve 15 ml altı "zayıf" olarak belirtilmiştir. Ayrıca düşme sayısının 150 sn'den düşük olması unun  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin "yüksek", 250-300 sn arasında "normal" ve 300 sn'den yüksek olması "düşük" olduğunu göstermektedir. Bisküvilik unlarda gluten miktarının orta ve düşük kalitede, amilaz aktivitesinin düşük seviyede olmasının istendiği belirtilmiştir (Durlu Özkaya vd., 2015; Elgün ve Ertugay, 1992; Kent ve Evers, 1994).

Doğan ve Uğur (2005), Van ve çevresinde yetiştirilen 10 adet buğday çeşit ve hattını kullanarak bisküvi yapmışlar ve buğday unlarında sedimentasyon değerini 23,5-40,0 ml, yaş gluten miktarını %26,5-35,5 arasında bulmuşlardır. Undaki gluten miktarının bilinmesinin unun hangi ürün için kullanılması gerektiği hakkında bilgi verdiğini ve bisküvi yapımında genellikle düşük gluten içerikli ve zayıf sedimentasyon değerine sahip unlar tercih edildiğini belirtmişlerdir.

Sertakan (2006), %0 (kontrol), %25, %50, %75 ve %100 oranlarında tritikale unu ilave ettiği bisküvilik yumuşak buğday unlarında yaş gluten değerini %5-23, sedimentasyon değerini 18-21 ml, gecikmeli sedimentasyon değerini 6-22 ml ve düşme sayısını 271-365 sn arasında bulmuştur. Yaş gluten değerinin tritikale unu ilave oranı arttıkça azaldığını ve en düşük sedimentasyon değerinin %50 ilave oranında bulunduğunu belirtmiştir. Düşme sayısının ise ilave oranı arttıkça artış gösterdiğini saptamıştır.

Barak, Mudgil ve Khatkar (2014) çalışmalarında, un tane boyutunun ve hasarlı nişastanın bisküvi kalitesine etkisini araştırmışlardır. İki buğday çeşidini (C 306 ve WH 542) farklı boyutlarda un fraksiyonu ( $>150 \mu\text{m}$ ,  $100-150 \mu\text{m}$  ve  $<100 \mu\text{m}$ ) elde etmek için

öğütmüşlerdir. WH 542 ve C306 buğday çeşitlerinde sırasıyla yaş gluten miktarı %24,7-25,1 ve %28,1-28,7; düşme sayısını ise 525,6-606,3 sn ve 600,3-658,7 sn arasında belirlemişlerdir.

Demir (2015), bisküvilik buğday ununa farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) tam buğday unu ilave ettiği çalışmasında bisküvilik unun ve tam buğday ununun sırasıyla yaş gluten değerini %23,5 ve %26,9, gluten indeksini %81,4 ve %72,2 ve Zeleny sedimantasyon değerini 20,5 cc ve 17,0 cc olarak ölçmüştür.

Tez kapsamında elde edilen yaş gluten, gluten indeks, sedimantasyon, gecikmeli sedimantasyon ve düşme sayısı değerlerinin kavuzsuz tam arpa ununlarının ilave oranlarına göre değişimine ait veriler literatür verileri ile benzerlik göstermekte ve söz konusu değerlerin bisküvilik unlarda olması gereken kalite kriterlerine uygun olduğuna işaret etmektedir.

### **3.4.3 Farinograf Analizi Sonuçları**

Farinograf analizleri sonucunda elde edilen bilgiler incelendiğinde kaliteli bir hamur için gelişme süresi, su kaldırma miktarı ve protein miktarı arasında doğru orantı bulunmaktadır. Stabilite değeri ise hamurun oluşma ve işlenme yeteneği hakkında yorum yapmamızı sağlamaktadır. Stabilite değerinin kısa olması fermentasyon süresini azaltmaktadır (Ünal ve Boyacıoğlu, 1984).

Farinograf analizinde, homojen bir hamur kitlesinin oluşumu için gerekli olan % su miktarı ile birlikte yoğrulma işlemi sırasında hamurun gelişme süresi, stabilitesi ve yumuşama derecesi de ölçülmektedir (Pylar, 1988). Bisküvilik unlarda su absorpsiyon değerinin düşük olması gerektiği belirtilmiştir (Durlu Özkaya vd., 2015).

Bisküvilik un örneklerinin farinograf analizi sonuçları Çizelge 3.15’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere, un örneklerinin su absorpsiyonu %57,4-60,1, gelişme süresi 1,7-6,0 dk, stabilite değeri 4,4-8,8 dk, yumuşama derecesi 57-99 FU ve kalite numarası 46-120 mm arasında değişmiştir. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinden elde edilen tam arpa unlarının ilave oranı arttıkça su absorpsiyonu, gelişme süresi, stabilite değeri ve kalite numarası artmış, yumuşama değerinde ise azalma meydana gelmiştir. En yüksek su absorpsiyonu Özen çeşidinin %30 oranında ilave edildiği bisküvilik unda; en yüksek gelişme süresi, stabilite değeri ve kalite numarası ile en düşük yumuşama derecesi Yalın çeşidinin %30 oranında ilave edildiği un örneğinde saptanmıştır.

Çizelge 3.15. Bisküvilik un örneklerinin farinograf değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama Derecesi (FU)	Kalite Numarası (mm)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	57,4±1,97 <sup>Aa</sup>	1,7±0,14 <sup>Ab</sup>	4,4±0,28 <sup>Ac</sup>	99±5,65 <sup>Aa</sup>	46±1,41 <sup>Ac</sup>
	%10	57,7±2,40 <sup>Aa</sup>	2,0±0,42 <sup>Bb</sup>	6,6±0,42 <sup>Ab</sup>	71±2,82 <sup>Ab</sup>	80±4,24 <sup>Ab</sup>
	%20	58,1±1,41 <sup>Aa</sup>	5,5±0,28 <sup>Aa</sup>	7,8±0,84 <sup>Ab</sup>	67±2,82 <sup>Bb</sup>	92±2,82 <sup>Ab</sup>
	%30	58,7±2,12 <sup>Aa</sup>	6,0±0,14 <sup>Aa</sup>	8,8±0,28 <sup>Aa</sup>	57±1,41 <sup>Bb</sup>	120±5,65 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	57,4±1,97 <sup>Aa</sup>	1,7±0,14 <sup>Ab</sup>	4,4±0,28 <sup>Ab</sup>	99±5,65 <sup>Aa</sup>	46±1,41 <sup>Ac</sup>
	%10	58,1±1,55 <sup>Aa</sup>	4,3±0,28 <sup>Aa</sup>	6,7±0,42 <sup>Aa</sup>	82±4,24 <sup>Ab</sup>	79±2,82 <sup>Ab</sup>
	%20	59,4±2,62 <sup>Aa</sup>	5,5±0,56 <sup>Aa</sup>	7,6±0,56 <sup>Aa</sup>	81±1,41 <sup>Ab</sup>	95±1,41 <sup>Aa</sup>
	%30	60,1±1,41 <sup>Aa</sup>	4,8±0,42 <sup>Aa</sup>	8,4±0,42 <sup>Aa</sup>	72±2,82 <sup>Ab</sup>	106±4,24 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Yapılan istatistiksel analizde, hem arpa çeşitlerinin kendi aralarında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında su absorpsiyonu değerleri arasında anlamlı farklılıklar çıkmamıştır ( $p>0,05$ ). Stabilite ve kalite numarası değerlerinde arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında istatistiksel açıdan farklılık önemsizken ( $p>0,05$ ) arpa çeşitlerinin kendi aralarında ilave oranları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Gelişme süresinde, Yalın çeşidinde ilave oranları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar belirlenmişken ( $p<0,05$ ), Özen çeşidinde anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Gelişme süresinde, %10 ilave oranında her iki çeşit arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuşken ( $p<0,05$ ) diğer ilave oranlarında önemsiz çıkmıştır ( $p>0,05$ ). Yumuşama derecesi değerlerinde ise arpa çeşitlerinin ilave oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz çıkmışken ( $p>0,05$ ), her iki çeşit arasında %20 ve %30 ilave oranlarında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ) (Çizelge 3.15).

Doğan ve Uğur (2005), Van ve çevresinde yetiştirilen 10 adet buğday çeşit ve hattını kullanarak bisküvi yapmışlar ve buğday unlarında su kaldırma kapasitesini %54,7-61,5, hamurun gelişme süresini 1,5-4,0 dk, hamur stabilitesini 2,3-10,0 dk, yoğurma tolerans indeksini 40-160 FU ve yumuşama derecesini 65-180 FU arasında ölçmüşlerdir. Bisküvilik unlarda su kaldırma kapasitesinin düşük ve yumuşama derecesinin genellikle yüksek olması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.



Sertakan (2006), %0 (kontrol), %25, %50, %75 ve %100 oranlarında tritikale unu ilave ettiği bisküvilik yumuşak buğday unlarını farinografta su absorpsiyonunu %49,4-58,0, gelişme süresini 0,7-1,7 dk, yoğurma toleransını 80-100 BU, stabilite değerini 3,7 dk ve yumuşama derecesini 10-130 BU arasında belirlemiştir. Tritikale ununun ilave oranı arttıkça su absorpsiyonu değerinin arttığını, gelişme ve yumuşama değerlerinin ise azaldığını belirtmiştir.

Can (2015), portakal kabuğu tozunu %1, %3, %5 ve %7 oranlarında bisküvi formülasyonuna eklemiştir. Çalışmasında kontrol (buğday) unu örneğinin ve portakal kabuğu tozu ilave edilen bisküvilik un örneklerinin farinografta su absorpsiyonunu %57,9-63,2, gelişme süresini 1,5-4,5 dk, stabilite değerini 407-564 sn ve yumuşama derecesini 61-100 BU arasında ölçmüştür.

Doğan ve Meral (2016), uşkun (*Rheum ribes*) bitkisini %0,5, %1 ve %2 oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave etmiştir. Çalışmalarında kontrol örneğiyle birlikte örneklerin su kaldırma değerini %59,25-60,00, gelişme süresini 0,80-1,25 dk, stabilite değerini 0,85-2,70 dk ve yumuşama derecesini 116,50-134,50 BU arasında belirlemişlerdir.

#### **3.4.4 Ekstensograf Analizi Sonuçları**

Ekstensograf analizinde maksimum direncin ve enerji değerinin yüksek olması hamurun fermantasyon toleransının ve gaz tutma kabiliyetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bisküvi üretiminde hamurun uzama kabiliyetinin yüksek, maksimum direnç ve enerji değerlerinin düşük olması gerektiği belirtilmiştir (Durla Özkaya vd., 2015).

Un örneklerinin ekstensograf analizi sonuçları Çizelge 3.16 ve Çizelge 3.17’de verilmiştir. Analiz sonucunda kontrol unu ve kavuzsuz arpa unu ilave edilen ekmeklik un örneklerinin ekstensograf grafiğinde 135. dk’da elde edilen uzayabilirlik, maksimum direnç, enerji ve oran değerleri sırasıyla 55-121 mm, 161-597 BU, 28-46 cm<sup>2</sup> ve 1,3-10,8 BU/mm arasında belirlenmiştir.

Kontrol ununa kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıkça her iki çeşidin maksimum direnç ve oran değerleri artmış, uzayabilirlik değeri ise azalmıştır. Enerji değerinde ise Yalın ve Özen çeşitlerinin ilave oranlarındaki artışa bağlı olarak düzenli bir artış ya da azalma saptanamamış ancak kavuzsuz tam arpa unu ilaveli un karışımlarının enerji değeri kontrol unundan daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 3.16. Bisküvilik un örneklerinin ekstensograf analizi uzayabilirlik ve maksimum direnç değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Uzayabilirlik (mm)			Maksimum Direnç (BU)		
		45.dk	90.dk	135.dk	45.dk	90.dk	135.dk
		Yalın	KU <sup>(1)</sup>	136±4,24 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	131±2,82 <sup>Aa</sup>	121±4,24 <sup>Aa</sup>	189±2,82 <sup>Ad</sup>
	% 10	125±2,82 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	107±4,24 <sup>Ab</sup>	105±2,82 <sup>Ab</sup>	257±2,82 <sup>Bc</sup>	278±4,24 <sup>Bc</sup>	287±2,82 <sup>Ac</sup>
	% 20	88±1,41 <sup>Ab</sup>	78±1,41 <sup>Ac</sup>	83±2,82 <sup>Ac</sup>	356±1,41 <sup>Ab</sup>	446±2,82 <sup>Ab</sup>	371±1,41 <sup>Bb</sup>
	% 30	65±2,82 <sup>Bc</sup>	60±1,41 <sup>Ad</sup>	56±1,41 <sup>Ad</sup>	475±4,24 <sup>Aa</sup>	615±7,07 <sup>Aa</sup>	570±5,65 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	136±4,24 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	131±2,82 <sup>Aa</sup>	121±4,24 <sup>Aa</sup>	189±2,82 <sup>Ad</sup>	180±1,41 <sup>Ad</sup>	161±1,41 <sup>Ad</sup>
	% 10	128±4,24 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	104±2,82 <sup>Ab</sup>	108±2,82 <sup>Ab</sup>	285±1,41 <sup>Ac</sup>	311±2,82 <sup>Ab</sup>	290±4,24 <sup>Ac</sup>
	% 20	93±1,41 <sup>Ab</sup>	80±1,41 <sup>Ac</sup>	82±1,41 <sup>Ac</sup>	365±5,65 <sup>Ab</sup>	399±2,82 <sup>Bc</sup>	428±2,82 <sup>Ab</sup>
	% 30	78±2,82 <sup>Ac</sup>	63±2,82 <sup>Ad</sup>	55±1,41 <sup>Ad</sup>	473±2,82 <sup>Aa</sup>	609±5,65 <sup>Aa</sup>	597±7,07 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.17. Bisküvilik un örneklerinin ekstensograf analizi enerji ve oran değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Enerji (cm <sup>2</sup> )			Oran (BU/mm)		
		45.dk	90.dk	135.dk	45.dk	90.dk	135.dk
		Yalın	KU <sup>(1)</sup>	40±1,41 <sup>Aa</sup>	34±2,82 <sup>Ab</sup>	28±2,82 <sup>Ab</sup>	1,4±0,14 <sup>Ac</sup>
	% 10	47±4,24 <sup>Aa</sup>	42±2,82 <sup>Aab</sup>	41±1,41 <sup>Aa</sup>	2,0±0,12 <sup>Ac</sup>	2,6±0,18 <sup>Ac</sup>	2,7±0,18 <sup>Ac</sup>
	% 20	45±1,41 <sup>Aa</sup>	47±4,24 <sup>Aa</sup>	42±2,82 <sup>Aa</sup>	4,0±0,18 <sup>Ab</sup>	5,7±0,21 <sup>Ab</sup>	4,5±0,25 <sup>Ab</sup>
	% 30	43±2,82 <sup>Aa</sup>	47±1,41 <sup>Aa</sup>	41±2,82 <sup>Aa</sup>	7,3±0,22 <sup>Aa</sup>	10,2±0,28 <sup>Aa</sup>	10,2±0,45 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	40±1,41 <sup>Ab</sup>	34±2,82 <sup>Ab</sup>	28±2,82 <sup>Ab</sup>	1,4±0,14 <sup>Ad</sup>	1,4±0,11 <sup>Ad</sup>	1,3±0,08 <sup>Ad</sup>
	% 10	53±2,82 <sup>Aa</sup>	46±2,82 <sup>Aa</sup>	44±4,24 <sup>Aa</sup>	2,2±0,15 <sup>Ac</sup>	2,9±0,15 <sup>Ac</sup>	2,7±0,19 <sup>Ac</sup>
	% 20	49±2,82 <sup>Aab</sup>	44±1,41 <sup>Aab</sup>	46±5,65 <sup>Aa</sup>	3,9±0,25 <sup>Ab</sup>	4,9±0,18 <sup>Ab</sup>	5,2±0,18 <sup>Ab</sup>
	% 30	51±4,24 <sup>Aab</sup>	49±2,82 <sup>Aa</sup>	42±1,41 <sup>Aab</sup>	6,1±0,21 <sup>Ba</sup>	9,7±0,24 <sup>Aa</sup>	10,8±0,33 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Yapılan istatistiksel analizde, uzayabilirlik değerinde aynı çeşit içinde ilave oranı arttıkça anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Aynı ilave oranlarında çeşitler arasında 90. dk ve 135. dk'da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamış ( $p>0,05$ ), ancak 45. dk'da %30 oranında ilave edilen un örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır

( $p < 0,05$ ). Kontrol ununa aynı çeşit içinde ilave oranı arttıkça maksimum direnç değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). 45. dk'da %10 ilave oranında, 90.dk'da %10 ve %20 ilave oranlarında ve 135.dk'da %20 ilave oranında çeşitler arasında maksimum direnç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır ( $p < 0,05$ ) (Çizelge 3.16). Diğer taraftan, çeşitler içinde ilave oranları arasında enerji ve oran değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Aynı ilave oranlarında arpa çeşitleri arasında, enerji değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık çıkmamış ( $p > 0,05$ ) ve bu açıdan örnekler aynı gruba dahil olmuştur (Çizelge 3.17).

Doğan ve Uğur (2005), Van ve çevresinde yetiştirilen 10 adet buğday çeşit ve hatlarını kullanarak bisküvi yapmışlardır. Buğday unlarında ekstensograf analizinde 45. dk, 90. dk ve 135. dk'da sırasıyla direnci 130-325 EU, 140-400 EU ve 140-330 EU, maksimum direnci 130-460 EU, 140-550 EU ve 140-580 EU, uzama kabiliyetini 85-207 mm, 92-210 mm ve 105-241 mm ve enerji değerini 27,0-93,0 cm<sup>2</sup>, 27,0-98,3 cm<sup>2</sup> ve 30,9-101,8 cm<sup>2</sup> arasında ölçmüşlerdir.

Sertakan (2006), bisküvilik yumuşak buğday ununa %0 (kontrol), %25, %50, %75 ve %100 oranlarında tritikale unu ilave ederek bisküvi yapmış ve un örneklerinin ekstensograf analizinde kontrol ununda 90. dk ve 135. dk'da grafikler çizilememiştir. Diğer taraftan %25 tritikale unu ilave edilen örnekte 45. dk ve 90. dk'da veri elde edilirken 135. dk grafik eğrisi elde edilememiştir. Bunun nedeninin, gecikmeli sedimentasyon değerinin normal sedimentasyon değerinin çok altında olması nedeniyle proteolitik aktivitesinin çok yüksek olması ve buna bağlı olarak gluten proteinlerinin son derece zayıf olmasından ileri geldiği belirtilmiştir.

Can (2015), portakal kabuğu tozunu %1, %3, %5 ve %7 oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave etmiştir. Hamurların ekstensograf analizinde, direnç değerinin önemli bir değişime uğramadığını, hamurun enerji değeri ve uzama kabiliyetinin genel olarak azaldığını saptamıştır.

Doğan ve Meral (2016), uşkun (*Rheum ribes*) bitkisini %0,5, %1 ve %2 oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave etmiş, kontrol örneğiyle birlikte uşkun bitkisini içeren örneklerin 45.dk, 90.dk ve 135.dk'da sırasıyla enerji değerini 44,50-59,00 cm<sup>2</sup>, 46,50-63,50 cm<sup>2</sup> ve 47,50-59,50 cm<sup>2</sup>, uzama kabiliyetini 90,50-127,50 mm, 79,00-107,00 mm ve 76,50-110,00 mm, maksimum direnci ise 228,50-484,00 BU, 300,50-635,00 BU ve 303,00-619,50 BU arasında ölçmüşlerdir.

Tez kapsamında farinograf ve ekstensograf analizleri ile ilgili olarak elde edilen veriler Doğan ve Uğur (2005), Sertakan (2006) ve Can (2015)'in verilerine benzerlik göstermektedir.

### 3.4.5 Mikro Visko-Amilograf Analizi Sonuçları

Bisküvilik un örneklerinin Mikro Visko-Amilograf'ta elde edilen jelatinizasyon özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 3.18 ve Çizelge 3.19'da verilmiştir. Çizelgelerden görüldüğü üzere, un örneklerinin jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı 58,1-62,6 °C, jelatinizasyon bitiş sıcaklığı 86,7-89,3 °C, pik viskozite değeri 763-2348 mPas, incelme sonrası viskozitesi 458-1173 mPas, son viskozitesi 1104-1845 mPas, kırılma viskozitesi 305-1175 mPas ve katılaşma viskozitesi 541-673 mPas arasında değişmiştir. Ek-4'de un örneklerinin mikro visko-amilograf grafikleri verilmiştir.

Yalın çeşidinin ilave oranı arttıkça pik viskozite, incelme sonrası viskozite, son viskozite ve kırılma viskozitesi değerlerinde artış meydana gelmiş, Özen çeşidinde ise söz konusu değerlerde düzenli bir artış ya da azalma saptanamamıştır.

Yapılan istatistiksel analizde, Yalın ve Özen çeşitlerinin farklı ilave oranları arasında jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı bakımından anlamlı bir farklılık çıkmamışken ( $p>0,05$ ), aynı ilave oranlarında çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Hem arpa çeşitlerinin kendi aralarında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında jelatinizasyon bitiş sıcaklıklarında anlamlı bir farklılık çıkmamıştır ve bu açıdan örnekler aynı gruba dahil olmuştur ( $p>0,05$ ) (Çizelge 3.18).

Pik viskozitesi, incelme sonrası viskozite, son viskozite, kırılma viskozitesi ve katılaşma viskozitesi değerlerinde aynı çeşit içinde ilave oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiş ( $p<0,05$ ) olup katılaşma viskozitesi haricinde tüm viskozite değerlerinde de aynı ilave oranlarında çeşitler arası farklılıklar saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Katılaşma viskozitesinde ise %10 ve %30 oranlarında kavuzsuz tam arpa unu ilave edilen un karışımlarının aynı ilave oranında çeşitler arasında istatistiksel açıdan farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0,05$ ) (Çizelge 3.19).

Çizelge 3.18. Bisküvilik un örneklerinde Micro-Visco-Amylograph cihazı ile belirlenen jelatinizasyon başlangıç ve bitiş sıcaklık değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı (°C)	Jelatinizasyon Bitiş Sıcaklığı (°C)
-------------	--------------------------	---	-------------------------------------

Yalın	KU <sup>(1)</sup>	61,2±0,42 <sup>Aa</sup>	88,2±0,70 <sup>Aa</sup>
	% 10	62,2±0,84 <sup>Aa</sup>	87,8±0,84 <sup>Aa</sup>
	% 20	62,6±0,70 <sup>Aa</sup>	88,6±0,56 <sup>Aa</sup>
	% 30	62,4±0,56 <sup>Ba</sup>	88,0±0,70 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	61,2±0,42 <sup>Aa</sup>	88,2±0,70 <sup>Aa</sup>
	% 10	59,0±0,42 <sup>Bb</sup>	88,8±0,56 <sup>Aa</sup>
	% 20	58,1±0,28 <sup>Bb</sup>	86,7±0,42 <sup>Aa</sup>
	% 30	58,5±1,41 <sup>Bb</sup>	89,3±0,98 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.19. Bisküvilik un örneklerinde Micro-Visco-Amylograph cihazı ile belirlenen viskozite değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Pik Viskozite (mPas)	İncelme Sonrası Viskozite (mPas)	Son Viskozite (mPas)	Kırılma Viskozitesi (mPas)	Katılma Viskozitesi (mPas)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	854±4,24 <sup>Ad</sup>	527±4,24 <sup>Ad</sup>	1104±8,48 <sup>Ad</sup>	326±1,41 <sup>Ad</sup>	577±2,82 <sup>Ac</sup>
	% 10	929±5,65 <sup>Bc</sup>	591±1,41 <sup>Bc</sup>	1191±7,07 <sup>Bc</sup>	339±4,24 <sup>Bc</sup>	601±1,41 <sup>Bb</sup>
	% 20	1034±9,89 <sup>Bb</sup>	665±7,07 <sup>Bb</sup>	1314±5,65 <sup>Bb</sup>	369±1,41 <sup>Bb</sup>	649±4,24 <sup>Aa</sup>
	% 30	1261±8,48 <sup>Aa</sup>	860±8,48 <sup>Aa</sup>	1401±9,89 <sup>Aa</sup>	401±2,82 <sup>Aa</sup>	541±2,82 <sup>Bd</sup>
Özen	KU	854±4,24 <sup>Ac</sup>	527±4,24 <sup>Ac</sup>	1104±8,48 <sup>Ac</sup>	326±1,41 <sup>Ac</sup>	577±2,82 <sup>Ac</sup>
	% 10	984±7,07 <sup>Ab</sup>	613±5,65 <sup>Ab</sup>	1241±4,24 <sup>Ab</sup>	371±2,82 <sup>Ab</sup>	628±5,65 <sup>Ab</sup>
	% 20	2348±14,14 <sup>Aa</sup>	1173±9,89 <sup>Aa</sup>	1845±7,07 <sup>Aa</sup>	1175±8,48 <sup>Aa</sup>	673±7,07 <sup>Aa</sup>
	% 30	763±2,82 <sup>Bd</sup>	458±1,41 <sup>Bd</sup>	1122±2,82 <sup>Bc</sup>	305±2,82 <sup>Bd</sup>	664±4,24 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Bisküvi yapımında kullanılacak buğdayların yumuşak ve nişasta oranlarının yüksek buna karşılık protein miktarı ve zedelenmiş nişasta oranlarının ise düşük olması gerektiği belirtilmiştir. Bisküvi unlarında zedelenmiş nişasta ve protein miktarı su absorpsiyonu üzerinde etkilidir (Bilgiçli ve Soylu, 2016).

Sharma, Bajwa ve Nagi (1999), buğday ununa 5 farklı miktarda (50, 100, 150, 200 ve 250 g/kg) bürölce unu ilave etmişler; bürölce unu ilavesinin beyaz un ekmeği, chapati ekmeği, bisküvi ve keklerin pişirme ve duyuşal özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Kontrol unuyla birlikte un örneklerinin jeletinleşme sıcaklığını 56,0-61,5 °C, pik viskozitesini 340-760 BU, pik viskozite sıcaklığını 81,0-95,0 °C, 95 °C’de başlama viskozitesini 280-700 BU, 95 °C’de 15 dk sonunda viskozitesini 240-650 BU ve 50 °C’de soğuma viskozitesini 510-1280 BU arasında

ölçmüşlerdir. Börülce unu ilave oranı arttıkça viskozite değerleri azalmış, ancak sıcaklık değerlerinde düzenli bir azalma ya da artış gözlenmemiştir.

Brennan ve Samyue (2004), diyet lifi ilavesinin bisküvi dokusu, pişirme özellikleri ve in vitro bozulma sonrası şeker salınımını araştırmışlardır. RVA analizi sonucu; kontrol örneğinin pik viskozitesini 131,80 CU, son viskozitesini 117,00 CU ve katılma viskozitesini 74,20 CU olarak ölçmüşlerdir. Çalışmada %2,5, %5 ve %10 oranında dirençli nişasta, inülin, patates lifi ve  $\beta$ -glukanla zenginleştirilen un örneklerinin sırasıyla pik viskozitesini 96,72-129,56 CU, 84,53-127,75 CU, 130,69-149,92 CU ve 111,11-119,86 CU; son viskozitesini 95,80-117,06 CU, 91,03-118,50 CU, 127,81-156,50 CU ve 78,41-101,75 CU; katılma viskozitesini 64,70-73,75 CU, 62,06-74,19 CU, 79,92-96,86 CU ve 51,22-66,58 CU arasında ölçmüşlerdir.

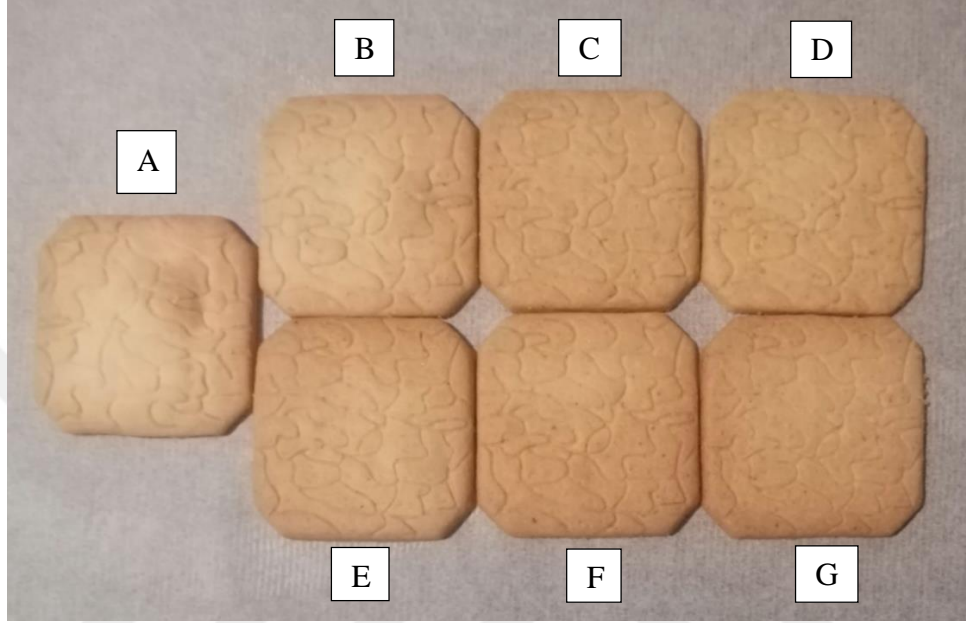
Sharma ve Gujral (2014b) yaptığı çalışmada; buğday ununda arpa unu oranı arttıkça pik viskozite, son viskozite ve kırılma viskozitesi değerlerinde oransal bir artış belirlemiş ve bunun sebebinin çözümlü liflerden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Tez çalışmasında da kontrol ununa tam arpa unu ilavesiyle viskozite değerlerinde artış meydana gelmiş olup Sharma ve Gujral (2014b)'ın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Akesowan (2016), konjak ununun süt proteini konsantrasyonunun köpürme özelliklerine ve glutensiz bisküvilerin kalite özelliklerine etkisini araştırmıştır. Pirinç ununa %0, %0,25 ve %0,4 konjak unu ilave ederek glutensiz kurabiye yapmıştır. Çalışmasında buğday unu (kontrol) ve pirinç ununun sırasıyla jelleşme sıcaklığını 85,60 °C ve 83,88 °C, pik viskozitesini 224,8 RVU ve 208,2 RVU, sıcak jelleşme viskozitesini 201,3 RVU ve 197,0 RVU, son viskozitesini 244,3 RVU ve 237,2 RVU, kırılma viskozitesini 25,0 RVU ve 10,3 RVU ve katılma viskozitesini 44,0 RVU ve 40,2 RVU olarak belirlemiştir.

Doğan ve Meral (2016), uşkun (*Rheum ribes*) bitkisini %0,5, %1 ve %2 oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave etmiş, kontrol örneğiyle birlikte un örneklerinin pik viskozitesini 1190,67-1241,33 cP, incelleme sonrası viskozitesini 716,00-737,00 cP, pik viskozite süresini 5,93-6,04 dk, jelatinizasyon sıcaklığını 87,70-89,08 °C, incelleme viskozitesini 438,33-503,67 cP, katılma viskozitesini 412,67-442,22 ve son viskoziteyi 1130,67-1205,00 cP arasındaki değerlerde ölçmüşler, uşkun bitkisi ilave oranı arttıkça jelatinizasyon sıcaklığı, katılma viskozitesi ve son viskozitenin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

### 3.5 Bisküvi Örneklerinin Analiz Sonuçları

Bisküvi üretim denemeleri buğday ununa %10, %20 ve %30 olmak üzere üç farklı oranda Yalın ve Özen çeşidi kavuzsuz tam arpa unu ilave edilerek yapılmıştır. Kontrol bisküvisi olarak, %100 bisküvilik buğday unundan yapılan bisküvi kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa unu ilave edilen bisküvi örnekleri

A: %100 bisküvilik buğday unu içeren bisküvi, B: %10 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren bisküvi, C: %20 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren bisküvi, D: %30 oranında Yalın kavuzsuz arpa unu içeren bisküvi, E: %10 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren bisküvi, F: %20 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren bisküvi, G: %30 oranında Özen kavuzsuz arpa unu içeren bisküvi

#### 3.5.1 Renk Analizi Sonuçları

Bisküvi örneklerinin alt ve üst yüzeylerine ait L\* (parlaklık), a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) renk analizi değerleri Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere, bisküvi örneklerinin alt yüzeylerinin en yüksek ve en düşük olmak üzere sırasıyla L\* değeri 61,83 (kontrol bisküvisi) ve 55,79 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi), a\* değeri 15,76 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 13,80 (kontrol bisküvisi) ve b\* değeri 34,48 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 32,75 (%30 kontrol bisküvisi) arasında ölçülmüştür. Bisküvi örneklerinin üst yüzeylerinin en yüksek ve en düşük olmak üzere sırasıyla L\* değeri 67,65 (kontrol bisküvisi) ve 62,11 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi), a\* değeri 12,71 (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 9,61 (kontrol bisküvisi), b\* değeri 31,38 (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 30,71 (kontrol bisküvisi) arasında değişmiştir.

Çizelge 3.20. Bisküvi örneklerinin alt yüzeylerinin renk değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	L*	a*	b*
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	61,83±1,33 <sup>Aa</sup>	13,80±0,32 <sup>Aa</sup>	32,75±0,62 <sup>Aa</sup>
	%10	61,71±0,11 <sup>Aa</sup>	13,81±0,43 <sup>Aa</sup>	32,79±0,77 <sup>Aa</sup>
	%20	61,18±1,21 <sup>Aa</sup>	14,01±0,43 <sup>Aa</sup>	33,37±0,42 <sup>Aa</sup>
	%30	59,96±0,09 <sup>Aa</sup>	14,39±0,07 <sup>Ba</sup>	34,42±1,42 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	61,83±1,33 <sup>Aa</sup>	13,80±0,32 <sup>Ab</sup>	32,75±0,62 <sup>Ab</sup>
	%10	59,53±0,72 <sup>Bab</sup>	14,16±0,78 <sup>Ab</sup>	32,76±0,64 <sup>Ab</sup>
	%20	57,60±0,04 <sup>Bbc</sup>	14,81±0,50 <sup>Aab</sup>	33,55±0,34 <sup>Aab</sup>
	%30	55,79±1,87 <sup>Bc</sup>	15,76±0,49 <sup>Aa</sup>	34,48±0,45 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.21. Bisküvi örneklerinin üst yüzeylerinin renk değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	L*	a*	b*
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	67,65±2,10 <sup>Aa</sup>	9,61±0,42 <sup>Aa</sup>	30,71±0,21 <sup>Aa</sup>
	%10	66,94±0,18 <sup>Aa</sup>	9,84±0,47 <sup>Aa</sup>	30,88±1,32 <sup>Aa</sup>
	%20	66,23±1,91 <sup>Aa</sup>	10,22±0,70 <sup>Aa</sup>	31,16±0,37 <sup>Aa</sup>
	%30	65,49±1,12 <sup>Aa</sup>	11,13±1,08 <sup>Aa</sup>	31,38±0,44 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	67,65±2,10 <sup>Aa</sup>	9,61±0,42 <sup>Ab</sup>	30,71±0,21 <sup>Aa</sup>
	%10	66,85±0,24 <sup>Aa</sup>	9,88±0,37 <sup>Ab</sup>	30,76±0,22 <sup>Aa</sup>
	%20	64,27±3,96 <sup>Aa</sup>	10,51±1,10 <sup>Ab</sup>	30,84±0,77 <sup>Aa</sup>
	%30	62,11±1,87 <sup>Aa</sup>	12,71±0,28 <sup>Aa</sup>	30,88±0,28 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Özen tam arpa ununu %30 oranında içeren bisküvinin hem çeşit içinde hem de Yalın çeşidine göre daha koyuk renkte olduğu belirlenmiştir. Ayrıca renk kararması nedeniyle %20 ve %30 oranlarında Özen çeşidini içeren bisküvi örnekleri sırasıyla 2 dk ve 4 dk erken çıkarılmış ve toplamda 8 dk ve 6 dk pişirilmiştir.

Bisküvi örneklerinin alt ve üst yüzey renklerinde kavuzsuz arpa unu ilave oranı arttıkça her iki çeşitte de L\* değerinde azalma, a\* ve b\* değerlerinde artış belirlenmiştir. Tanede yapılan renk analizlerinde L\* ve b\* değerleri Yalın çeşidinde, a\* değeri ise Özen çeşidinde yüksek bulunmuştur. Bu durum bisküvilerin alt yüzeylerinin L\* ve a\* değerleri; üst yüzeylerinin ise L\*, a\* ve b\* değerleri ile paralellik göstermektedir.



Yapılan istatistiksel analizde, bisküvi örneklerinin alt yüzeylerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde, aynı çeşit içinde ilave oranları arasında Yalın çeşidinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmazken ( $p>0,05$ ) Özen çeşidinde önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Bisküvilerin alt yüzeylerinde  $L^*$  değerinde, üç ilave oranında da çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Ayrıca bisküvilerin aynı ilave oranında çeşitler arasında  $b^*$  değerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık görülmezken ( $p>0,05$ ),  $a^*$  değerinde %30 ilave oranında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Bisküvilerin üst yüzeylerinin  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinde ise hem aynı çeşit içinde ilave oranları hemde aynı ilave oranında çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ( $p<0,05$ ).  $a^*$  değerinde ise aynı çeşit içinde ilave oranları arasında Yalın çeşidinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar belirlenmemiş ( $p>0,05$ ), Özen çeşidinde ise anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Ayrıca  $a^*$  değerinin aynı ilave oranları arasında çeşitler arasında istatistiksel açıdan farklılıklar tespit edilememiştir (Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21).

Bisküvi örneklerinin renk değerleri arasında meydana gelen farklılıkların üretiminde kullanılan un karışımlarının kül, nişasta, protein, serbest şeker ve fenolik madde gibi kimyasal bileşenlerindeki farklılıklar yanında üretim prosesindeki küçük farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Doğan ve Uğur (2005), 10 adet buğday çeşit ve hattını kullanarak bisküvi yapmışlar ve bisküvilerin  $L^*$  değerinin 64-71,  $a^*$  değerinin 2,0-7,5 ve  $b^*$  değerinin 20,0-25,5 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Gupta vd. (2011), buğday ununa %10, %20, %30 ve %40 oranında arpa unu ilave ederek bisküvi yapmışlar ve formülasyonda arpa unu oranı arttıkça bisküvilerin renginin soluk kremden altın kahverengiye döndüğünü saptamışlardır.

Karaduman (2013), seçilmiş yumuşak ekmeçlik buğday hatlarında bisküvilik kalite özelliklerini araştırmıştır. Renk analizinde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini sırasıyla, kuru koşullarda ekim yapılan örneklerde 55,9-63,2, 11,7-15,0 ve 32,1-36,0 arasında, sulu koşullarda ekim yapılan örneklerde ise 57,7-70,6, 4,6-14,2 ve 31,1-38,7 arasında belirlemiştir.

Sharma ve Gujral (2014b), kontrol olarak buğday unu kullanmış ve buğday ununa %25, %50, %75, %100 oranlarında tam tane arpa unu ilave ederek bisküvi yapmışlardır. Bisküvi örneklerinin yüzeyinde  $L^*$  değerini 60,7-68,7,  $a^*$  değerini 6,1-9,6 ve  $b^*$  değerini 18,0-23,4

arasında belirlemişler ve pişirme işleminin bisküvilerin L\* değerinde önemli bir azalmaya yol açtığını, a\* ve b\* değerlerinde de azalma gözlemlendiğini açıklamışlardır.

Demir (2015), bisküvi ununa farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) tam buğday unu ilave edilerek bisküvi yapmış ve bisküvi örneklerinin L\* değerini 65,66-72,28, a\* değerini 7,10-8,97 ve b\* değerini 24,64-28,46 arasında bulmuştur.

Tok (2017), tahıl ve baklagil tanelerini (buğday, çavdar ve yeşil mercimek) farklı sürelerde çimlendirerek kurutmuş ve un haline getirmiştir. Bu unları %0, %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununa ilave ederek ekmek ve bisküvi üretmiştir. Çalışmasında bisküvilerin L\* değerini 60,73-71,42, a\* değerini 3,81-9,11 ve b\* değerini 24,97-28,13 arasında ölçmüştür.

Özer (2019), iki farklı çeşit (Bayraktar 2000 ve Çetinel 2000) buğday ununa %0, %25, %50, %75 ve %100 oranlarında Yalın ve Özen kavuzsuz tam arpa unu ilave ederek bisküvi üretimi yapmıştır. Bayraktar 2000 ununa Yalın ve Özen çeşitlerini farklı oranlarda ilave ederek yaptığı bisküvilerin sırasıyla L\* değerini 62,11-71,95 ve 61,28-71,95, a\* değerini 3,67-4,34 ve 3,67-4,83 ve b\* değerini 16,25-18,86 ve 16,69-18,86; Çetinel 2000 ununa Yalın ve Özen çeşitlerini farklı oranlarda ilave ederek yaptığı bisküvilerin ise L\* değerini 61,76-70,74 ve 61,28-70,74, a\* değerini 3,91-4,50 ve 3,91-4,83, b\* değerini 16,25-19,00 ve 16,82-19,00 arasında ölçmüştür.

Erinç (2020), kinoa kepeklerini 5 farklı boyutta öğütmüş ve buğday ununa %25 oranında ilave ederek bisküvi yapmıştır. Kontrol ile birlikte toplam 6 bisküvi örneğinin L\* değerini 60-67, a\* değerini 4,9-6,3 ve b\* değerini 28,0-31,5 arasında belirlemiştir.

Tez kapsamında elde edilen bisküvi alt ve üst yüzeylerinin renk değerleri Gupta vd. (2011) ve Karaduman (2013)'ün çalışmalarında yaptıkları bisküvilerin renk değerleri ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda elde edilen veriler Doğan ve Uğur (2005), Sharma ve Gujral (2014b), Demir (2015), Özer (2019) ve Erinç (2020) çalışmalarında yer alan L\* değerleri ile benzerlik gösterirken a\* ve b\* değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Söz konusu farklılıkların bisküvi yapımında kullanılan unlar ve/veya un karışımlarının ekstraksiyon oranları ve kimyasal bileşimlerindeki farklılıklar, un haricinde formülasyonda yer alan girdilerin (şeker vb.) miktarındaki farklılıklar ile pişirme koşullarından kaynaklandığı ileri sürülebilir.

### 3.5.2 Ağırlık, Kalınlık, Genişlik, Uzunluk, Nem ve pH Değerleri ile Toplam Fenolik Madde İçeriği

Tez kapsamında, Yalın ve Özen çeşidi kavuzsuz tam arpa unu ilave edilerek üretilen bisküvi örneklerinin ağırlık, beş bisküvi kalınlığı, genişlik ve uzunluk değerleri Çizelge 3.22’de; nem, pH ve toplam fenolik madde değerleri Çizelge 3.23’de verilmiştir. Çizelgelerden görüldüğü üzere bisküvi örneklerinin en yüksek ve en düşük ağırlık değerleri 13,05 g (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 11,65 g (%20 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvi), kalınlıkları 35,66 mm (kontrol bisküvisi) ve 27,20 mm (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi), genişlikleri 57,65 mm (%20 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 56,83 mm (%30 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi), uzunlukları 61,58 mm (%10 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 59,04 mm (%20 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi), nem oranları %5,79 (%20 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvi) ve %1,77 (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvi), pH değerleri 6,28 (kontrol bisküvisi) ve 6,06 (%20 oranında Yalın ve %30 Özen tam arpa ununu içeren bisküvi) ve fenolik madde miktarları 468,57 mg GAE/kg (%30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvi) ve 289,99 mg GAE/kg (kontrol bisküvisi) arasında değişmiştir.

Bisküvi formülasyonunda Özen çeşidinin ilave oranı arttıkça bisküvi örneklerinin ağırlık ve kalınlık değerleri azalma göstermiştir. Genişlik, uzunluk, nem ve pH değerlerinde ise gerek Özen çeşidinin gerekse Yalın çeşidinin ilave oranlarındaki artışa bağlı olarak düzensiz değişimler meydana gelmiştir. Yalın çeşidinin %10 ve %20 oranlarında ilave edildiği bisküvilerde kontrol örneğine göre ağırlık değerlerinde azalma gözlenirken, %30 oranında ilavesinde tüm örnekler arasında en yüksek değer elde edilmiştir. Beş bisküvi üst üste konularak bisküvilerin kalınlığı ölçülmüş ve en yüksek değer kontrol unundan yapılan bisküvide tespit edilmiştir. Kavuzsuz tam arpa unu ilavesi bisküvi örneklerinin kalınlık değerlerinde azalmaya yol açmıştır.

Çizelge 3.22. Bisküvi örneklerinin ağırlık, kalınlık, genişlik ve uzunluk değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Ağırlık (g)	Kalınlık (mm) <sup>(1)</sup>	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)
Yalın	KU <sup>(2)</sup>	12,79±1,28 <sup>Aa</sup>	35,66±0,23 <sup>Aa</sup>	56,86±0,10 <sup>Ac</sup>	60,85±0,08 <sup>Ab</sup>
	%10	11,80±0,54 <sup>Aa</sup>	31,42±0,31 <sup>Ab</sup>	57,64±0,04 <sup>Aa</sup>	61,58±0,07 <sup>Aa</sup>
	%20	11,65±0,16 <sup>Aa</sup>	28,33±0,30 <sup>Bc</sup>	57,65±0,08 <sup>Aa</sup>	60,57±0,09 <sup>Ab</sup>
	%30	13,05±1,46 <sup>Aa</sup>	31,06±0,20 <sup>Ab</sup>	57,31±0,07 <sup>Ab</sup>	60,05±0,08 <sup>Ac</sup>

Özen	KU	12,79±1,28 <sup>Aa</sup>	35,66±0,23 <sup>Aa</sup>	56,86±0,10 <sup>Ab</sup>	60,85±0,08 <sup>Aa</sup>
	% 10	12,87±1,86 <sup>Aa</sup>	33,58±0,82 <sup>Aab</sup>	57,09±0,10 <sup>Bab</sup>	59,83±0,06 <sup>Bc</sup>
	%20	12,75±1,69 <sup>Aa</sup>	32,47±0,24 <sup>Ab</sup>	57,29±0,03 <sup>Ba</sup>	59,04±0,07 <sup>Bd</sup>
	%30	12,39±1,42 <sup>Aa</sup>	27,20±0,64 <sup>Bc</sup>	56,83±0,14 <sup>Ab</sup>	60,27±0,06 <sup>Ab</sup>

<sup>(1)</sup>Beş bisküvi kalınlığıdır. <sup>(2)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.23. Bisküvi örneklerinin nem, pH ve fenolik madde değerleri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Nem (%)	pH	Fenolik Madde (mg GAE/kg)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	4,09±0,15 <sup>Aa</sup>	6,28±0,10 <sup>Aa</sup>	289,99±28,48 <sup>Ab</sup>
	% 10	3,22±0,14 <sup>Bb</sup>	6,22±0,15 <sup>Aa</sup>	325,70±24,08 <sup>Ab</sup>
	%20	4,08±0,11 <sup>Ba</sup>	6,06±0,21 <sup>Aa</sup>	389,99±30,29 <sup>A<sup>ab</sup></sup>
	%30	1,77±0,21 <sup>Bc</sup>	6,17±0,17 <sup>Aa</sup>	468,57±38,62 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	4,09±0,15 <sup>Ab</sup>	6,28±0,10 <sup>Aa</sup>	289,99±28,48 <sup>Ab</sup>
	% 10	5,27±0,20 <sup>Aa</sup>	6,12±0,13 <sup>Aa</sup>	311,42±26,24 <sup>Ab</sup>
	%20	5,79±0,05 <sup>Aa</sup>	6,13±0,24 <sup>Aa</sup>	368,56±20,19 <sup>A<sup>ab</sup></sup>
	%30	3,50±0,13 <sup>Ac</sup>	6,06±0,18 <sup>Aa</sup>	447,13±24,27 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Özen çeşidinin %30 oranında ilave edildiği bisküvi örneği hariç kavuzsuz tam arpa unu içeren örneklerin genişlik değerlerinde kontrol ununa göre azda olsa artış meydana gelmiştir. Uzunluk, nem ve pH değerlerinde örnekler arasındaki değişimin düzensizlik gösterdiği görülmektedir (Çizelge 3.22 ve Çizelge 3.23).

Yalın ve Özen çeşitlerinin ilave edildiği bisküvi örneklerinde en düşük nem değeri %30 ilave oranında elde edilmiştir. Kontrol bisküvisinin pH değeri diğer bisküvi örneklerinden azda olsa yüksek çıkmıştır. Fenolik madde miktarı ise bisküvi örneklerinde Yalın ve Özen tam tane arpa unu ilave oranı arttıkça düzenli bir artış göstermiştir. Yalın çeşidi tam arpa unu ilave edilen bisküvilerin fenolik madde miktarı aynı ilave oranında Özen çeşidinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak aynı ilave oranında çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmezken ( $p>0,05$ ), aynı çeşit içinde ilave oranları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar saptanmıştır ( $p<0,05$ ) (Çizelge 3.23).

Yapılan istatistiksel analizde, hem aynı çeşit içinde ilave oranları arasında hem de aynı ilave oranında çeşitler arasında ağırlık ve pH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Aynı çeşit içinde ilave oranları arasında kalınlık, genişlik, uzunluk

ve nem değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Aynı oranlarda (%20 ve %30) kavuzsuz tam arpa unu ilavesiyle yapılan bisküvi örneklerinde Yalın ve zen eşitleri arasında kalınlık değeri bakımından, %10 ve %20 oranında ilave edilen bisküvilerde çeşitler arasında genişlik ve uzunluk değerleri bakımından istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar oluşmuştur ( $p < 0,05$ ). Diğer taraftan, gerek Yalın gerekse de zen çeşidinin %30 ilave oranı ile diğer ilave oranları arasında nem değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar çıkmıştır ( $p < 0,05$ ) (izelge 3.22 ve izelge 3.23) .

Sertakan (2006), bisküvilik yumuşak buğday ununa %0 (kontrol), %25, %50, %75 ve %100 tritikale unu ilave ederek yaptığı ptibr bisküvilerinin genişliklerini 53-54 mm, kalınlıklarını 5,3-6,4 mm, uzunluklarını 62,47-66,98 mm ve ağırlıklarını 6,34-6,58 g arasında ölçmüştür.

Gupta vd. (2011), buğday ununa farklı oranlarda arpa unu (%0, %10, %20, %30 ve %40) ilavesiyle hazırladığı bisküvilerin nem değerini %8,2-8,7 ve fenolik madde miktarını 190-249  $\mu\text{l}$  GAE/g arasında bulmuşlardır. İlave oranı arttıkça nem ve fenolik madde miktarlarının artış gösterdiği saptanmıştır ( $p < 0,05$ ).

Karaduman (2013), seçilmiş yumuşak ekmeklik buğday hatlarının bisküvilik kalite özelliklerini araştırmış ve kuru koşullarda yetiştirilmiş buğday hatlarının unlarından yaptığı bisküvi örneklerinin kalınlığını 8,3-11,7 mm, kuru koşullarda yetiştirilmiş buğday hatlarının unlarından yaptığı bisküvi örneklerinin kalınlığını da 9,9-12,8 mm arasında ölçmüştür.

Can (2015), farklı oranlarda (%1, %3, %5 ve %7) portakal kabuğu tozu ilave ettiği bisküvilerde pH değerinin portakal kabuğu ilavesinden dolayı düştüğünü, kontrol bisküvisinin pH değerinin 8,21, portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvilerin ise 6,07-7,29 arasında değiştiğini, bisküvi kalınlığının kontrol örneğinde 8,41 mm iken portakal kabuğu tozu içeren bisküvilerde 6,81-7,39 mm arasında olduğunu belirlemiştir.

Sharma ve Gujral (2014b) alışmasında, fırınlama işleminin fenolik madde miktarında hamurla kıyaslandığın da bisküvilerde %19,2'ye varan bir azalmaya yol açtığını saptamıştır. Toplam fenolik içeriğini bisküvi örneklerinde 656-2154 mg GAE/kg arasında bulmuş ve arpa unu ilave oranı arttıkça fenolik madde miktarının arttığını belirtmiştir.

Demir (2015), bisküvi ununa farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) tam buğday unu ilave ederek bisküvi yapmıştır. Bisküvilerin kalınlığını 5,27-7,00 mm, nem değerini %4,25-4,86 ve toplam fenolik miktarını 713,68-1333,01 µg GAE g<sup>-1</sup> arasında ölçmüştür.

Narwal vd. (2017), buğday ununa %5-30 arasında farklı oranlarda kavuzsuz arpa unu ilave ederek yaptıkları bisküvilerde fenolik madde miktarını 63,83-163,36 µg GAE/g arasında bulmuşlar ve %100 arpa unu ile yapılan örnekte 439,83 µg GAE/g olarak ölçmüşlerdir. Kavuzsuz arpa ununun ilave oranı arttıkça bisküvi örneklerinin fenolik madde miktarlarında düzenli bir artış belirlenememiştir.

Tok (2017), tahıl ve baklagil tanelerini (buğday, çavdar ve yeşil mercimek) farklı sürelerde çimlendirerek, kurutmuş ve un haline getirmiştir. Bu unları %0, %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununa ilave ederek ekmek ve bisküvi üretmiştir. Bisküvilerin kalınlık değerlerini 7,66-8,06 mm ve nem değerlerini %2,30-5,42 arasında; toplam fenolik madde miktarlarını kontrol bisküvisinde 713,50 mg GAE/kg, çimlendirilmiş buğday unlu bisküvilerde 838,00 mg GAE/kg, çimlendirilmiş çavdar unlu bisküvilerde 904,50 mg GAE/kg ve çimlendirilmiş yeşil mercimek unlu bisküvilerde 1095,00 mg GAE/kg olarak ölçmüştür.

Özer (2019), iki farklı çeşit (Bayraktar 2000 ve Çetinel 2000) buğday ununa farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75 ve %100) Yalın ve Özen kavuzsuz tam arpa unu ilave ettiği bisküvi örneklerinde kalınlık değerini Yalın ve Özen ilaveli bisküvilerde sırasıyla Bayraktar 2000 ununda 10,87-12,38 mm ve 10,87-12,63 mm arasında, Çetinel 2000 ununda 10,54-12,38 mm ve 10,54-12,63 mm arasında ölçmüştür. Her iki unda da ilave oranı arttıkça kalınlığın arttığı belirtilmiştir. Fenolik madde miktarlarını Bayraktar 2000 ununa, Yalın ve Özen çeşitlerinin farklı oranlarda ilavesiyle yapılan bisküvilerde sırasıyla %498,68-1303,43 mg GAE/kg ve 498,68-1293,97 mg GAE/kg; Çetinel 2000 ununa Yalın ve Özen çeşitlerinin farklı oranlarda ilavesiyle yapılan bisküvilerde ise sırasıyla 522,59-1303,43 mg GAE/kg ve 522,59-1293,97 mg GAE/kg arasında ölçmüştür. Arpa unu ilave oranı arttıkça bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarının arttığını belirlemiştir.

Nem miktarı, bayatlamayı hızlandırdığından bisküvi, kraker, kek gibi ürünlerde yüksek nem düzeyi istenmeyen bir durumdur (Ergutay ve Kotancılar, 1988).

Tez çalışmasında elde edilen bisküvi örneklerine ait kalınlık değerleri Sertakan (2006)'ın çalışmasında belirlediği kalınlık değerlerine, nem değerleri Tok (2017)'un nem değerlerine ve fenolik madde miktarları da Gupta vd. (2011), Sharma ve Gujral (2014b) ve Özer

(2019)'un fenolik madde miktarlarına benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda elde edilen söz konusu veriler bazı literatür verilerinden de farklılıklar göstermektedir. Bu durumun un başta olmak üzere bisküvi formülasyonu ve üretim prosesindeki (hamur kalınlığı, pişirme sıcaklık ve süresi, pişme ortamının nem miktarı, fırın farklılığı) farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

### 3.5.3 Sertlik ve Kırılma Değerleri

Bisküvi örneklerinin tekstür analizi sertlik ve kırılma değerleri Çizelge 3.24'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere sertlik değeri en yüksek %10 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvide (2774,45 g) ve en düşük %30 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvide (1571,95 g), kırılma değeri ise en yüksek %10 oranında Özen tam arpa ununu içeren bisküvide (38,06 mm) ve en düşük %20 oranında Yalın tam arpa ununu içeren bisküvide (37,08 mm) ölçülmüştür.

Çizelge 3.24. Bisküvi örneklerinin tekstür analizi sertlik ve kırılma değeri

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Sertlik (g)	Kırılma (mm)
Yalın	KU <sup>(1)</sup>	2049,87±181,25 <sup>Aa</sup>	37,76±0,50 <sup>Aa</sup>
	% 10	2774,45±882,33 <sup>Aa</sup>	37,83±0,64 <sup>Aa</sup>
	% 20	1575,47±240,00 <sup>Aa</sup>	37,08±0,51 <sup>Aa</sup>
	% 30	1571,95±361,68 <sup>Ba</sup>	37,29±0,75 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	2049,87±181,25 <sup>Aa</sup>	37,76±0,50 <sup>Aa</sup>
	% 10	2421,91±602,19 <sup>Aa</sup>	38,06±1,17 <sup>Aa</sup>
	% 20	2350,11±841,87 <sup>Aa</sup>	37,34±0,69 <sup>Aa</sup>
	% 30	2761,29±313,87 <sup>Aa</sup>	37,55±0,23 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ).

%10 oranında Yalın tam arpa unu ilave edilen bisküvinin sertlik değeri en yüksek çıkmış, ancak %20 ve %30 oranında bisküvilerde daha düşük sertlik değerleri belirlenmiştir. Sertlik değeri Özen çeşidini içeren bisküvilerde kontrol bisküvisine göre daha yüksek ölçülmüş ancak ilave oranı arttıkça düzenli bir artış ya da azalma saptanamamıştır.

Yapılan istatistiksel analizde, bisküvi örneklerinin farklı ilave oranları arasında sertlik değerleri bakımından önemli bir farklılık çıkmamışken ( $p > 0,05$ ), %30 oranında ilave oranında çeşitler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuş ( $p < 0,05$ ) ve Özen çeşidinin

sertlik değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Kırılđanlık değerinde ise her iki arpa çeşidinde de ilave oranı arttıka düzenli bir artış ya da azalma görülmemiş ve değerler birbirine yakın çıkmıştır. Bu nedenle kırılđanlık değerlerinde hem çeşit içinde ilave oranları arasında hem de aynı ilave oranında çeşitler arasında istatikselsel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiş ve bu açıdan örnekler aynı gruba dahil olmuştur ( $p>0,05$ ) (izelge 3.24).

Karaduman (2013), bisküvilerin kırılma kuvvetini, kuru koşullarda yetiştirdiği buğday unundan yaptığı bisküvi örneklerinde 2188,0-4790,7 gram-kuvvet ve sulu koşullarda yetiştirdiği buğday unundan yaptığı bisküvi örneklerinde 1786,3-4750,3 gram-kuvvet arasında ölçmüştür. Yapılan bu çalışmada, kırılma kuvvetlerinin yakın bulunması yetiştirme koşullarının söz konusu kriter üzerinde etkili olmadığını göstermektedir. Bu sonuç, tez kapsamında materyal olarak kullanılan ve yazlık olarak ekilen zen kavuzsuz arpa çeşidi ile alternatif (hem yazlık hem de kılık) olarak ekilen Yalın eidinin unlarından yapılan bisküvilerin kırılđanlık değerleri arasında istatikselsel olarak farklılık görülmemesini desteklemektedir.

Demir (2015), bisküvilik buğday ununa farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) tam buğday unu ilave ederek yaptığı bisküvilerin sertlik değerlerini 44,01-59,38 N arasında bulmuş ve ilave oranı arttıka sertlik değerinin arttığını saptamıştır.

Doğan ve Meral (2016), ukun (*Rheum ribes*) bitkisini farklı olanlarda (%0, %0,5, %1 ve %2) ilave ederek yaptığı bisküvilerin sertlik değerlerini 30,74-35,80 N ve kırılđanlık değerlerini 4,90-5,25 mm arasında ölçmüştür ve ukun ilavesinin bisküvi sertliği ve kırılđanlıęı üzerinde etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Tok (2017), imlendirip kurularak un haline getirdiği tahıl ve baklagilleri (buğday, avdar ve yeşil mercimek) farklı oranlarda (%0, %5, %10 ve %15) buğday ununa ilave ederek yaptığı bisküvilerin sertlik değerlerini 2240,12-4241,42 g ve kırılđanlık değerlerini 38,98-40,91 g arasında ölçmüştür.

Özer (2019), iki farklı çeşit (Bayraktar 2000 ve etinel 2000) buğday ununa farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75 ve %100) Yalın ve zen kavuzsuz tam arpa unu ilave ederek bisküvi yapmıştır. Bayraktar 2000 ununa Yalın arpa unu ilavesiyle yapılan bisküvilerde kırılđanlık ve sertlik değerlerini sırasıyla 41,62-42,86 mm ve 19,22-30,45 N ve zen arpa unu ilavesiyle yapılan bisküvilerde 41,62-43,06 mm ve 19,22-28,28 N arasında ölçmüştür. etinel 2000 ununa Yalın arpa unu ilavesiyle yapılan bisküvilerde kırılđanlık ve sertlik değerlerini



sırasıyla 40,48-42,86 mm ve 20,64-30,45 N, Özen arpa unu ilavesiyle yapılan bisküvilerde ise 40,48-42,51 mm ve 20,64-28,28 N arasında belirlemiştir.

Masatcıoğlu, Kavrak, Türkmen, Dursun ve Güler (2020), peynir altı suyunu bazı tahıl ürünlerinde kullanarak kalite özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada sertlik değerini kontrol bisküvisinde 2589,60 g ve peynir altı suyu ilaveli bisküvide 2335,06 g; kırılgenlik değerini kontrol bisküvisinde 42,17 mm ve peynir altı suyu ilaveli bisküvide 41,90 mm olarak ölçmüşlerdir.

Erinç (2020), kinoa kepeklerini 5 farklı boyutta öğütmüş ve buğday ununa %25 oranında ilave ederek bisküvi yapmıştır. Bisküvilerin sertlik değerini 2781,06-4720,23 g ve kırılgenlik değerini 1,37-2,05 mm arasında belirlemiştir. Tez kapsamında kontrol örneğine göre Özen çeşidi ilaveli bisküvilerin sertlik değerlerinde belirlediğimiz artış, Demir (2015) ve Özer (2019)' in çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

### 3.5.4 Duyusal Analiz Sonuçları

Bisküvi örneklerinin 5 panelist tarafından 5 puan üzerinden değerlendirilen görsel özelliklerine ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 3.25 ve tadım özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 3.26'de verilmiştir. Bisküvi örneklerinde sırasıyla en yüksek ve en düşük puanlar görünümde kontrol bisküvisi ile %10 oranında Özen (4,2) ve %30 oranında Özen (2,8); bisküvi renginde kontrol bisküvisi ile %10 oranında Özen (4,6) ve %30 oranında Özen (2,6); parlaklık-matlık değerinde kontrol bisküvisi ile %10 oranında Yalın (4,2) ve %30 oranında Yalın (2,8); bisküvi iç renginde kontrol bisküvisi (4,8) ve %30 oranında Özen (3,2); kabuk-iç renk farkında %10 oranında Yalın (4,4) ve %30 oranında Özen (3,4), sıkı yapı-gözenek dağılımında %10 oranında Yalın (4,6) ve %30 oranında Yalın (2,4); sertlikte %10 oranında Yalın ile %20 oranında Özen (4,2) ve %30 oranında Yalın ile %10 oranında Yalın (3,2); tat ve aromada %10 oranında Yalın (4,6) ve %30 oranında Özen (2,6); gevreklikte kontrol bisküvisi (4,6) ve %30 oranında Yalın (3,4); çiğnenabilirlikte kontrol bisküvisi (4,6) ve %30 oranında Yalın ve Özen (3,6); genel beğenide ise kontrol bisküvisi ile %10 oranında Yalın (4,4) ve %30 oranında Özen (2,8) tam arpa ununu içeren örnekler almıştır.

Çizelge 3.25. Bisküvi örneklerinin görsel özelliklerine ait duyusal analiz sonuçları<sup>(1)</sup>

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu	Görünüm	Bisküvi Rengi	Parlaklık-Matlık	Bisküvi İç Rengi	Kabuk-İç Renk Farkı	Sıkı Yapı-Gözenek Dağılımı
-------------	--------------	---------	---------------	------------------	------------------	---------------------	----------------------------

		İlave Oranı					
Yalın	KU <sup>(2)</sup>	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	4,8±0,45 <sup>Aa</sup>	4,2±0,84 <sup>Aa</sup>	4,2±1,30 <sup>Aa</sup>
	% 10	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>	4,2±0,84 <sup>Aa</sup>	4,2±1,30 <sup>Aa</sup>	4,2±1,09 <sup>Aa</sup>	4,4±0,55 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>
	% 20	3,8±1,30 <sup>Aa</sup>	3,8±1,09 <sup>Aa</sup>	3,6±1,34 <sup>Aa</sup>	4,2±1,09 <sup>Aa</sup>	3,8±0,45 <sup>Aa</sup>	3,4±0,89 <sup>Aab</sup>
	% 30	3,8±0,84 <sup>Aa</sup>	3,6±0,55 <sup>Aa</sup>	2,8±1,30 <sup>Aa</sup>	4,0±1,22 <sup>Aa</sup>	3,6±0,89 <sup>Aa</sup>	2,4±0,89 <sup>Ab</sup>
Özen	KU	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	4,8±0,45 <sup>Aa</sup>	4,2±0,84 <sup>Aa</sup>	4,2±1,30 <sup>Aa</sup>
	% 10	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	3,8±0,84 <sup>Aa</sup>	3,4±1,14 <sup>Aa</sup>	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>
	% 20	3,6±1,52 <sup>Aa</sup>	3,8±0,84 <sup>Aab</sup>	3,8±1,09 <sup>Aa</sup>	4,4±0,89 <sup>Aa</sup>	4,0±1,00 <sup>Aa</sup>	4,0±1,00 <sup>Aa</sup>
	% 30	2,8±1,79 <sup>Aa</sup>	2,6±1,82 <sup>Ab</sup>	3,0±1,58 <sup>Aa</sup>	3,2±2,05 <sup>Aa</sup>	3,4±1,52 <sup>Aa</sup>	3,0±1,41 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>Puanlar 5 panelistin 5 üzerinden verdiği puanların ortalamasıdır. <sup>(2)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.26. Bisküvi örneklerinin tadım özelliklerine ait duyuşsal analiz sonuçları<sup>(1)</sup>

Arpa Çeşidi	Tam Arpa Unu İlave Oranı	Sertlik	Tat ve Aroma	Gevreklik	Çiğnenebilirlik	Genel Beğeni
Yalın	KU <sup>(2)</sup>	3,8±1,09 <sup>Aa</sup>	4,2±0,84 <sup>Aab</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,4±0,55 <sup>Aa</sup>
	% 10	4,2±0,84 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,4±0,55 <sup>Aa</sup>	4,4±0,55 <sup>Aa</sup>	4,4±0,89 <sup>Aa</sup>
	% 20	3,8±0,84 <sup>Aa</sup>	3,6±1,14 <sup>Aab</sup>	4,4±0,89 <sup>Aa</sup>	4,4±0,89 <sup>Aa</sup>	4,0±0,71 <sup>Aa</sup>
	% 30	3,2±0,84 <sup>Aa</sup>	2,8±0,84 <sup>Ab</sup>	3,4±1,14 <sup>Aa</sup>	3,6±0,89 <sup>Aa</sup>	3,2±0,84 <sup>Aa</sup>
Özen	KU	3,8±1,09 <sup>Aa</sup>	4,2±0,84 <sup>Aab</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,6±0,55 <sup>Aa</sup>	4,4±0,55 <sup>Aa</sup>
	% 10	3,2±1,09 <sup>Aa</sup>	3,8±1,09 <sup>Aa</sup>	4,4±0,55 <sup>Aa</sup>	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	3,2±1,48 <sup>Aa</sup>
	% 20	4,2±0,45 <sup>Aa</sup>	3,8±0,84 <sup>Aa</sup>	4,2±0,84 <sup>Aa</sup>	4,0±1,00 <sup>Aa</sup>	3,6±0,89 <sup>Aa</sup>
	% 30	3,4±0,89 <sup>Aa</sup>	2,6±0,89 <sup>Aa</sup>	4,0±1,41 <sup>Aa</sup>	3,6±1,34 <sup>Aa</sup>	2,8±1,09 <sup>Aa</sup>

<sup>(1)</sup>Puanlar 5 panelistin 5 üzerinden verdiği puanların ortalamasıdır. <sup>(2)</sup>KU: Kontrol Unu (%100 Bisküvilik buğday unu). Büyük harfler aynı ilave oranında kavuzsuz arpa çeşitleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ). Küçük harfler aynı kavuzsuz arpa çeşidinde ilave oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Yalın ve Özen kavuzsuz tam arpa unu ilave edilerek yapılan bisküvilerde, ilave oranı arttıkça görünüm, bisküvi rengi, parlaklık-matlık, gevreklik ve genel beğeni puanlarında azalma görülmüştür. Genel beğenide aynı ilave oranında, Yalın çeşidini içeren bisküvi örnekleri Özen çeşidini içeren bisküvilerden daha yüksek puanlar almıştır. Yapılan istatistiksel analizde, bütün duyuşsal analiz parametrelerinde, aynı ilave oranında çeşitler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Görünüm, parlaklık-matlık, bisküvi iç rengi, kabuk-iç renk farkı, sertlik, gevreklik, çiğnenebilirlik ve genel beğenide aynı çeşit içinde ilave oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Ancak bisküvi renginde Özen çeşidinde ve sıkı yapı-gözenek dağılımı ile tat ve aromada Yalın çeşidinde ilave oranları

arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Genel beğenide en yüksek puanı %10 Yalın tam tane arpa unu ilaveli bisküvi almış ve bu bisküvi örneği kontrol bisküvisinden daha fazla beğenilmiştir. En düşük puan ise %30 oranında Özen kavuzsuz tam arpa unu ilaveli bisküviye ait olmuştur (Çizelge 3.26 ve Çizelge 3.27).

Gupta vd. (2011), buğday ununa farklı oranlarda (%10, %20, %30 ve %40) arpa unu ilavesiyle yaptıkları bisküvilerin duysal analizinde, arpa unu ilave oranı arttıkça puanların düştüğünü ve en fazla %30 oranında arpa unu içeren bisküvilerin kabul edilebilir olduğunu belirlemişlerdir.

Demir (2015), bisküvilik buğday ununa farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) tam buğday unu ilave edilerek yaptığı bisküvilerin fiziksel özelliklerinin korunması için en fazla %20 oranında tam buğday unu ilavesinin uygun olduğunu ve duysal parametrelerde tam buğday unu ilavesinin olumsuz bir etki oluşturmadığını açıklamıştır.

Tok (2017), çimlendirip kurutarak un haline getirdiği tahıl ve baklagilleri (buğday, çavdar ve yeşil mercimek), farklı oranlarda (%0, %5, %10 ve %15) buğday ununa ilave ederek yaptığı bisküvi örneklerinde en yüksek genel beğeni puanını %5 çimlendirilmiş buğday unu ilaveli bisküvi alırken, %15 yeşil mercimek unu ve %15 çavdar unu ilaveli bisküvilerin en düşük puanları aldığını tespit etmiştir.

Özer (2019) çalışmasında; Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinden elde ettiği mikrofludize edilmiş ve edilmemiş tam tane unları iki çeşit bisküvilik buğday ununa farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75, %100) ilave ederek ürettiği bisküvilerin 10 puan üzerinden yapılan duysal analizinde; mikrofludize edilmemiş kavuzsuz arpa unu ilave ederek Bayraktar 2000 unundan yaptığı bisküvilerin görünüş puanları 6,5 (%100 Özen)-8,1 (%0), renk puanları 7,0 (%100 Yalın ve Özen ile %75 Yalın)-8,0 (%0), koku puanları 7,1 (%100 Yalın ve Özen)-7,8 (%0), tekstür puanları 5,8 (%100 Yalın)-7,7 (%0), tat puanları 6,0 (%100 Yalın)-8,0 (%0) ve genel kabul edilebilirlik puanları 6,3 (%100 Yalın)-8,1 (%0) arasında değişmiştir. Mikrofludize edilmemiş kavuzsuz arpa unu ilave ederek Çetinel 2000 unundan yaptığı bisküvilerin ise görünüş puanları 6,5 (%100 Özen)-7,8 (%0), renk puanları 7,0 (%100 Yalın ve Özen ile %75 Özen)-7,6 (%0), koku puanları 7,1 (%100 Yalın ve Özen)-7,7 (%0), tekstür puanları 5,8 (%100 Yalın)-7,5 (%0), tat puanları 6,0 (%100 Yalın)-7,2 (%25 ve %50 Özen) ve genel kabul edilebilirlik puanları 6,3 (%100 Yalın)-7,8 (%0) arasında değişmiştir. Kavuzsuz arpa unu ilavesinin, ilave oranına bağlı olarak bisküvilerin duysal özelliklerini olumsuz

etkilediğini ve bisküvinin teknolojik kalitesini biraz düşürdüğünü; mikrofludize edildikten sonra fonksiyonel özelliklerin iyileştiğini ve bu nedenle bisküvilerin fonksiyonel özelliklerini arttırıcı katkı olarak mikrofludize edilmiş arpa unlarının kullanılabilceğini açıklamıştır.

Tez çalışmasında bu konuda elde ettiğimiz veriler Gupta vd. (2011), Demir (2015) ve Özer (2019) ile benzerlik göstermektedir.

Tez kapsamında, bisküvi örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde Yalın kavuzsuz arpa çeşidinin tam tane ununu içeren bisküvi örneği en yüksek genel beğeni puanını almış olup her iki arpa çeşidinde de ilave oranı arttıkça bisküvilerin çeşitli duyusal özelliklerinde azalmalar tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme puanları dikkate alındığında, tam tane kavuzsuz arpa ununun %10 oranında ilavesinin en iyi sonucu verdiği, ancak bisküvi üretiminde un ağırlığı üzerinden %20 oranına kadar kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tez çalışmasında, yerli ıslah çeşitleri olan Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinin ekmek ve bisküvi yapımında kullanım olanakları araştırılmıştır. Kavuzsuz arpalardan laboratuvar değirmeninde elde edilen tam arpa unları, üç farklı oranda (%10, %20 ve %30) ekmek ve bisküvi formülasyonlarında kullanılmıştır. Çalışma kapsamında; kavuzsuz arpa örneklerinde, kavuzsuz tam arpa unlarının ekmeklik ve bisküvilik buğday unlarına farklı oranlarda ilavesiyle elde edilen un karışımlarında, ekmek ve bisküvi örneklerinde fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal, reolojik ve duyu analizler yapılmıştır.

Kavuzsuz arpa örneklerinde yapılan analizlerde; Yalın çeşidinin tane uzunluğu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, camsılık oranı, tane nem oranı, beyaz un verimi ile b\* renk değeri Özen çeşidinden daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tane genişlikleri, protein ve kül oranları, öğütme ile elde edilen tam tane ununun nem oranı ile L\* renk değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar çıkmamışken ( $p>0,05$ ), a\* renk değeri Özen çeşidinde daha yüksek ölçülmüştür ( $p<0,05$ ). Farklılıkların oluşmasında arpanın genotip özelliklerinin ve yetiştirilme koşullarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Ekmeklik un örneklerinde yapılan analizlerde; nem oranı %11,40-12,75; protein oranı %13,25-14,00; kül oranı %0,65-0,88; yaş gluten %28-31; gluten indeks %92-99; sedimantasyon 21-38 ml, gecikmeli sedimantasyon 30-55 ml ve düşme sayısı 407-442 sn arasında belirlenmiştir. Protein ve kül oranları bakımından hem aynı arpa çeşidinin farklı ilave oranları arasında hem de arpa çeşitlerinin aynı ilave oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar çıkmamıştır ( $p>0,05$ ). Her iki çeşidi de %30 oranında içeren un örneklerinde yaş gluten ve gluten indeks değerleri ölçülememiştir. Farinograf analizi sonucunda un örneklerinin su absorpsiyonu %56,9-63,6, gelişme süresi 2,9-9,0 dk, stabilite değeri 9,2-18,8 dk ve kalite numarası 135-200 mm arasında değişmiştir. Yumuşama derecesi ise kontrol ununda 5 FU ölçülmüş, en yüksek yumuşama derecesi (63 FU) Yalın çeşidinin %20 oranında ilave edildiği ekmeklik un örneğinde saptanmıştır. Her iki çeşitte de arpa unu ilavesiyle birlikte hamurda artan düzeyde yumuşama meydana gelmiş ( $p<0,05$ ) ve %30 ilave oranlarında yumuşama derecesine ait veri elde edilememiştir. Yalın ve Özen kavuzsuz arpa çeşitlerinden elde edilen tam arpa unlarının ilave oranı arttıkça su absorpsiyonu ve gelişme süresi artmış, stabilite değeri ve kalite numarası ise azalmıştır. Su absorpsiyonu ve gelişme süresindeki artışta tam arpa ununun bileşimindeki nişastanın özellikleri yanında, suda çözünen diyet lifi bileşenlerinin etkili olduğu söylenebilir. Arpa unu ilave oranı arttıkça elde edilen hamurun farinografda stabilite ve kalite

numarası değerlerinin azalması, hamur yapısının arpa unu ilavesinden olumsuz etkilendiğine işaret etmektedir.

Ekstensograf analizi sonucunda un örneklerinin 135. dk'da elde edilen uzayabilirlik, maksimum direnç, enerji ve oran değerleri sırasıyla 76-148 mm, 697-778 BU, 70-138 cm<sup>2</sup> ve 4,9-9,5 BU/mm arasında belirlenmiştir. Kontrol ununa kavuzsuz tam arpa unu ilave oranı arttıka her iki çeşidin uzayabilirlik ve enerji değerleri azalmış, oran değerleri ise artmıştır. Bu durumun, kontrol unu olarak kullanılan ekmeklik buğday unundaki gluten proteinlerinin oransal olarak azalmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ekmeklik un örneklerinin Mikro-Visko Amilograf analizinde, her iki arpa çeşidinde de ilave oranları arasında jelatinizasyon başlangıç ve bitiş sıcaklıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanamamış ( $p>0,05$ ), buna karşılık kavuzsuz arpa unu ilavesi pik viskozite, inceltme sonrası viskoziteve son viskozite değerlerini kontrol ununa göre arttırmış ( $p<0,05$ ) ancak ilave oranlarına bağlı olarak düzenli bir artış meydana gelmemiştir.

Ekmek örneklerinin ağırlığı 515,26-524,23 g; genişlik değeri 8,5-9,0 cm; yükseklik değeri 6,5-11,5 cm ve spesifik hacim değeri 2,42-3,86 cm<sup>3</sup>/g arasında belirlenmiştir. Ekmeklik buğday ununa kavuzsuz tam arpa unu ilavesi, ekmek örneklerinin yükseklik ve spesifik hacim değerlerini azaltmış, ağırlık değerleri kontrol örneğine göre Özen çeşidini %30 oranında içeren ekmekte artarken diğer örneklerde azalmıştır. Ekmek üretim denemeleri sırasında, tüm işlemleri yapılan hamurlar tost ekmeği tavalara konularak tavalarda pişirildiği için pişirme sonrası ekmek uzunluklarında bir farklılık oluşmamıştır. Tekstür analizi sonucunda sertlik değerleri 1. gün 144,89-216,70 g, 2. gün 205,03-400,18 g ve 3. gün 261,77-462,32 g arasında belirlenmiş ve kavuzsuz tam arpa unu ilave edilmesi kontrol örneğine göre ekmeklerin sertlik değerlerini arttırmıştır ( $p<0,05$ ). Ayrıca ekmek örneklerinin muhafazaları süresince de (günler arasında) sertlik değerleri artış göstermiştir.

Ekmek örneklerinin duyusal değerlendirmesinde en çok kontrol örneği beğenilmiş, sonraki en yüksek puanı Yalın çeşidini %10 oranında içeren ekmek örneği almıştır. En az beğenilen ekmek ise Özen çeşidini %30 oranında içeren ekmek örneği olmuştur. Panelistler her iki arpa çeşidinde de %20 ilave oranından sonra ekmek örneklerinde buruk bir tat hissettiklerini belirtmişlerdir. Bu durumun tam arpa ununda bulunan antioksidan etkiye sahip fenolik maddelerden kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Bisküvilik un örneklerinde yapılan analizlerde; nem oranı %13,70-14,00; protein oranı %10,30-10,80; kül oranı %0,64-0,74; toplam fenolik madde miktarı 954,28-1440,00 mg GAE/kg; yaş gluten %20-22; gluten indeksi %84-98; sedimentasyon 19-25 ml, gecikmeli sedimentasyon 11-17 ml ve düşme sayısı 367-409 sn arasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte %20 ve %30 oranında ilaveli örneklerde yaş gluten ve gluten indeks değerleri ölçülememiştir. En yüksek fenolik madde miktarı %30 oranında Yalın ilaveli un karışımında belirlenmiştir. Farinograf analizi sonucunda un örneklerinin su absorpsiyonu %57,4-60,1, gelişme süresi 1,7-6,0 dk, stabilite değeri 4,4-8,8 dk, yumuşama derecesi 57-99 FU ve kalite numarası 46-120 mm arasında değişmiştir. Ekstensograf analizi sonucunda un örneklerinin 135. dk'da elde edilen uzayabilirlik, maksimum direnç, enerji ve oran değerleri sırasıyla 55-121 mm, 161-597 BU, 28-46 cm<sup>2</sup> ve 1,3-10,8 BU/mm arasında belirlenmiştir. Bisküvilik un örneklerinin Mikro-Visko Amilograf analizinde, her iki arpa çeşidinde de ilave oranları arasında jelatinizasyon başlangıç ve bitiş sıcaklıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanamamış ( $p>0,05$ ), buna karşılık kavuzsuz tam arpa ununun ilave oranı arttıkça Yalın çeşidinde pik viskozite ( $p<0,05$ ), incelleme sonrası viskozite ( $p<0,05$ ), son viskozite ( $p<0,05$ ) ve kırılma viskozitesi değerleri ( $p<0,05$ ) artarken, Özen çeşidinde düzenli bir artış ya da azalma oluşmamıştır.

Bisküvi örneklerinin alt yüzeylerinin L\* değeri 55,79-61,83, a\* değeri 13,80-15,76 ve b\* değeri 32,75-34,48; üst yüzeylerinin L\* değeri 62,11-67,65, a\* değeri 9,61-12,71 ve b\* değeri 30,71-31,38 arasında değişmiştir. Renk kararması nedeniyle %20 ve %30 oranlarında Özen çeşidini içeren bisküvi örnekleri sırasıyla 2 dk ve 4 dk erken çıkarılmış ve toplamda 8 dk ve 6 dk pişirilmiştir. Bisküvi örneklerinin alt ve üst yüzey renklerinde kavuzsuz arpa unu ilave oranı arttıkça her iki çeşitte L\* değerinde azalma, a\* ve b\* değerlerinde artış belirlenmiştir. Yalın çeşidinde ise alt ve üst yüzey renklerinde L\*, a\* ve b\* değerlerinde ilave oranları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir. Bisküvi örneklerinin ağırlık değeri 11,65-13,05 g; kalınlık değeri 27,20-35,66 mm; genişlik değeri 56,83-57,65 mm; uzunluk değeri 59,04-61,58 mm; nem değeri %1,77-5,79; pH değeri 6,06-6,28; fenolik madde miktarı 289,99-468,57 mg GAE/kg; tekstür analizinde sertlik değeri 1571,95-2774,45 g ve kırılma değeri 37,08-38,06 mm arasında değişmiştir. Kavuzsuz arpa unu ilavesi, kontrol örneğine göre pH değerlerini azaltmış ( $p>0,05$ ) ancak düzenli bir artış ya da azalma belirlenmemiştir. Bisküvi örneklerinde ağırlık ve pH değerleri hem aynı çeşidin farklı ilave oranları arasında hem de çeşitlerin aynı ilave oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Toplam fenolik madde miktarı, Yalın çeşidini %30 oranında içeren bisküvide en yüksek belirlenmiştir. Hem bisküvilik unlarda hem de bisküvilerde kavuzsuz tam arpa unu ilave

oranı arttıkça fenolik madde miktarında artış belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Fenolik maddelerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri dikkate alındığında, kavuzsuz tam arpa unu bisküvi yanında farklı gıda formülasyonlarında da iyi bir seçenek oluşturmaktadır. Bisküvilerin sertlik değeri kontrol örneğine göre Özen çeşidinin üç ilave oranında ve %10 oranında Yalın ilaveli bisküvide artış göstermiş; kırılmalık değerlerinde düzenli bir artış ya da azalma görülmemiştir.

Bisküvi örneklerinin duysal değerlendirmesinde en fazla beğenilen kontrol ve Yalın çeşidini %10 oranında içeren bisküvi örnekleri, en az ise Özen çeşidini %30 oranında içeren bisküvi örneği olmuştur. Genel beğenide, hem bisküvi hem de ekmek örneklerinde aynı ilave oranında çeşitler karşılaştırıldığında, Özen çeşidini içeren bisküviler Yalın çeşidinden daha düşük puanlar almıştır.

Tez kapsamında elde edilen verilere göre, kalite ve duysal özellikleri etkilemeden gerek ekmek gerekse bisküvi formülasyonuna %10 oranına kadar kavuzsuz tam arpa unu ilave edilebilir. Formülasyonlara çeşitli katkı maddelerinin (enzim kombinasyonları, emülgatör vb.) ilavesiyle, kavuzsuz tam arpa ununun kullanım oranı %20 düzeyine çıkarılabilir. Ürün kalitesi ve duysal özellikler açısından değerlendirildiğinde, gıda formülasyonlarında kavuzsuz arpa olarak Yalın çeşidinin kullanımı Özen çeşidine göre tercih edilebilir. Kavuzsuz arpanın besin değerinin yüksek olması ve sağlık açısından yararlı etkileri göz önünde bulundurulduğunda, ekmek ve bisküvi yanında farklı gıdaların formülasyonlarında kullanımına yönelik daha fazla araştırmanın yapılmasına ihtiyaç vardır.



## KAYNAKLAR

- Abdel-Haleem, A.M.H. ve Awad, R.A. (2015). Some quality attributes of low fat ice cream substituted with hullless barley flour and barley  $\beta$ -glucan. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6425-6434.
- Abdel-Haleem, A.M.H., Agwa, A.M., Mahgoup, S.A. ve Shehata, W.M. (2020). Characterization of  $\beta$ -glucan gum for food applications as influenced by genotypic variations in three hullless barley varieties. *Journal of Food Science*, 85(6), 1689-1698.
- Akesowan, A. (2016). Influence of konjac flour on foaming properties of milk protein concentrate and quality characteristics of gluten-free cookie. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 1560-1569.
- Aksoylu, Z., Çağmı, Ö. ve Köse, E. (2012). Bisküvinin fonksiyonel bileşenlerce zenginleştirilmesi. *Akademik Gıda*, 10(3), 70-78.
- Alu'datt, M.H., Rababah, T., Al-rabadi, G.J., Ereifej, K., Gammoh, S., Masadeh, N. ve Torley, P.J. (2014). Effects of barley flour and barley protein isolate addition on rheological and sensory properties of pita bread. *Journal of Food Quality*, 37(5), 329-338.
- Aman, P, Hesselman, K. ve Tilly, A. (1985). The variation in chemical composition of Swedish Barleys. *Journal of the Science*, 3, 73-77.
- Andersson, A.A.M., Elfverson, C., Andersson, R., Regner, S. ve Aman, P. (1999). Chemical and physical characteristics of different barley samples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 979-986.
- Anonim (1976). *ICC Standard No: 110/1. Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products*. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC).
- Anonim (1980). *ICC Standard No: 131. Method for Test Baking of Wheat Flours*. Standard Methods of The International Association for Cereal Chemistry (ICC).
- Anonim (1990). *ICC Standard No: 104/1. Determination of Ash in Cereals and Cereal Products*. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC).
- Anonim (1992a). *ICC Standard No: 114/1. Method for using the Brabender Extensograph*. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC).
- Anonim (1992b). *ICC Standard No: 115/1. Method for using the Brabender Farinograph*. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC).
- Anonim (1994). *ICC Standard No: 116/1. Determinations of the Sedimentation Value (according to Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality*. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC).
- Anonim (1995a). *ICC 159. Determination of Protein by Near Infrared Reflectance (NIR) Spectroscopy*. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC).

- Anonim (1995b). *ICC Standard No: 107/1. Determination of the Falling Number According to Hagberg- as a Measure of the Degree of Alpha-Amylase Activity in Grain and Flour*. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC).
- Anonim (1999). *Method 74-09. Approved Methods of Analysis*. 11th Edition, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, ABD.
- Anonim (2000). *AACC Method 38-12. Wet Gluten, Dry Gluten, Water-Binding Capacity and Gluten Index*. American Association of Cereal Chemists (AACC).
- Anonim (2010). *AACC 76.33.01. Damaged Starch - Amperometric Method With SDmatic*. American Association of Cereal Chemists (AACC).
- Anonim (2012). *ISO 712. Cereals and Cereal Products, Determination of Moisture Content, Reference Method*.
- Anonim (2020). *Tarım ürünleri piyasaları, arpa*. No: BÜ-01. Erişim adresi: <http://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tarim%20Ürünleri%20Piyasaları/2020-Temmuz%20Tarım%20Ürünleri%20Raporu/Arpa,%20Temmuz-2020,%20Tarım%20Ürünleri%20Piyasa%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi 20.02.2021).
- Anonim (2021). *Arpanın kökeni ve yetiştiriciliği, ders notları*. Erişim adresi: <http://avys.omu.edu.tr> (Erişim Tarihi 25.10.2021)
- Anonim (2022). *Tarım ürünleri piyasaları, arpa*. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%20C4%B1m%20C3%9Cr%20C3%BCnleri%20Piyasalar%20C4%B1/2022-Ocak%20Tar%20C4%B1m%20C3%9Cr%20C3%BCnleri%20Rapor%20C4%B1/Arpa,%20Ocak-2022%20Tar%20C4%B1m%20C3%9Cr%20C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 16.02.2022)
- Aydoğan, S. ve Soylu, S. (2020). Farklı yetiştirme koşullarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin farinografik özelliklerine etkisinin belirlenmesi. *Ziraat Mühendisliği*, (370), 34-44.
- Aydoğan, S., Akçacık, A.G., Şahin, M., Kaya, Y., Koç, H., Görgülü, M.N. ve Ekici, M. (2012). Ekmeklik buğday unlarında alveograf, farinograf ve miksografta ölçülen reolojik özellikler arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1):74-82, 2012 ISSN 1304-9984.
- Aydoğan, S., Akçacık, A.G., Şahin, M., Önmez, H., Demir, B. ve Yakışır, E. (2013). Ekmeklik buğday çeşitlerinde fizikokimyasal ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 74-85.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Akçacık, A.G., Demir, B., Hamzaoğlu, S. ve Kara, İ. (2017). Arpa genotiplerinin farklı lokasyonlardaki kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2), 8-13.
- Bağcı, S.A. (2001). Alternatif bir tahıl Tritikale. *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, 10, 22-29.
- Baik, B. ve Ullrich, A.E. (2008). Barley for food: characteristics, improvement and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 233-242.

- Balcı, S., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A., Ergün, N., Sayim, İ. ve Aydoğan, S. (2018). Bazı kavuzsuz arpa çeşit ve hatlarının *Cochliobolus* yaprak lekesi hastalığına karşı fide dönemi tepkilerinin değerlendirilmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 58(4), 221-226.
- Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H. ve Tangüler, H. (2019). Effect of waste fermented carrot powder addition on quality of biscuits. *Turkish Journal-Food Science and Technol*, 7(9), 1237-1244.
- Barak, S., Mudgil, D. ve Khatkar, B.S. (2014). Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. *Journal of Food Science Technology*, 51(7), 1342-1348.
- Başaran, A. ve Göçmen, D. (2003). The effects of the low mixing temperature on dough rheology and bread properties. *European Food Research and Technology*, 217(2), 138-142.
- Başman, A. ve Köksel, H. (1999). Properties and composition of Turkish Flat Bread (Bazlama) supplemented with barley flour and wheat bran. *Cereal Chemistry*, 76(4), 506-511.
- Bhatty, R.S. (1999). The potential of hull-less barley. *American Association of Cereal Chemists*, 76(5), 589-599.
- Bilgiçli, N. ve Soylu, S. (2016). Buğday ve un kalitesinin sektörel açıdan değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(2), 58-67.
- Brandolini, A., Hidalgo, A., ve Moscaritolo, S. (2008). Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47(3), 599-609.
- Brennan, C.S. ve Cleary, L.J. (2005). The potential use of creal (1→3, 1→4)-β-D-glucan as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42(1), 1-13.
- Brennan, C.S. ve Samyue, E. (2004). Evaluation of starch degradation and textural characteristics of dietary fiber enriched biscuits. *International Journal of Food Properties*, 7(3), 647-657.
- Bulut, S. (2012). Ekmeklik buğdayda kalite. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(5), 441-446.
- Burdurlu, H.S. ve Karadeniz, F. (2003). Gıdalarda diyet lifinin önemi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(15), 18-25.
- Can, F. (2015). *Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Cavallero, A., Empilli, S., Brighenti, F. ve Stanca, A.M. (2002). High (1→3, 1→4)-β-glucan barley fractions in bread making and their effects on human glycemic response. *Journal of Cereal Science*, 36(1), 59-66.
- Cemeroğlu, B.S. (2018). *Gıda Analizleri (4.Baskı)*. Bizim Grup Basımevi, Kızılay, Ankara.
- Certel, M. ve Ertugay, Z. (1992). Buğdayın bulgura işlenmesi sırasında nişastada meydana gelen fizikokimyasal değişimler. *Gıda*, 17(4), 227-234.

- Choi, I., Lee, M., Choi, J., Hyun, J., Park, K. ve Kim, K. (2011). Bread quality by substituting normal and waxy hull-less barley flours. *Food Sci. Biotechnol*, 20(3), 671-678.
- Colleoni-Sirghie, M., Jannink, J.L. ve White, P.J. (2004). Pasting and thermal properties of flours from oat lines with high and typical amounts of  $\beta$ -glucan. *Cereal Chemistry*, 81, 686-692.
- Coşkuner, Y. (2003). *Çukurova bölgesinde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin tek ve iki katlı düz ekmek üretimine uygunluğu ile ekşi hamurun kalite üzerine etkisinin araştırılması* (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 149.
- Cui, S.W. ve Wang, Q. (2009). Cell wall polysaccharides in cereals: chemical structures and functional properties. *Structural Chemistry*, 20(2), 291-297.
- Çöken, İ. ve Akman, Z. (2016). Isparta ekolojik koşullarında bazı arpa (*Hordeum vulgare L.*) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demiral Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 91-97.
- Dağlıoğlu, O. (2000). Tarhana as a Traditional Fermented Cereal Turkish Food. Its Recipe, Production and Composition. *Nahrung/Food*, 44(2), 85-88.
- Demir, M.K. (2015). Bisküvi üretiminde tam buğday unu ve paçallarının kullanımı. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21, 100-107.
- Demireken, A. ve Gül, H. (2020). Otoklavlama-retrogradasyon yöntemi uygulayarak pirinç nişastasından elde edilen enzime dirençli nişastanın ekmek hamuru reolojisi ve ekmeğin bazı kimyasal özellikleri üzerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, 1000(1000), 0-0.
- Dhingra, S. ve Jood, S. (2002). Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food Chemistry*, 77, 479-488.
- Dhingra, S. ve Jood, S. (2004). Effect of flour blending on functional, baking and organoleptic characteristics of bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 213-222.
- Doğan, H. ve Meral, R. (2016). Uşkun bitkisinin bisküvi üretiminde fonksiyonel bileşen olarak kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(4), 91-99.
- Doğan, İ.S. (2000). Gıda sanayinde hızlı viskozite test (HVT) cihazının kullanımı. *Gıda*, 25(6), 429-434.
- Doğan, İ.S. ve Uğur, T. (2005). Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi. *Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 15(2), 139-148.
- Doğan, Y., Kendal, E., Karahan, T. ve Çiftçi, V. (2014). Diyarbakır koşullarında bazı arpa genotiplerinde verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 31(2), 31-40.
- Durlu Özkaya, F., Coşansu, S. ve Ayhan, K. (2015). Tahıl ve Tahıl Ürünleri Teknolojisi. *Her Yönüyle Gıda* içinde(147-168). Sidas Medya L.td. Şti., yayın no: 23-2B.

- Dursun, E. ve Güner, M. (2003). Buğday ve arpanın sıkıştırma yükü altındaki mekanik davranışlarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4), 415-420.
- Eğilmez, S. (2021). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), *Ürün raporu arpa*, Yayın No: 339. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2021%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Arpa%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202021-339%20TEPGE.pdf>
- Ekici, L. ve Ercoşkun, H. (2007). Et ürünlerinde diyet lifi kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1,83-90.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. (1992). *Tahıl İşleme Teknolojisi* içinde (376). Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718. Ziraat Fakültesi No:297. Ders Kitapları Serisi:52. Erzurum.
- Elgün, A., Ergutay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, G. (2002). Tahıl ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. *Atatürk Üniversitesi*, 867, 245, Erzurum.
- Erbaş, M. (2006). *Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar*. Türkiye 9. Gıda Kongresi 24-26 Mayıs, 2006, Bolu. Gıda Teknolojileri Derneği, 33, 791-795.
- Ereifej, K.I., Al-Mahasneh, M.A. ve Rababah, T.M. (2006). Effect of barley flour on quality of balady bread. *International Journal of Food Properties*, 9(1), 39-49.
- Erinç, H. (2020). Farklı boyutlarda kinoa kepek unu kullanımının bisküvilerin fiziksel, duyuşal ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi. *Gıda Teknoloji Derneği-Gıda*, 45(6), 1121-1133.
- Erkan, H., Çelik, S., Bilgi, B. ve Köksel H. (2006). A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana. *Food Chemistry*, 97, 12-18.
- Erol, S. (2017). *Diyet lifler ve insan sağlığı üzerine etkileri* (Lisans Tezi), Avrasya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Trabzon.
- Ertugay, Z. ve Kotancılar, G. (1988). Nişastanın bazı fizikokimyasal özellikleri ile ekmek içi sertliği arasındaki ilişkiler. *Gıda*, 13(2), 115-121.
- Ertürk, A., Arslantaş, N., Sarıca, D. ve Demircan, V. (2015). Isparta ili kentsel alanda ailelerin ekmek tüketimi ve israfı. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta. *Akademik Gıda*, 13(4), 291-298.
- Farag, M.A., Xiao, J. ve Abdallah, H.M. (2020). Nutritional value of barley cereal and better opportunities for its processing as a value-added food: a comprehensive review. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 10.1080/10408398.2020.1835817
- Faridi, H.A. ve Rubenthaler, G.L. (1984). Effect of baking time and temperature on bread quality, starch gelatinization and staling of Egyptian balady bread. *Cereal Chemists*, 61,(2) 151-154.
- Golzari, E.H. (2015). *Arpa unu ve çavdar unu ilavesinin buğday unlarının bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve ekmek kalite özellikleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Gupta, M., Bawa, A.S. ve Abu-Ghannam, N. (2011). Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies. *Elsevier - Food and Bioproducts Processing*, 89, 520-527.
- Güvendi, Ö. (2011). *Besinsel lif ve antioksidanca zengin tahıllardan geleneksel yöntem ile erişte üretimi* (Yüksek Lisans Tezi), Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Hatcher D.W., Lagasse S., Dexter J.E. ve Rosnagel B.L. (2005). Quality characteristics of yellow alkaline noodles enriched with hull-less barley flour 1. *Cereal Chemistry*, 82(1), 60-69.
- Hayıt, F. (2018). *Çölyak hastalarına yönelik kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile glutensiz ekmek üretimi ve kalitesi araştırılmıştır* (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Hecer, C. ve Ulusoy, B. (2015). Un ve Unlu Mamüllerdeki Analizler. *Gıda Analizleri* (1. Baskı) içinde (157-171), ISBN: 978-605-9929-22-6.
- Holtekjolen, A.K., Baevra, A.B., Rodbotten, M., Berg, H. ve Knutsen, S.H. (2008). Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food Chemistry*, 110(2), 414-421.
- Izydorczyk, M.S. ve Dexter, J.E. (2008). Barley  $\beta$ -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties and uses in food products. *Food Research International*, 41, 850-868.
- Izydorczyk, M.S., Chornick, T.L., Paulley, F.G., Edwards, N.M. ve Dexter, J.E. (2008). Physicochemical properties of hull-less barley fibre-rich fractions varying in particle size and their potential as functional ingredients in two-layer flat bread. *Food Chemistry*, 108, 561-570.
- İmamoğlu, A. ve Sarı, N. (2021). *Arpa yetiştiriciliği*. Çiftçi Broşürü, 26 Haziran 2021. No:125. Erişim adresi: <http://arastirma.tarimorman.gov.tr>
- İmamoğlu, A. ve Yılmaz, N. (2012). Bursa ekolojik koşullarında bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu*, 22(2), 13-36.
- İmamoğlu, A., Pelit, S., Sarı, N., Büyükkileci, C. ve Yıldız, Ö. (2016). Ege Bölgesi sahil kuşağına uyumlu arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşit ve genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel sayı-1): 141-145.
- İşsever, H., Ezirmik, E. ve Şeker, N. (2018). Beta glukanların sağlık üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri J Public Health - Special Tropics*, 4(1), 7-13.
- Karaçıl, M.Ş. ve Akbulut, G. (2013). Tip 2 diabetes mellitus ve beta glukan. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 41(3), 242-246.
- Karaduman, Y. (2006). Kavuzsuz arpa potansiyeli. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 74, 21-26.

- Karaduman, Y. (2013). *Seçilmiş yumuşak ekmeklik buğdayların hatlarında bisküvilik kalite özelliklerinin araştırılması* (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Karaoğlu, M.M. ve Kotancılar H.G. (2006). Kavut, a traditional Turkish cereal product: production method and some chemical and sensorial properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 233-241.
- Kayış, L. ve Duruksu, G. (2019). Pleurotus ostreatus alfa- ve beta- glukan polisakaritlerinin izolasyonu ve biyoyumluluklarının yüzey kaplaması sonrasında incelenmesi. *Mantar Dergisi/The Journal of Fungus*, 10(1), 56-69.
- Kent, N.L. ve Evers, A.D. (1994). *Technology of Cereals*. Fourth Edition. Printed in Great Britain by BPC Wheatons Ltd, Exeter.
- Kızılgöçü, F., Yıldırım, N., Albayrak, Ö. ve Akıncı, C. (2016). Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 161-169.
- Kilercioğlu, B. (2020). *Güney Marmara koşullarında farklı azot dozlarının kavuzsuz arpa çeşidinin (Hordeum vulgare L. Var. Nudum hook.ef.) verim ve verim öğeleri üzerine etkisi* (Yüksel Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.
- Koca, Y.O., Erekul, O., Sabancı, S., Zeybek, A. ve Yiğit A. (2015). Akdeniz kuşağında yetiştirilen arpa (Hordeum vulgare L.) çeşitlerinde verim unsurları ve tane kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 9-15.
- Köse, Ö.D.E. ve Mut, Z. (2018). Tahıl ve tahıl ürünlerinin insan beslenmesi ve sağlık açısından önemi, Yozgat'ta tahılların durumu. Bozok Üniversitesi Vakfı, III. Uluslar Arası Bozok Sempozyumu Bildiri Kitabı içinde (1121-1130).
- Köten, M. ve Atlı, A. (2021). Tam arpa unu ile zenginleştirilmiş spagetti makarnanın besinsel, tekstürel ve pişirme özelliklerinin belirlenmesi. Gıda Teknolojisi Derneği. *Gıda*, 46(1), 53-68.
- Köten, M., Ünsal, A.S. ve Atlı, A. (2013). Arpanın insan gıdası olarak değerlendirilmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(2), 51-55.
- Li, L., Liu, Z., Wang, T., Wang, B., Zhang, W., Li, G., Guo, Z., Zhang, Y., Xue, B. ve Luo, Z. (2019a). Starch isolated from different hullless barley cultivars differs in their chemical and structural characteristics. *Wiley - Food Science & Nutrition*, 7, 2374-2380.
- Li, Q., Yang, S., Li, Y., Huang, Y. ve Zhang, J. (2019b). Antioxidant activity of free and hydrolyzed phenolic compounds in soluble and insoluble dietary fibres derived from hullless barley. *Food Science and Technology*, 111, 534-540.
- Malcolmson, L., Lukie, C., Swallow, K., Sturzenegger, T. ve Han, J. (2014). Using barley flour to formulate foods to meet health claims. *Cereal Foods World*, 59(5); 235-242.

- Mankan, E. (2008). *Hamurun fiziksel özelliklerinin çavdar ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Martinez-Subira, M., Romero, M.P., Puig, E., Macia, A., Romagosa, I. ve Moralejo, M. (2020). Purple, high  $\beta$ -glucan, hullless barley as valuable ingredient for functional food. *LWT - Food Science and Technology*, 131, 109582.
- Masatcıoğlu, M.T., Kavrak, K.M., Türkmen, D., Dursun, A. ve Güler, Z. (2020). Peynir altı suyunun bazı tahıl ürünlerinde kullanımı ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3), 422-433.
- Meral, H. ve Karaoğlu, M.M. (2019). Ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(2), 217-225.
- Meral, R., Yıldız, Ö. ve Doğan, İ.S. (2010). Unların reolojik özelliklerinin belirlenmesinde tekstür analiz cihazının kullanımı ve sonuçların ekstensograf değerleri ile karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3), 17-24.
- Moza, J. ve Gujral, H.S. (2018). Mixolab, retrogradation and digestibility behavior of chapatti made from hullless barley flours. *Journal of Cereal Science*, 79, 383-389.
- Narwal S., Kumar D., Sheoran S., Verma R.P.S. ve Gupta R.K. (2017). Hullless barley as a promising source to improve the nutritional quality of wheat product. *Journal of Food Science and Technology*, 54(9), 2638-2644.
- Newman, B.K. ve Newman, C.W. (2008). *Barley for food and health: Science, Technology and Products*. WILEY Publication, New Jersey, U.S.A. ISBN:978-0-470-10249-7.
- Özer, A. (2019). *Kavuzsuz arpanın fonksiyonel özelliklerinin iyileştirilmesi ve bisküvide kullanılabilme olanaklarının araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B. (2005a). *Öğütme teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 30, Ankara, 757.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B. (2005b). *Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri (2. Baskı)*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 31, Ankara.
- Pomeranz, Y. (1988). *Chemical composition of kernel structures* (3rd ed.) içinde (99). In: Pomeranz Y., editor. *Wheat: chemistry and technology*, Berlin, Springer.
- Pyler, E.J. (1988). *Baking science and technology* (3rd ed.). Volume I-II. Sosland Publishing Com. Kansas. U.S.A.
- Ragae, S. ve Abdel-Aal, E.S.M. (2006). Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. *Food Chemistry*, 95, 9-18.
- Sabuncu, N. (2016).  *$\beta$ -Glukan içeriğinin artırılması için S.Cerevisiae üretilen bir biyoreaktörde çoğalma koşullarının incelenmesi ve pH kontrolü* (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



- Sayim, İ., Namık, E. ve Sinan, A. (2013). *Kavuzsuz Arpa*. Erişim adresi: [www.ankarahalkekmek.com.tr/Dosyalar/62805911779.pdf](http://www.ankarahalkekmek.com.tr/Dosyalar/62805911779.pdf) (Erişim Tarihi: 09.03.2019)
- Serdaroğlu, M. ve Turp G.Y. (2004). Diyet lifi ve et ürünlerinde diyet lifi kullanılması. *Akademik Gıda Dergisi*, 2(4); 18-21.
- Sertakan, S. (2006). *Bisküvi ve kraker üretiminde tritikale ununun kullanım olanakları* (Doktora Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Sevim, İ. ve Ereku, O. (2020). Farklı buğday genotiplerinde kalite parametrelerinin incelenmesi üzerine bir araştırma. *ADÜ Ziraat Dergisi*, 17(2), 235-243.
- Sharma, P. ve Gujral, H.S. (2014a). Anti-staling effects of  $\beta$ -glucan and barley flour in wheat flour chapatti. *Food Chemistry*, 145, 102-108.
- Sharma, P. ve Gujral, H.S. (2014b). Cookie making behavior of wheat - barley flour blends and effects on antioxidant properties. *Food Science and Technology*, 55, 301-307.
- Sharma, S., Bajwa, U. ve Nagi, H.P.S. (1999). Rheological and baking properties of cowpea and wheat flour blends. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 657-662.
- Shaveta, Kaur, H. ve Kaur, S. (2019). Hullless barley: a new era of research for food purposes. *Journal of Cereal Research*, 11(2), 114-124.
- Sheikholeslami, Z., Karimi, M., Komeili, H.R., ve Mahfouzi, M. (2018). A new mixed bread formula with improved physicochemical properties by using hull-less barley flour at the presence of guar gum and ascorbic acid. *LTW*, 93, 628-633.
- Sirat, A. ve Sezer, İ. (2005). Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa (*Hordeum vulgare L.*) çeşitlerinin belirlenmesi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 72-81.
- Sirat, A. ve Sezer, İ. (2017). Bafra Ovasında yetiştirilen bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare conv. Distichon*) çeşitlerinin verim, verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(01), 77-87.
- Skendi, A., Papageorgiou, M. ve Biliaderis, C.G. (2006). Molecular size and concentration effects of barley  $\beta$ -glucan supplementation on dough and bread characteristics. *In: Book of Abstracts of Dietary Fibre Conference 2006: Multifunctional Complex of Components*, Helsinki, Finland, June, 200.
- Skrbic, B. ve Cvejanov, J. (2011). The enrichment of wheat cookies with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties. *Food Chemistry*, 124(4), 1416-1422.
- Soares, R.M.D., De Francisco, A., Rayas-Duarte, P. ve Soldi, V. (2007). Brazilian hull-less and malting barley genotypes: I. Chemical compositions and partial characterization. *J. Food Qual*, 30, 357-371.
- Sönmez, A.C., Yüksel, S., Belen, S., Çakmak, M., Yıldırım, Y., Karaduman, Y. ve Akın, A. (2017). Kırşehir koşullarında Orta Anadolu ve geçit bölgeleri için geliştirilen bazı arpa (*Hordeum vulgare L.*) hat ve çeşitlerinin tane verim ve bazı kalite unsurlarının incelenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (Özel Sayı), 258-262.

- Şahin, M., Akçacık, A.G., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Demir, B. ve Yakışır, E. (2017). Kışlık ekmeçlik buğday çeşitlerinde zeleny sedimantasyon ile verim ve bazı kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 6(1), 10-21.
- Şehitoğlu, M. (2007). *Arpa çeşitlerinde farklı tohumluk miktarlarının verim, verim öğeleri ve kalite özelliklerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Şimşekli, N. ve Doğan, İ.S. (2015). Tahıl esaslı beta-glukan ilavesinin gıdaların teknolojik ve fonksiyonel özelliklerine etkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(4), 190-195.
- Şöhretoğlu, D. ve Uz, A.K. (2015).  $\beta$ -glukanlar ve immün sistem. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 35(2), July 2015, 103-115.
- TARM, (2014). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, *Çeşit kataloğu*, Ankara. Erişim adresi: [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Belgeler/cesit\\_katalogu.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Belgeler/cesit_katalogu.pdf)
- Taşçı, R. (2018). *Arpa üretim, pazarlama ve işleme yapısının analizi: Konya ili örneği* (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Konya.
- Tayyar, Ş. (2008). Ekmeçlik buğday çeşitlerinde dane verimi ve ekstensograf özellikleri üzerinde bir araştırma. *Akdeniz Üniverisitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 79-84.
- TMO, (2017). *2017 Hububat raporu*, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <http://tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/HububatRaporu2017.pdf> (Erişim Tarihi 05.05.2021).
- Tok, H. (2017). *Bazı tahıl ve baklagil çimlerinin ekmeç ve bisküvi üretiminde kullanım olanakları* (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tontul, S.A. ve Babaoğlu, H.Ç. (2019). Un partikül boyutunun ekmeçin fiziksel özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi. *Gıda*, 44(5), 898-906.
- TUIK, (2019). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Erişim adresi: <http://tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi 20.02.2021).
- Türker, M., Akkaya, M.R., Türker, B. ve Kola O. (2021). Bazı arpa genotipleri ile  $\beta$ -glukan içeriği zenginleştirilmiş ekmeç hamurunun reolojik özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10(2), 105-117.
- Türksoy, S. (2011). *Meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ünal, H.G. (2009). Some physical and nutritional properties of hulled wheat. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15, 58-64.
- Ünal, S. ve Boyacıoğlu, M.H. (1984). Hamurun reoloji özellikleri. *Gıda*, 9(1), 13-20.

- Ünsal, A.S., Atlı, A. ve Köten M. (2016). Tam arpa ve soyulmuş arpa unu katkısının eriştinin kalite özelliklerine etkisi. *International Multidisciplinary Congress of Eurasia (IMCOFE)*, 1, 11-13 July 543-551.
- Wang, H., Fernandez, M.R., McCaig, T.N., Gan, Y.T., DePauw, R.M. ve Clarke, J.M. (2003). Kernel discoloration and downgrading in spring wheat varieties in western Canada. *Canadian J. Plant Pathology*, 25, 350-361.
- Yalçın, E. ve Çelik, S. (2006). Kavuzsuz arpa proteinlerinin bazı fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu. *Türkiye*, 9, 24-26
- Yalçın, S. ve Maden, B. (2020). Diversity in protein characteristics of some wheat varieties. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 196-200.
- Yan, W., Yao, H., Nie, S. ve Li, Y. (2016). Mineral analysis of hullless barley grown in different areas and its  $\beta$ -glukan concentrates. *Food Science and Technology/Research Article, Cogent Food and Agriculture*, 2, 1186139.
- Yang, Q., Zhang, P., Qu, Y., Gao, X., Liang, J., Yang, P. ve Feng, B. (2018). Comparison of physicochemical properties and cooking edibility of waxy and non-waxy proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Food Chemistry*, 257, 271-278.
- Yılmaz, M.S. ve Meral, R. (2019). Ekmeklik un kalite parametreleri arasındaki ilişkiler. *Adyütayam*, 7(1), 33-45.
- Yüksel, S. ve İkincikarakaya, S.Ü. (2020a). Bazı kavuzsuz arpaların arpa (*Hordeum Vulgare L. var. nudum Hook. f.*) verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 705-712.
- Yüksel, S. ve İkincikarakaya, S.Ü. (2020b). Farklı kavuzsuz arpa (*Hordeum Vulgare L. var. nudum Hook. f.*) genotiplerinin ilk gelişme dönemindeki bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 603-611.
- Yüksel, S. ve İkincikarakaya, S.Ü. (2020c). Farklı kavuzsuz arpa genotiplerinin (*Hordeum vulgare L. var. nudum Hook. f.*) sulu koşullarda verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 38-45.
- Yüksel, S., İkincikarakaya, S.Ü., Akçura, M., Bolat, N., Çakmak, M., Belen, S., Karaduman, Y. ve Şentürk, Ş. (2011). Bazı kavuzsuz arpa (*Hordeum vulgare L. var. nudum*) hatlarının kuru şartlarda yazlık ve kışlık olarak adaptasyonlarının belirlenmesi. Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi, Bursa, Türkiye, 12-15.
- Zhang, G., Junmei, W. ve Jinxin, C. (2002). Analysis of  $\beta$ -glukan content in barley cultivars from different locations in China. *Elsevier, Food Chemistry*, 79, 251-254.
- Zhang, G., Yang, K., Xue, W., Zeng, X., Xu, Q., Wang, Y., Yuan, H., Zhang, Y. ve Nyima, T. (2020). Comparative proteomic analysis of hullless barley cultivars (*Hordeum vulgare L.*) differing distinctly in  $\beta$ -glukan content. *Food Science and Technology*, 133, 110085.
- Zhang, K., Yang, J., Qiao, Z., Cao, X., Luo, Q., Zhao, J., Wang, F. ve Zhang, W. (2019). Assessment of  $\beta$ -glucans, flovar and volatile profiles of hullless barley wine originating from highland areas of China. *Food Chemistry*, 293(3), 32-40.

## EK-1. EKMEK DUYUSAL ANALİZ FORMU

İsim:

Tarih:

### Tanımlar

Görünüm	Puan
Şekil düzgün, çatlaklar çok az	5
Düzgün şekilli, az sayıda çatlaklar var	4
Düzgün, yüzeyde çatlaklar var	3
Şekil düzgün değil, yüzeyde çatlaklar var	2
Şekil düzgün değil, çok sayıda çatlaklar var	1

Ekmek Kabuk Rengi	Puan
Açık kahverengi - parlak koyu sarı	5
Açık kahverengi - koyu sarı	4
Açık kahverengi - sarı	3
Kahverengi - açık sarı	2
Mat veya koyu kahverengi - açık sarı	1

Ekmek İçi Rengi	Puan
Açık beyaz - açık krem rengi	5
Beyaz - krem rengi	4
Sarımsı - koyu krem rengi	3
Sarı - açık kahverengi	2
Koyu sarı - esmer	1

Gözenek Yapısı	Puan
Büyük gözenekli ve gözenekleri çevreleyen çok sayıda gözenekler var	5
Gözenek yapısı oldukça düzenli	4
Gözenek yapısı düzenli	3
Gözenek yapısı düzensiz	2
Gözenek yapısı mevcut değil	1

<b>Tat ve Aroma</b>	<b>Puan</b>
Çok iyi, tipik kendine özgü tat ve aroma	5
İyi, tipik kendine özgü tat ve aroma	4
Kabul edilebilir	3
Kötü, yabancı tat ve aroma	2
Çok kötü, çok belirgin yabancı tat ve aroma	1
<b>Çiğnenebilirlik</b>	<b>Puan</b>
Çiğnenmesi kolay, ağızda kalıntı bırakmıyor	5
İyi ve çiğnenmesi kolay	4
Çiğnerken az yapışkan veya parçalanma zor ve ağızda kalıntı bırakıyor	3
Çiğnerken yapışkan veya kuru ve çok zor parçalanıyor	2
Çiğneme esnasında çok yapışkan ve hamurumsu veya çok kuru	1

### **Tüketici Beğeni Testi**

Tüketici beğeni testine sunulan ekmek numunelerinde iki kavuzsuz arpa çeşidi farklı oranlarda kullanılmıştır. Aşağıda belirtilen özellikleri beğeninize göre değerlendiriniz.

<b>Ürün Özellikleri</b>	<b>Standart</b>	<b>256</b>	<b>475</b>	<b>536</b>	<b>702</b>	<b>891</b>	<b>917</b>
Görünüm							
Ekmek Kabuk Rengi							
Ekmek İçi Rengi							
Gözenek Yapısı							
Tat ve Aroma							
Çiğnenebilirlik							
Genel Beğeni							

## EK-2. BİSKÜVİ DUYUSAL ANALİZ FORMU

İsim:

Tarih:

### Tanımlar

<b>Görünüm:</b> Bisküvi yüzeyinin bisküvi çeşidine bağlı olarak arzu edilen yüzey özelliklerine sahip olup olmadığını ifade eder.	<b>Puan</b>
Şekil düzgün	5
Düzgün şekilli	4
Düzgün	3
Şekil düzgün değil	2
Şekil düzgün değil	1

<b>Bisküvi Rengi - Parlaklık-Matlık:</b> Yüzeyin bisküvi çeşidine bağlı olarak arzu edilen (standarda göre) renk durumunu ve parlaklık ve matlık durumunu ifade eder.	<b>Puan</b>
Açık krem rengi, ideal parlaklık	5
Krem rengi, ideale yakın parlaklık	4
Açık kahverengi, kabul edilebilir parlaklık	3
Kahverengi, yeterli değil	2
Koyu kahverengi, mat	1

<b>Bisküvi İç Rengi:</b> Bisküvilerin iç renklerinin standarda göre koyuluğunu ifade eder.	<b>Puan</b>
İç rengi çok açık	5
İç rengi açık	4
İç rengi düzgün	3
İç rengi koyu	2
İç rengi çok koyu	1

<b>Kabuk İç Renk Dış Renk Farkı:</b> Bisküvilerde kabuk ve iç rengin farkının fazla olup olmadığını ifade eder. Bisküvide kabuk ve iç renk arasında belirgin bir renk geçiş çizgisi (çok açık iç renk ve çok koyu bir kabuk) olmamalıdır.	<b>Puan</b>
Fark yok	5
Fark az	4
Fark kabul edilebilir	3
Fark belirgin	2

Fark çok belirgin	1
-------------------	---

<b>Sıkı Yapı-Gözenek Dağılımı</b> Bisküvi iç yapısında gerekli kabarmanın olmadığı ve gözeneklerin yeterli oluşmadığı durumlarda gözlenir. İyi bir bisküvide iç yapı özelliğinin sıkı olmaması gerekir. Bisküvi iç yapısında kabarma esnasında oluşan gözeneklerin büyüklük ve dağılımlarının yekne saklığını ifade eder. İyi bir bisküvide gözenek büyüklüklerinin eşit ve dağılımlarının homojen olması gereklidir.	<b>Puan</b>
İyi kabarmış, gözenek yapısı oldukça iyi	5
İyi kabarmış, gözenek yapısı iyi	4
Kabarma var, gözenek yapısı düzenli	3
Kabarma az, gözenek yapısı düzensiz	2
Kabarma yok, gözenek yapısı mevcut değil	1

<b>Sertlik:</b> Bisküvinin ilk ısırışta dişe gösterdiği direnci ifade eder. Bisküvinin tatla ilgili özelliklerinin ilk aşamasıdır bisküvinin dişe uyguladığı direncin çok veya az olması istenmez.	<b>Puan</b>
Çok yumuşak, dişe direnç göstermez	5
Yumuşak, dişe gösterdiği direnç az	4
Dişe gösterdiği direnç normal	3
Sert, dişe direnç gösterir	2
Çok sert, dişe gösterdiği direnç çok	1

<b>Tat ve Aroma:</b> Tatma sırasında algılanan, dokunma ısı, acı ve hatta kasla ilgili etkilenebilen tada ve kokuya ilişkin duyguların karmaşık bir bileşenidir.	<b>Puan</b>
Çok iyi, tipik kendine özgü tat ve aroma	5
İyi, tipik kendine özgü tat ve aroma	4
Kabul edilebilir	3
Kötü, yabancı tat ve aroma	2
Çok kötü, çok belirgin yabancı tat ve aroma	1

<b>Gevreklilik:</b> Bisküvinin kırılabilirliğini ifade eder. Bisküvi ambalajlama ve nakliyyede kırılmayacak kadar dayanıklı ancak ısırma esnasında dağılacak bir kırılabilirlikte olmalıdır.	<b>Puan</b>
Gevrek yapısı çok iyi	5
Gevrek yapısı iyi	4
Gevrek yapıda	3
Gevrek yapısı az	2
Gevrek yapıda değil	1

<b>Çiğnenebilirlik:</b> Bisküvinin çiğneme sırasında ağızda dağılma özelliklerini ifade eder. Ağızda küçük parçalara ayrılan bisküvinin ağızda kum tanecikleri gibi sert bir yapı göstermemesi. Dişlerle bisküvi ezildiğinde ağızda pütürlü kum taneciklerine benzer bir yapı hissedilmemelidir.	<b>Puan</b>
Çiğnenmesi kolay, ağızda kalıntı bırakmıyor	5
İyi ve çiğnenmesi kolay	4
Çiğnerken parçalanma zor ve ağızda kalıntı bırakıyor	3
Çiğnerken kumlu ve kuru yapı oluşur ve çok zor parçalanıyor	2
Çiğneme esnasında çok kuru ve kumlu yapı bırakıyor	1

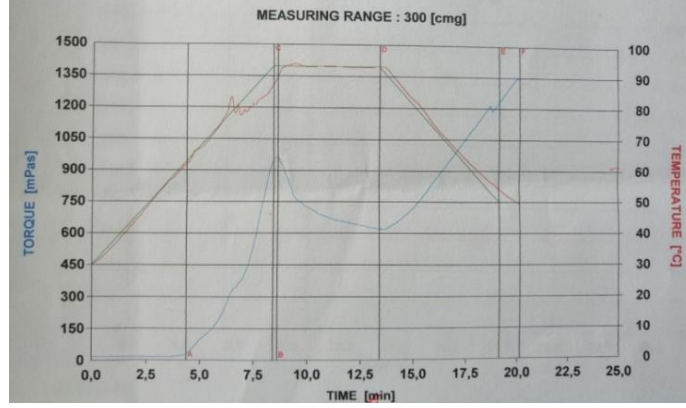
### **Tüketici Beğeni Testi**

Tüketici beğeni testine sunulan bisküvi numunelerinde iki kavuzsuz arpa çeşidi farklı oranlarda kullanılmıştır. Aşağıda belirtilen özellikleri beğeninize göre değerlendiriniz.

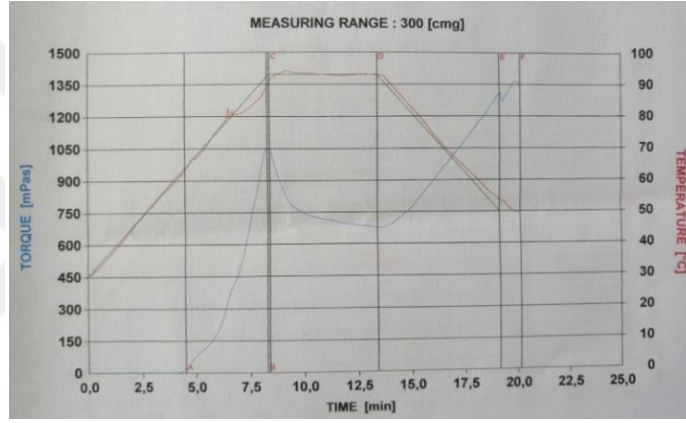
<b>Ürün Özellikleri</b>	<b>Standart</b>	<b>256</b>	<b>475</b>	<b>536</b>	<b>702</b>	<b>891</b>	<b>917</b>
Görünüm							
Bisküvi Rengi							
Parlaklık-Matlık							
Bisküvi İç Rengi							
Kabuk İç Renk Farkı							
Sıkı Yapı-Gözenek Dağılımı							
Sertlik							
Tat ve Aroma							
Gevreklik							
Çiğnenebilirlik							
Genel Beğeni							



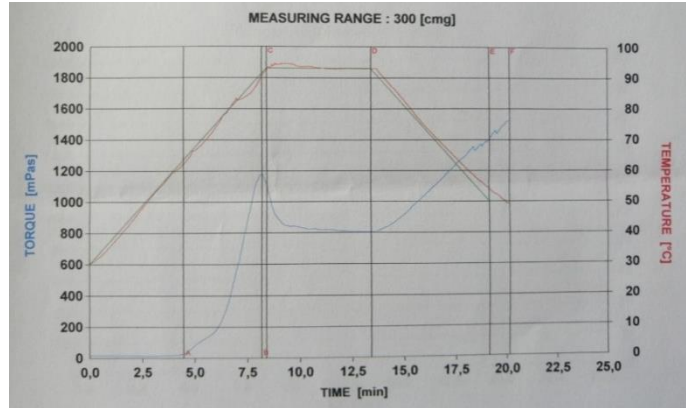
### EK-3. EKMEKLİK UNLARIN MİKRO VİSKO-AMİLOGRAF GRAFİKLERİ



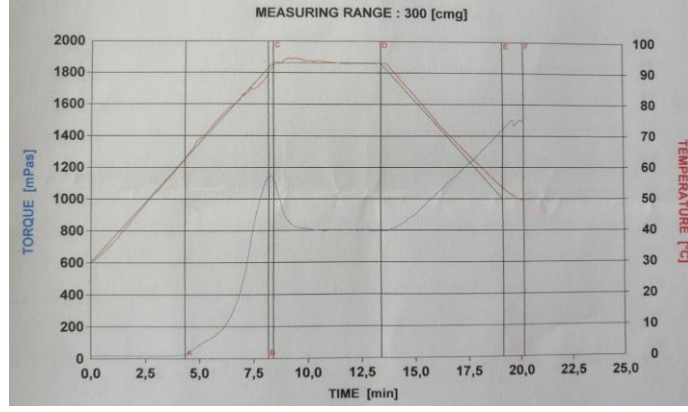
1. Ekmeklik buğday unu (kontrol unu) mikro visko-amilograf grafiği



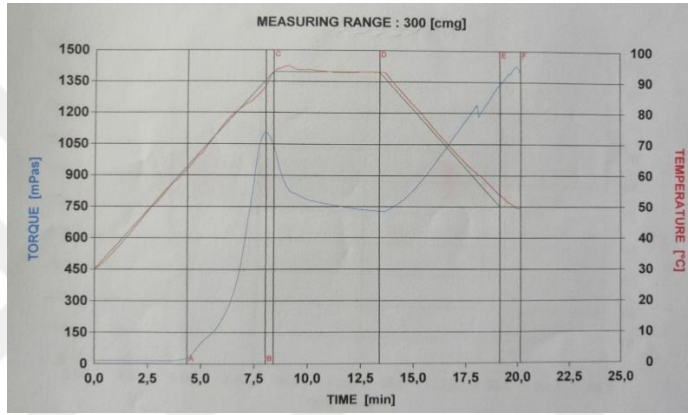
2. Ekmeklik buğday ununa %10 oranında Yalın tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



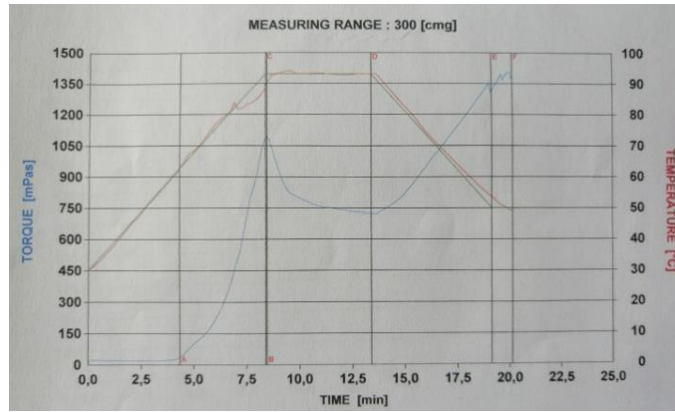
3. Ekmeklik buğday ununa %20 oranında Yalın tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



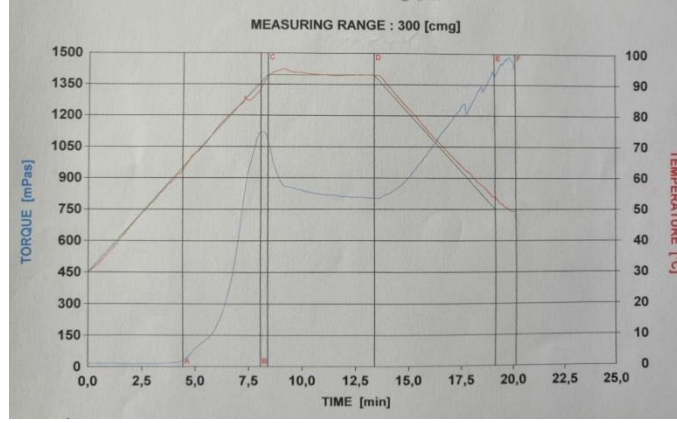
4. Ekmeklik buğday ununa %30 oranında Yalın tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



5. Ekmeklik buğday ununa %10 oranında Özen tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



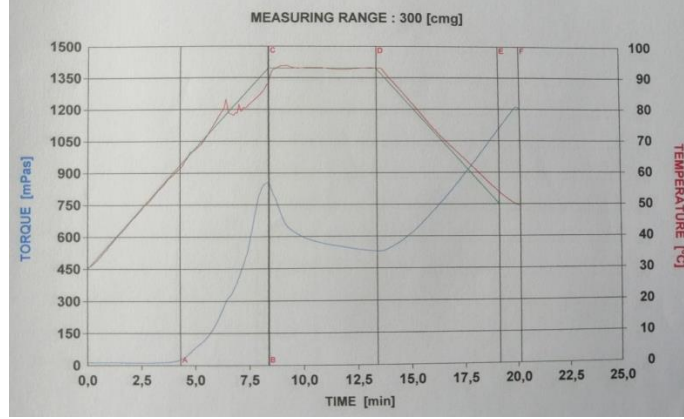
6. Ekmeklik buğday ununa %20 oranında Özen tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



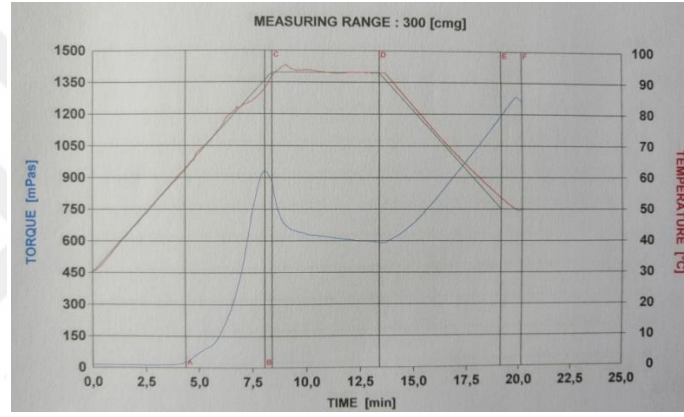
7. Ekmeklik buğday ununa %30 oranında Özen tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro viskoamilograf grafiği



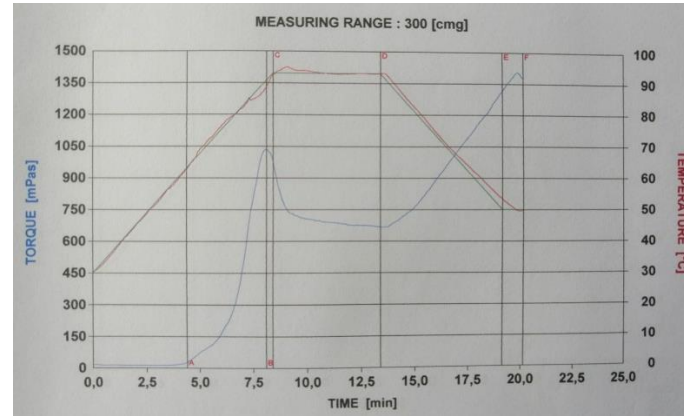
## EK-4. BİSKÜVİLİK UNLARIN MİKRO VİSKO-AMİLOGRAF GRAFİKLERİ



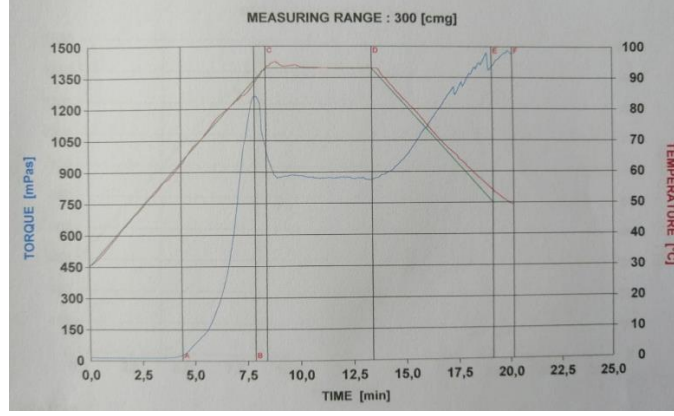
1. Bisküvilik buğday unu (kontrol unu) mikro visko-amilograf grafiği



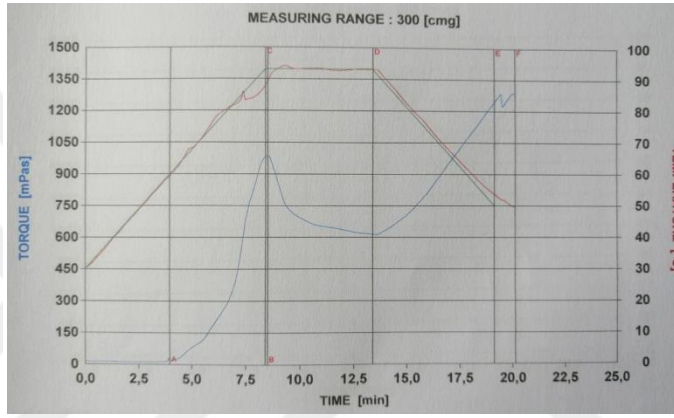
2. Bisküvilik buğday ununa %10 oranında Yalın tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



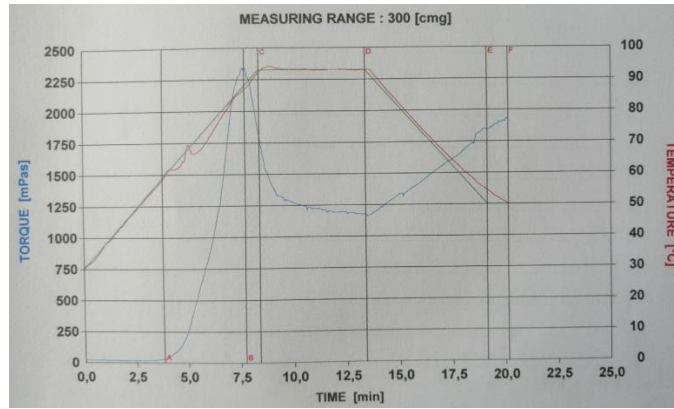
3. Bisküvilik buğday ununa %20 oranında Yalın tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



4. Bisküvilik buğday ununa %30 oranında Yalın tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



5. Bisküvilik buğday ununa %10 oranında Özen tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



6. Bisküvilik buğday ununa %20 oranında Özen tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği



7. Bisküvilik buğday ununa %30 oranında Özen tam arpa unu ilave edilen örneğin mikro visko-amilograf grafiği

