

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SÜNE ZARARINA UĞRAMIŞ BUĞDAY UNLARINA AİT HAMURUN
YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Servet BORAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK

TUNCELİ – 2025

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SÜNE ZARARINA UĞRAMIŞ BUĞDAY UNLARINA AİT HAMURUN
YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Servet BORAN
(200010003)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK

TUNCELİ – 2025

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SÜNE ZARARINA UĞRAMIŞ BUĞDAY UNLARINA AİT HAMURUN
YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Servet BORAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 07/04/2025 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza

Dr. Öğr. Ayşe Burcu
ATALAY
(Kahramanmaraş İstiklal
Üniversitesi)

BAŞKAN

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza

Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Nagihan KARAASLAN AYHAN
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB022-05

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu” ndaki hükümlere tabidir

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Servet BORAN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK

TEŞEKKÜR

İlgi, sabır ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eşim Evrim Zini BORAN'a, çalışmamın her aşamasında yardımını benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli arkadaşım Murat TURAN'A, yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmamın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarıyla beni yönlendiren, bana yol gösteren ve destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK'a, tez savunma jürimde yer alan Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK'e, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Burcu ATALAY'a, desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Nedim GÜRLER'e ve maddi desteklerinden dolayı Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

SERVET BORAN
TUNCELİ-2025



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER	III
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI
RESİMLER LİSTESİ.....	VII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	IX
ABSTRACT	X
ÖZET.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Buğday.....	3
2.2. Buğdayın Beslenmedeki Önemi	5
2.3. Dünya Buğday Üretimi ve Tüketimi.....	7
2.4. Buğday Zararlıları	10
2.5. Buğday Proteinlerinin Sınıflandırılması.....	14
2.6. Süne Zararının Buğday Ununa Etki Şekli	16
2.7. Sünenin Buğday, Hamur ve Ekmekte Meydana Getirdiği Sorunlar	17
2.8. Buğday Hamurunun Viskoelastik Davranışı ve İşlenebilirliğe Etkisi	20
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. Materyal.....	25
3.1.1.Hamur üretimi.....	26
3.2. Metot	26
3.2.1. Emgili tanenin ayrılması.....	26
3.2.2. Rutubet miktarı	27
3.2.3. Buğdayın bin tane ağırlığı	27
3.2.4. Hektolitre ağırlığı.....	27
3.2.5. Yaş gluten değeri.....	27
3.2.6. Kuru gluten	28
3.2.7.Gluten indeksi	28
3.2.8. Sedimentasyon değeri.....	28
3.2.9. Beklemeli sedimentasyon değeri.....	29
3.2.10. Kül miktarı	29
3.2.11. Chen Hoseney hamur yapışkanlık testi	29
3.2.12. Hamur sertlik testi	30
3.2.13. Kieffer hamur-gluten uzayabilirlik testi	30
3.2.14. Reolojik değerlendirmeler	31
3.2.15. Buğday örneklerine ait ATR FTIR spektrumlarının eldesi	32
3.2.16. CIELab renk değerleri	32
3.2.17. İstatistiksel analiz	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
4.1. Buğday Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Değerleri.....	34
4.2. Buğday Unlarına ait Bazı Fizikokimyasal ve Teknolojik Kalite Değerleri	36
4.3. Süneli Buğday İlavesinin Undaki Bazı Teknolojik Kalite Parametrelerine Etkisi	39
4.4. Hamur Örneklerinin Tekstür Değerleri	42
4.4.1. Hamur örneklerinin Chen Hoseney yapışkanlık testine ait özellikler	42

4.4.2. Hamur örneklerine ait sertlik değeri.....	46
4.4.3. Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait özellikler	47
4.5. Reolojik Değerlendirmeler	51
4.5.1. Salınım testine ait reolojik özellikler.....	52
4.6. Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektroskopisi (FTIR) ile Proteinlerin İkincil Yapılarının Belirlenmesi	59
4.7. Örneklerin CIELab Renk Değerleri	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
6. KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Bazı ülkelerin 2024/2025 yılına ait buğday üretim miktarları	8
Şekil 2.2. Sünenin yaşam döngüsü	12
Şekil 3.1. Renk uzay düzlemi	33
Şekil 4.1. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Chen Hosney testi yapışkanlık değerleri	43
Şekil 4.2. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Chen Hosney testi yapışma kuvveti değerleri.....	44
Şekil 4.3. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Chen Hosney testi hamur gücü değerleri.....	45
Şekil 4.4. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerine ait sertlik değerleri.....	46
Şekil 4.5. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzamaya karşı direnç değerleri.....	48
Şekil 4.6. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzayabilirlik değerleri.....	49
Şekil 4.7. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen gluten örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzamaya karşı direnç değerleri.....	50
Şekil 4.8. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen gluten örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzayabilirlik değerleri	51
Şekil 4.9. S. Odeska kontrol hamur örneğine ait viskoelastik özelliklerinin gerilime göre değişimi.....	52
Şekil 4.10. S. Odeska kontrol hamur örneğine ait viskoelastik özelliklerinin frekansa göre değişimi	53
Şekil 4.11. Bayraktar-2000 buğday hamuruna ait FTIR spektrumları	60
Şekil 4.12. Bayraktar-2000 buğday glutenine ait FTIR spektrumları	61
Şekil 4.13. S. Odeska buğday hamuruna ait FTIR spektrumları.....	61
Şekil 4.14. S. Odeska buğday glutenine ait FTIR spektrumları.....	62

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Yetişkin bireyler için tavsiye edilen esansiyel amino asit seviyelerinin buğday tanesi ve unundaki miktarları	7
Tablo 2.2. Gluten yapısının sınıflandırılması	16
Tablo 4.1. Bayraktar-2000 buğday çeşidine ait bazı fizikokimyasal değerler	35
Tablo 4.2. S. Odeska buğday çeşidine ait bazı fizikokimyasal değerler	36
Tablo 4.3. Bayraktar-2000 buğday ununa ait bazı fizikokimyasal ve teknolojik değerler	37
Tablo 4.4. S. Odeska buğday ununa ait bazı fizikokimyasal ve teknolojik değerler	39
Tablo 4.5. Farklı oranda süne emgili tane ilavesinin Bayraktar-2000 buğday ununa ait teknolojik kalite parametreleri üzerine etkisi	41
Tablo 4.6. Farklı oranda süne emgili tane ilavesinin S. Odeska buğday ununa ait teknolojik kalite parametreleri üzerine etkisi	42
Tablo 4.7. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli Bayraktar-2000 unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 0.1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri.....	56
Tablo 4.8. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli Bayraktar-2000 unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri.....	56
Tablo 4.9. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli Bayraktar-2000 unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 10 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri.....	57
Tablo 4.10. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli S. Odeska unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 0.1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri.....	57
Tablo 4.11. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli S. Odeska unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri.....	58
Tablo 4.12. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli S. Odeska unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 10 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri.....	58
Tablo 4.13. Bayraktar-2000 ve S. Odeska örneklerine ait tane, un ve hamur renk değerleri	65

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.1. Süne (<i>Eurygaster integriceps</i>)'nin görünüşü.....	11
Resim 1.2. Süne zararına maruz kalmış buğday taneleri.....	18
Resim 3.1. Buğday numune alımı ve paketlenmesi	26



SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
γ_0	: Maksimum gerinme
η^*	: Kompleks viskozite
σ_0	: Maksimum gerilme
<	: Küçük
>	: Büyük
a^*	: Renk boyutsuzluğu (+kırmızılık – yeşillik)
b^*	: Renk boyutsuzluğu (+sarılık – mavilik)
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetreküp
d/d	: Devir/dakika
Da	: Dalton
da	: Dekar
g	: Gram
G^*	: Kompleks modülüs
G'	: Elastiklik modülüs
G''	: Akışkanlık modülüs
ha	: Hektar
hL	: Hektolitre
Hz	: Hertz
kDa	: kDa
kg	: Kilogram
L^*	: Renk boyutsuzluğu (+koyuluk /açıklık)
m	: Metre
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm/s	: Milimetre/saniye
N	: Newton
N.s	: Newton.saniye
°	: Derece
°C	: Santigrat
Pa	: Pa
s	: Saniye
$\tan\delta$	: Faz açısı
α -	: Alfa
γ -	: Gamma
ω	: Omega
cos	: Cosinüs
sin	: Sinüs
ω	: Açısal hız
η'	: Dinamik viskozite
η''	: Elastiklik viskozitesi

KISALTMALAR LİSTESİ

AACC	: American Association of Cereal Chemists (Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği)
ANOVA	: Varyans analizi
ATR FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Azalan Tam Yansıma Spektroskopisi
BM	: United Nations (Birleşmiş Milletler)
CIE	: Commission Internationale de l'Eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)
DMA	: Düşük molekül ağırlıklı
FAO	: Gıda Tarım Örgütü (Birleşik Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)
GA	: Gluten alt birimleri
GI	: Gluten indeksi
Gli	: Gliadin
Glu	: Glutenin
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
ICC	: International Association for Cereal Science and Technology (Uluslararası Hububat Bilimi ve Teknolojisi Birliği)
OMA	: Orta molekül ağırlıklı
Ort	: Ortalama
PEP	: Prolil endoproteaz
SDS-PAGE	: Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektrofozi
snPEP	: Süne Prolil endoproteaz
UNU	: United Nations University (Birleşmiş Milletler Üniversitesi)
USA	: Amerika Birleşik Devletleri (United States of America)
YMA	: Yüksek molekül ağırlıklı
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ÖZET

Buğday günlük besin öğelerini karşılama yanısıra içerdığı öğelerin işlenebilirlik kapasitelerinden dolayı tarih boyunca hem tüketicilerin hem de araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bu bağlamda mevcut çalışmada 2024 hasat dönemine ait Tunceli İlinde ekimi yapılmış Bayraktar-2000 ve Selenivka Odeska (S. Odeska) ekmeklik buğday çeşitlerinin fizikokimyasal, teknolojik ve reolojik kalite parametreleri incelenmiştir. Gluten indeksi, sedimantasyon ve beklemeli sedimantasyon gibi teknolojik kalite parametrelerinin undaki emgili tane oranındaki artışa bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir. Her iki buğday çeşidine %3, 4.5 ve 6 oranında süneli tane ilave edilerek elde edilen unlardan üretilen hamurların tekstürel parametreleri (yapışkanlık, sertlik, uzayabilirlik), reolojik özellikleri (elastiklik modülüs, akışkanlık modülüs, kompleks modülüs, kompleks viskozite), ATR-FTIR (Zayıflatılmış toplam yansıma Fourier dönüşüm kızılötesi) spektrum görüntüleri ve kapsamlı bir CIELab renk değerlendirmesi yapılmıştır. Bayraktar-2000 ve S.Odeska buğdaylarının bin tane ağırlıkları sırasıyla 43.32 ± 0.64 ve 32.6 ± 1.65 g olarak belirlenmiştir. Bayraktar-2000 ve S. Odeska çeşitlerinin yaş gluten değerinin sırasıyla $\%23.3 \pm 1.69$ ve $\%36.4 \pm 2.21$ olduğu tespit edilmiştir. Hamur örneklerine ait yapışkanlık değerlerinin süneli tane oranındaki artışla birlikte yükseldiği belirlenmiştir. Hamur işlemede önemli bir özellik olan uzamaya karşı direnç parametresine ait en yüksek değerin S. Odeska çeşidinin kontrol ($1.19N \pm 0.05$) grubunda elde edildiği ve süneli tane ilavesindeki artışla birlikte bu değerin azaldığı görülmüştür. Dinamik osilasyon testi sonucunda hamur örneklerine ait elastiklik modülüsünün akışkanlık modülüsünden yüksek olduğu ve frekans tarama testi boyunca elastiklik, akışkanlık ve kompleks modülüs değerinin yükseldiği fakat kompleks viskozite değerinin düştüğü belirlenmiştir. Örneklerin hamur ve glutenlerine ait FTIR spektrumları incelendiğinde hem 1635 cm^{-1} civarındaki amid-I bandına hem de 1537 cm^{-1} 'deki amid-II bandına ait pik şiddetlerinin gluten örneklerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yine FTIR grafiği incelendiğinde süne emgi oranı arttıkça amid-I ve amid-II'ye ait pik şiddetinin arttığı görülmüştür. Her iki buğday örneğinin tane, un ve hamuruna ait renk değerleri incelendiğinde en yüksek L^* parlaklık değerinin Bayraktar-2000 hamurunda, en yüksek sarılık indeksi değerinin S. Odeska hamurunda ve en yüksek beyazlık indeksi değerinin Bayraktar-2000 un örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca süne emgili tanelere ait L^* parlaklık değerinin sağlam buğday tanelerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tüm değerler incelendiğinde buğdaylara ait yaş gluten, gluten indeksi, sedimantasyon ve beklemeli sedimantasyon değerlerinin hamur yapışkanlığı, sertliği ve uzamaya karşı direnç gibi gluten içeriği ve gluten kalitesini yansıtan parametrelerle ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Hamurun hem tekstür hem de reolojik parametrelerinde gluten miktarı ve kalitesinin önem arz ettiği ve pek çok parametrenin Bayraktar-2000 buğday çeşidinde daha zayıf bir durum sergilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak sünenin hamurda meydana getirdiği zararın etkileri farklı parametrelerle ortaya konulmuş ve hamur yapışkanlık, sertlik ve uzayabilirlik gibi parametreleri açık bir şekilde bozduğu tespit edilmiştir. Tekstür değerlerindeki bu eğilimin incelenen reolojik parametrelerin sonuçlarıyla örtüştüğü anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gluten, renk, uzayabilirlik, viskoelastik yapı, yapışkanlık

ABSTRACT

Investigation of Structural Properties of Dough Prepared from Wheat Flour Damaged by Sunn Pest

Wheat has attracted the attention of both consumers and researchers throughout history due to its ability to meet daily nutritional needs and the processability of the elements it contains. In this context, the present study investigated the physicochemical, technological and rheological quality parameters of the bread wheat cultivars Bayraktar-2000 and Selenivka Odeska (S. Odeska), cultivated in Tunceli Province during the 2024 harvest season. It was determined that technological quality parameters, such as gluten index, sedimentation and delayed sedimentation, decreased as the proportion of wheat kernels damaged by sunn pest in the flour increased. Doughs prepared from flours produced by incorporating 3%, 4.5%, and 6% sunn pest-damaged kernels into both wheat cultivars were subjected to a comprehensive analysis including textural parameters (stickiness, hardness, extensibility), rheological characteristics (storage modulus, loss modulus, complex modulus, complex viscosity), ATR-FTIR (Attenuated total reflectance Fourier transform infrared) spectral imaging, and an extensive CIELab color evaluation. The thousand kernel weights of Bayraktar-2000 and S. Odeska wheat cultivars were determined to be 43.32 ± 0.64 g and 32.6 ± 1.65 g, respectively. The wet gluten contents were determined as $23.3 \pm 1.69\%$ for Bayraktar-2000 and $36.4 \pm 2.21\%$ for S. Odeska. An increase in the proportion of sunn pest-damaged kernels was found to result in higher dough stickiness values. Resistance to extension, an important parameter in dough processing, reached its highest value in the control group of the S. Odeska cultivar ($1.19 \text{ N} \pm 0.05$), with a progressive decline observed as the proportion of sunn pest-damaged kernels increased. Dynamic oscillation (rheological) testing revealed that the elastic modulus of the dough samples was higher than the viscous modulus, and that throughout the frequency sweep test, the values of elastic modulus, viscous modulus, and complex modulus increased, while the complex viscosity decreased. When the FTIR spectra of the dough and gluten of the samples were examined, it was determined that the peak intensities of both the amide-I band around 1635 cm^{-1} and the amide-II band at 1537 cm^{-1} were higher in the gluten samples. In addition, when the FTIR graph was examined, it was seen that the peak intensity of amide-I and amide-II increased as the sunn pest absorption rate increased. When the color values of the grain, flour and dough of both wheat samples were examined, it was determined that the highest L^* brightness value was in Bayraktar-2000 dough, the highest yellowness index value was in S. Odeska dough and the highest whiteness index value was in Bayraktar-2000 flour samples. It was also determined that the L brightness value of wheat grains damaged by Sunn pest was lower than that of health wheat grains. When all values were examined, it was understood that wet gluten, gluten index, sedimentation and sedimentation values of wheat were related to parameters reflecting gluten content and gluten quality such as dough stickiness, hardness and resistance to extension. It has been determined that the amount and quality of gluten are important in both the texture and rheological parameters of the dough, and many parameters are weaker in the Bayraktar-2000 wheat variety. As a result, the effects of the damage caused by sunn pest in the dough were revealed with different parameters and it was determined that it clearly disrupted the parameters such as dough stickiness, hardness and extensibility. It was understood that this trend in texture values coincided with the results of the rheological parameters examined.

Keywords: Gluten, color, extensibility, viscoelastic structure, stickiness

1. GİRİŞ

İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan bitkisel ürünler canlılığın devamı için çok kıymetlidir. Bu ürünler günlük enerji ihtiyacını sağlamada, gelişim ve büyüme için etkin proteini ve mikro besin elementlerini karşılamada önemli role sahiptir. Ayrıca artan dünya nüfusunun gıda güvencesi açısından risk oluşturması bitkisel üretimi önemli hale getirmektedir. Bu bakımdan dünya genelinde gıda güvencesini de içine alan sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda 2030 yılına kadar açlığın sona erdirilmesi, tüm yetersiz beslenme biçimlerinin sonlandırılması, bitkisel üretimin iki katına çıkarılması ve sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu yönleriyle bitkisel üretim, beslenmenin sürdürülebilirliği ve açlığın bertaraf edilmesi açısından önem arz etmektedir.

Bitkisel üretimin bir parçası olan tahılların dünya çapında beslenmede önemli yere sahip olduğu bilinen bir gerçektir. Tahılların %41'inin insan beslenmesinde %35'inin ise hayvansal üretimde kullanıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte insani tüketimde en büyük paya sahip olan tahıl buğdaydır (Willett ve ark., 2019; Poutanen ve ark., 2022). Buğday, yaklaşık 300.000 potansiyel olarak yenilebilir bitki türünden biridir ve bunların 100'den biraz fazlası yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bunlardan sadece üçü olan mısır, pirinç ve buğdayın tüm insan kalorilerinin yaklaşık %60'ını sağladığı ve özellikle buğdayın dünya nüfusunun yaklaşık %35'i için temel bir ürün olduğu ve küresel kalori ihtiyacının %20'sini karşıladığı tahmin edilmektedir. Buğdayın 2022 yılında dünya çapında 221 milyon hektar alanda en yaygın yetiştirilen bitki olduğu ve bu alandan yaklaşık 781 milyon ton ürün elde edildiği tahmin edilmektedir (Erenstein ve ark., 2022; URL-1, 2024). Özellikle buğday tanesinin protein içeriği, hayvansal proteinin az veya pahalı olduğu bölgelerde beslenmede başlıca protein kaynağı olarak kabul edilmektedir. Protein içeriğinin yanı sıra tanede nişasta formundaki karbonhidratlar (%70-75) yağlar (%1-2), vitaminler (B vitaminleri gibi), mineraller (demir ve magnezyum gibi), lif (%2-3) ve su (%10-15) ihtiva etmektedir (Simon ve ark., 2020; Khalid ve ark., 2023). Bu bakımdan buğday tanesinin kimyasal bileşimi dünya çapında geniş bir kullanım alanı vermektedir. Buğday tanelerinin protein ve nişasta içeriği, unun pişirme kalitesini üzerine etki etmektedir (Biesiekierski, 2017; Fleitas ve ark., 2018; Laidig ve ark., 2022). Buğday proteinleri, özellikle de gluten, hamurun mukavemetini, elastikiyetini ve uzayabilirliğini belirlemede önemli bir rol oynayarak nihai pişmiş ürünlerin kalitesini belirleyen önemli bir faktördür (Ooms ve Delcour, 2019).

Gluten proteinleri, fermantasyon sırasında maya tarafından üretilen gazları hapseden güçlü ve elastik bir ağ oluşturarak ekmeğin yapısına katkıda bulunur ve iyi kabaran ve havadar bir ekmek elde edilmesini sağlar. Yüksek protein içeriğine sahip buğday çeşitleri genellikle ekmek yapımı için tercih edilir, çünkü işlenmesi daha kolay hamurlar üretir ve daha iyi hacim, doku ve kırıntı yapısına sahip ekmekle sonuçlanır (Baardseth ve ark., 2000).

Küresel olarak buğday, insan beslenmesinde kullanılan protein ve kalorinin yaklaşık %20'sini sağlaması dolayısıyla büyük öneme sahiptir. İklim değişikliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkan aşırı sıcak, soğuk ve kuraklık dönemleri, hastalık tehditleriyle birleştiğinde üretimde büyük zorlukları beraberinde getirmektedir. Güney enlemlerindeki her 2°C'lik sıcaklık artışı, buğday verimini %10-15 oranında azaltacağı tahmin edilmektedir. Dünya nüfustaki artışa yeterli gıda sağlamak için ortalama verimin 2050 yılına kadar %40 artması gerekecektir. (Erenstein ve ark., 2022). Bu bağlamda üretim ve işleme boyunca buğday tarla ve depo zararlılarının yanı sıra ürün işleme boyunca kayıpların en düşük seviyede tutulması gerekmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Buğday

Tahıl “*Gramineae*” familyasının tohumları olan buğday, mısır, çavdar, çeltik, arpa, yulaf ve darı gibi tanelerin tümünü temsil etmektedir (Altan, 1986). Bununla birlikte, 67 Kuzey enleminde yer alan İskandinavya ve Rusya ile 45 Güney enlemlerinde yer alan Arjantin’e kadar tropik ve sub-tropik bölgelerde yetişen rakipsiz bir bitkidir (Feldman, 1995). Ayrıca, çeşitliliğinin yanı sıra farklı toplumların kültürüne ve dini inançlarına yerleşmiş olması yönüyle de benzersiz özellik taşımaktadır (Shewry, 2009).

Bu bakımdan ekmeğin Yahudi ve Hristiyan geleneklerindeki önemi dikkat çekicidir. Yahudi Fısıh Bayramı'nda kullanılan sert yassı ekmek (matza) ile Hristiyan Efkaristiyası'nda (Kutsal Komünyon) kullanılan ekmek, her iki dinde de derin sembolik anlamlar taşımaktadır. Ayrıca, Roma Katolik Kilisesi ve bazı Protestan mezheplerinde ekmek yalnızca bir sembol değil, aynı zamanda Tanrı ile kurulan mistik bir birliğin aracı olarak kabul edilmektedir. Yahudilerin sert yassı ekmeğine benzer şekilde mayasız ince bir gofret gibi örneklerin yanı sıra Protestan mezhepleri ve Doğu Ortodoks Kilisesi'nde mayalı olarak üretildiği de görülmüştür. Özbekistan ve Kırgızistan gibi Orta Asya'nın büyük çoğunluğu Müslüman olan topluluklarının günlük yaşamında da kutsal sayıldığı bilinmektedir. Bu kültürde mayalı yuvarlak ekmekler (nan) pişirilmeden önce üstü damgalanmakla birlikte (şekiller çizilir) dik tutulmaları ve asla yere bırakılmamaları ya da halka açık yerlerde atılmamaları bir yönüyle kutsallık atfedildiğinin göstergesidir. Bu gelenekler buğdayın bazen güneş tanrısı ile eş tutulduğu Ortadoğu'daki eski yerli dinlerine dayanmaktadır. Ayrıca Ortadoğu'nun eski yerli dinlerinde güneş tanrısıyla eş tutulması ekmeğe verilen önemi de ifade etmektedir (Shewry, 2009).

Bitki olarak buğdayın ilk defa kültüre alımı günümüzden 10.000 yıl önce avcılık ve toplayıcılıktan yerleşik tarıma geçişin yaşandığı 'Neolitik Devrin' bir sonucu olarak meydana gelmiştir. Buğday grubunda tanımlanan *Triticum* ve *Aegilops* cinsleri Poaceae familyasına ait Triticeae oymağında yer almaktadır (Aktaş ve ark., 2018; Pandey ve ark., 2020). Buğdayın evcilleştirilme süreci, tarım tarihinin en önemli dönüm noktalarından biridir. Bilinen ilk kültür formları, diploid (AA genomlu) einkorn ve tetraploid (AABB genomlu) emmer buğdaylardır. Genetik araştırmalar, bu türlerin kökeninin Türkiye'nin güneydoğu kesimine işaret etmektedir (Heun ve ark., 1997; Nesbitt, 1998; Dubcovsky ve

Dvorak, 2007). Modern ekmeklik buğdayını temsil eden hekzaploid (AABBDD) genetik yapıya sahip buğdayların günümüzden yaklaşık 9000 yıl önce ilk kez Yakın Doğu'da tarımı yapılmaya başlanmıştır. (Feldman, 2001). Diploid ve tetraploidler açıkça doğal yaşam ortamlarında, hekzaploidlerin (ekmeklik buğday) ise özellikle ekim alanlarında melezleştigi düşünülmektedir. Hekzaploidler; ekili tetraploidlerin *Triticum tauschii*'nin yabani otlarla (*Aegilops tauschii* ve *Ae. squarosa*) doğal melezlenmesiyle ortaya çıkmıştır. Bağımsız birkaç kez gerçekleşen bu melezlenme neticesinde oluşan bu yeni form (hekzaploid) üstün özellikleri nedeniyle çiftçiler tarafından tercih edilmiştir. Bu tercih sonucunda günümüzde dünyamızın birçok coğrafyasına yayılmış ve insan beslenmesinde temel bir yere sahip olan ekmeklik buğday, hekzaploid formda olan *Triticum aestivum* türü içerisinde yer almaktadır (Szabo' ve Hammer, 1996; Shewry, 2009).

Buğdayın çıkış yerinden dünyaya yayılması Feldman (2001) tarafından açık bir şekilde anlatılmıştır. Avrupa'ya giden ana rota günümüzden 8000 yıl önce Anadolu üzerinden Yunanistan'a, oradan da 7000 yıl önce kuzeye doğru Balkanlar üzerinden Tuna'ya ve İtalya, Fransa ve İspanya'ya, nihayetinde de yaklaşık 5000 yıl önce ise İngiltere ve İskandinavya'ya ulaşmıştır. Benzer şekilde, buğday İran üzerinden Orta Asya'ya yayılmış ve yaklaşık M.Ö 3000'de Çin'e ve Mısır üzerinden de Afrika'ya ulaşmıştır. İspanyollar tarafından 1529'da Meksika'ya ve 1788'de Avustralya'ya tanıtılmıştır (Feldman, 2001).

Nispeten yeni bir kökene sahip olmasına rağmen, ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*), çok çeşitli ılıman iklim koşullarına adapte olabilen geniş bir genetik çeşitliliğe sahiptir. Bu genetik esneklik, dünya genelinde 25.000'den fazla tescil edilmiş ıslah çeşidinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Feldman ve ark., 1995). Yeterli su ve mineral maddelerinin mevcut olması ve zararlılar ile patojenlerin etkili bir şekilde kontrol edilmesi halinde, hektar başına 10 tonluk verim ile diğer ılıman iklim ürünleriyle karşılaştırıldığında iyi bir performans sergilediği belirlenmiştir. Ancak su ve besin maddelerindeki eksiklikler ile zararlıların ve patojenlerin etkileri, küresel ortalama verimin yaklaşık hektar başına 2.8 tona kadar düşmesine neden olsa da beslenme açısından önemli bir bitkidir. Yaygın ekiminin ve tüketiminin yanı sıra mekanik biçerdöverler veya geleneksel yöntemler kullanılarak kolayca hasat edilebilir olması, hasat sonrası su içeriğinin yaklaşık %15 kuru ağırlığın altına düşmesi ve zararlıların kontrol edilmesi koşuluyla tüketimden önce uzun süre bozulmadan saklanabilmesi de buğdayı önemli kılmaktadır (Shewry, 2009).

Buğdayın dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmesinde adaptasyon kabiliyeti ve yüksek verim potansiyelinin önemli rol oynadığına şüphe yoktur. Ancak, bu özellikler tek başına dünyanın büyük bir kısmındaki mevcut hakimiyetini açıklamak için yeterli değildir. Buğdayı diğer ılıman iklim mahsullerinden avantaj kılan en önemli özelliği, buğday unlarından elde edilen hamurların, çeşitli ekmekler ve diğer unlu mamuller (kekler ve bisküviler dahil), makarna ve erişte ve diğer işlenmiş gıdalara dönüştürülmesini sağlayan benzersiz özellikleridir. Buğdayı önemli kılan bu özellikler; gluten protein fraksiyonunu oluşturan tahıl depo proteinlerinin yapıları ve etkileşimleriyle ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Shewry, 2009).

Gluten, kimyagerler tarafından tanımlanan en eski protein fraksiyonlarından biridir ve ilk olarak 1728 yılında Beccari tarafından tanımlanmıştır (Bailey, 1941). Geleneksel olarak buğday hamurunun suda veya seyreltik tuz çözeltisinde hafifçe yıkanmasıyla geriye kalan %80 protein içeren yapışkan bir kütleyi temsil etmektedir. Geriye kalan kısmı ise, çoğunlukla protein matrisi içerisinde hapsolmuş durumda bulunan nişasta granüllerinden oluşur. Gluten proteinlerinin bu kadar basit bir prosedürle saf halde hazırlanabilmesi, alışılmadık özelliklerine bağlıdır. İlk olarak, Osborne tarafından 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başında suda veya seyreltik tuz çözeltisinde çözünmeyen ancak alkol/su karışımlarında çözünen bitki proteinleri üzerine yapılan klasik çalışmalarda 'prolaminler' olarak tanımlanmıştır (Osborne, 1924). İkinci olarak, gluten proteinleri arasında güçlü kovalent ve kovalent olmayan bağlar bulunmaktadır; bu da tüm fraksiyonun yapışkan ve bütüncül bir kütle olarak izole edilmesini mümkün kılmaktadır (Shewry, 2009).

2.2. Buğdayın Beslenmedeki Önemi

Buğday hem 100'ün üzerindeki birincil üretici ülkelerde hem de tarımsal olarak ekiminin mümkün olmadığı diğer ülkelerde insanlar tarafından yaygın biçimde ve sevilerek tüketilmektedir. Sömürge döneminde beğeni sağlamış tüketim kültürüne sahip fakat ekiminin yapılamadığı aşırı yağışlı bölgelerde ekmek ve diğer gıda ürünlerini sağlamak adına buğdayın ithal edildiği bilinen bir gerçektir. (Shewry, 2009; Erenstein ve ark., 2022).

Buğday tanesinin yaklaşık %60–70'ini ve beyaz unun %65–75'ini oluşturan yüksek nişasta içeriği, buğdayın çoğu zaman yalnızca bir kalori kaynağı olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır. Bu olgu, özellikle düşük proteinli ancak yüksek

verimli yem çeşitlerinin, soya fasulyesi ve yağlı tohum atıkları gibi protein açısından zengin kaynaklarla takviye edildiği hayvan yemi formülasyonlarında belirgin şekilde gözlemlenmektedir (Shewry, 2009).

Ancak buğday, ete kıyasla nispeten düşük bir protein içeriğine sahip olmasına (%8-15) rağmen, hem insan beslenmesinde günlük kalori ihtiyacının karşılanmasında hem de hayvansal üretimde, yıllık yaklaşık 60 milyon tonluk küresel soya fasulyesi üretimine eşdeğer düzeyde protein sağlamaktadır (Shewry, 2000). Bu açıdan bakıldığında, temel beslenmenin un ve unlu mamullere dayandığı, ekonomik açıdan dezavantajlı bölgelerde buğday proteinlerinin, günlük kalori alımındaki katkısı göz ardı edilmemelidir (Shewry, 2009).

Proteinlerde yaygın olarak bulunan 20 amino asitten 10 tanesi hayvanlar tarafından sentezlenemedikleri ve mutlaka diyetle alınmaları gerektiği için elzem (esansiyel) aminoasitler olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bu elzem aminoasitlerden yalnızca birinin eksikliği bile diğer aminoasitlerin etkili bir şekilde kullanılamaması sebebiyle parçalanarak vücuttan atılmasına yol açmaktadır. Esansiyel amino asitlerin hangileri olduğu ve bunlar için önerilen günlük alım düzeyleri konusunda literatürde önemli ölçüde görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Yetişkin bireyler için belirlenen en güncel ihtiyaç düzeyleri Tablo 2.1'de verilmiştir. Tam buğday tanesi ve ununa ait değerler ile karşılaştırıldığında, sadece lizinin eksik olduğu ve bazı esansiyel amino asitlerin gerekenden çok daha yüksek miktarlarda bulunduğu görülmektedir. Bununla birlikte, buğdayın lizin içeriği de Tablo 2.1'de gösterilen değerlerin yüksek protein içerikli tahıllar için tipiktir (Shewry, 2009).

Tablo 2.1. Yetişkin bireyler için tavsiye edilen esansiyel amino asit seviyelerinin buğday tanesi ve unundaki miktarları (mg.g⁻¹ protein) (Shewry, 2009).

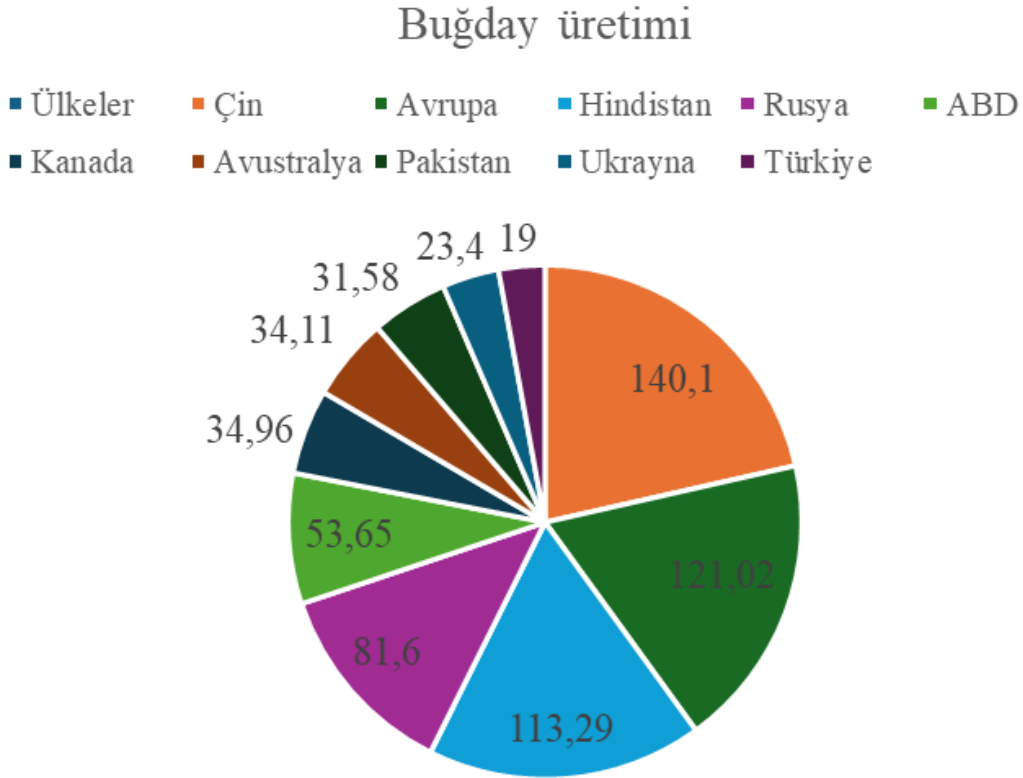
<i>Amino asit</i>	<i>FAO/WHO/UNU</i>	<i>Buğday</i>	
		<i>Tane</i>	<i>Un</i>
Histidin	15	23	22
İzolösin	30	37	36
Lösin	59	68	67
Lisin	45	28	22
Metionin+Sistein	22	35	38
Metiyonin	16	12	13
Sistein	6	23	25
Fenilalanin+Trozin	38	64	63
Treonin	23	29	26
Triptofan	6	11	11
Valin	39	44	41
Toplam Amino Asit	277	339	326

Fakat düşük proteinli tahıllarda bu oranın 30 mg/g proteinin üzerine çıktığı görülmektedir (Mosse' ve Huet, 1990) Yüksek proteinli tahılların lizin içeriğindeki bu oransal düşüş, özellikle tahıl verimini ve protein içeriğini artırmak için gübre uygulamalarının lizince fakir gluten proteinlerindeki artışlardan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Shewry, 2009).

2. 3. Dünya Buğday Üretimi ve Tüketimi

Dünyada yetiştirilen buğdayların hemen hemen %95'ini ekmeklik buğdaylar (*Triticum aestivum*) oluştururken geriye kalan %5'lik kısmı ise sert buğdaylar (*Triticum durum*) oluşmaktadır. Ülkemizde ise yetiştirilen ekmeklik buğdayların oranı ise %83 civarındadır (Szabo' ve Hammer, 1996; URL-2, 2013; Laba ve ark., 2022). Yıllara göre iklim ve yağış koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, Şekil 2.1'de gösterildiği üzere, 2024-2025 hasat sezonunda 140.1 milyon tonluk üretimiyle Çin, dünya buğday üretiminin %18'ini karşılamaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinin tamamı dikkate alındığında, toplam buğday üretimleri 120.02 milyon tonluk üretimle Dünya üretiminin yaklaşık %15'ini oluşturduğu görülmektedir. Nüfus büyüklüğüyle dikkat çeken

Hindistan'ın, 2024-2025 sezonunda 113.29 milyon ton buğday ürettiği görülmektedir. Bulunduğu iklim ve kuşak itibarıyla buğday üretimine uygun koşullarda yer alan ülkemizin ise 19 milyon tonluk üretimiyle 10. sırada yer aldığı belirlenmiştir (URL-3, 2025).



Şekil 2.1. Bazı ülkelerin 2024-2025 yılına ait buğday üretim miktarları (milyon ton) (URL-3, 2025)

Buğdayın küresel ölçekte kişi başına düşen yıllık ortalama gıda tüketimi 65.6 kg olup, bu miktar yaklaşık 175 kg olan toplam tahıl tüketiminin %37'sine karşılık gelmektedir (URL-4, 2020). Türkiye ise 200 kg'lık yüksek kişi başı buğday tüketimi ile önde gelen ülkelerden biri olmuştur (Braun ve ark., 2001). Dünya genelinde 173 ülkede tüketilen buğday, pirinçten sonra (kişi başına ortalama 81 kg, %46 pay) en yaygın tüketilen ikinci tahıl konumundadır. Ayrıca, 102 ülkede buğday tüketimi kişi başına yılda 50 kg'ı aşmaktadır (URL-4, 2020). Kuzey Afrika, Batı ve Orta Asya ile Avrupa gibi buğday tüketiminin kültürel olarak yerleşik olduğu bölgelerde, kişi başına yıllık buğday tüketimi diğer bölgelere kıyasla oldukça yüksektir. Küresel buğday tüketiminin %53'ünü gerçekleştiren Asya, ana tüketici konumundayken, bunu %26'lık pay ile Avrupa, %10'luk paylarla ise Amerika ve Afrika takip etmektedir (URL-4, 2020).

Buğdayın dünya genelinde beslenmedeki rolü, özellikle 1990'lara kadar gelir artışı, kentleşme ve buna bağlı olarak gelişen yaşam tarzı değişikliklerinden önemli ölçüde etkilenmiştir (URL-5, 2020). Ek olarak, önümüzdeki süreçte GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) ve kentleşmenin artmasıyla birlikte, tahıl dışı gıda tüketiminin kişi başına düşen miktarının da artacağı öngörülmektedir (URL-5, 2020). Büyüyen ekonomiler, artan küresel ticaret ve tüketici isteklerindeki değişiklikler, geleneksel beslenme biçimlerinin çeşitlenmesine yol açmış ve bu durum, özellikle bazı Asya ve Güney Afrika ülkelerinde kişi başına düşen buğday tüketiminin artmasına neden olmuştur (Awika, 2011). Bu duruma en iyi örnek, buğday tüketiminin artmasının özellikle Hindistan, Bangladeş ve Sub-Sahra Afrika ülkeleri gibi bölgelerde, gelir artışı, hızlı kentleşme ve yaşam tarzındaki değişikliklerle doğrudan ilişkilendirilmesidir (Mittal, 2007; Mason ve ark., 2015; Mottaleb ve ark., 2018). Buğday tüketimindeki bu artış, gıda işleme sektöründeki ilerlemelerle birlikte ucuz işlenmiş buğday bazlı gıdaları üretme ve bunları dünya çapında erişilebilir kılma arzusuyla doğrudan ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Erenstein ve ark., 2022).

Gıda güvencesi açısından önemli bir yere sahip buğday; değişen beslenme biçimleri, kentleşme ve nüfus artışına bağlı olarak talebi artırmaya devam edecektir. Dünya nüfusunun bugün 7.7 milyardan 2050 yılına kadar 2 milyar artarak 9.7 milyara (düşük ve yüksek doğurganlık varsayımlarına bağlı olarak 8.9-10.7 milyar) çıkması düşünülmektedir (URL-6, 2019). Bu durum kişi başına düşen yıllık tüketimin sabit olduğu varsayılsa dahi, 2050 yılına kadar gıda amaçlı buğdayda yıllık 132 milyon tonluk (doğurganlık varsayımlarına bağlı olarak 106-224 milyon ton) bir artışın sağlanması anlamına gelmektedir (Erenstein ve ark., 2022). Ancak üretilen buğdayın %66'sının insani tüketim için kullanıldığı düşünülürse gıda amaçlı buğday ihtiyacı belirlenen rakamların çok üzerinde olacaktır. Bununla birlikte beşte biri hayvansal üretimde kullanılan tahılların hayvan beslemedeki oranı da artacaktır. Sadece hayvan yemi olarak değil aynı zamanda üretimin %5'inin tohum olarak kullanıldığı ve üretim ve işlemeden kaynaklı kayıplar da düşünüldüğünde insan beslenmesinde kullanımı her geçen gün daralmaktadır.

Buğdayın ne şekilde kullanıldığı ülke gelir durumuna göre belirgin bir farklılık göstermektedir. Düşük/düşük orta gelişmiş ülkelerde büyük oranda gıda olarak kullanıldığı (%79), yem kullanımında ise %10 ve nispeten daha düşük tohum ve işlemeden kaynaklı daha yüksek kayıplar (%5) olduğu görülmektedir. Üst orta ve gelişmiş ülkelerde ise gıda olarak kullanımı %60'a düşerken, yem üretiminde %26'ya yükselmekte ve nispeten daha yüksek tohum kullanımı ile daha düşük işleme kayıpları gözlemlenmektedir. Ayrıca,

buğdayın yem olarak kullanımının özellikle Avustralya’da yoğunlaştığı, ardından Avrupa ve Doğu Asya’nın da belirgin olduğu tespit edilmiştir. Gıda kullanımı ise özellikle Güney Asya, Sub-Sahra Afrika ve Latin Amerika gibi bölgelerde yüksek seviyelere ulaştığı belirlenmiştir. Özellikle Sub-Sahra Afrikası’nda buğday tüketiminin büyük kısmının kentsel nüfusta yoğunlaştığı ve talebin büyük ölçüde ithalattan sağlandığı ifade edilmiştir (Mason ve ark., 2015).

2.4. Buğday Zararlıları

Buğdayın işlenebilirlik kriterleri ve hasat miktarının ekimi yapılan çeşidin nitelikleri ve büyüme şartlarının (iklim, sulama, bakım ve toprak özellikleri) yanında hem gelişim sürecinde hem de muhafaza koşullarında görülen hastalık ve zararlıların etkisiyle değişebileceği ifade edilmiştir (Lodos, 1961; Tuncer ve ark., 2002). Buğdayda hasat öncesi verimin ve kalitenin düşmesine sebep olan hastalıkların başında pas, sürme zararlıların başında ise süne (*Eurygaster* spp.) ve kımıl (*Aelia* spp.) gelmektedir (Lodos, 1961; Atlı ve ark., 1988a ve 1988b; Sivri, 1998). Süne ve kımıl 2 ayrı böcek olsalar bile yaşam döngüleri ve buğdaya verdikleri zarar ve zararın yönü itibarıyla birbirlerine çok benzedikleri ifade edilmiştir (Kretovich, 1944; Paulian ve Popov, 1980; Türker 1998). Özellikle gelişim dönemlerindeki iklimi ve yağış etkenlerinden dolayı farklılık gösterse de ülkemizde sünenin kımıla göre daha fazla zarar verdiği tespit edilmiştir (Özkan ve Mümtazoğlu, 2015).

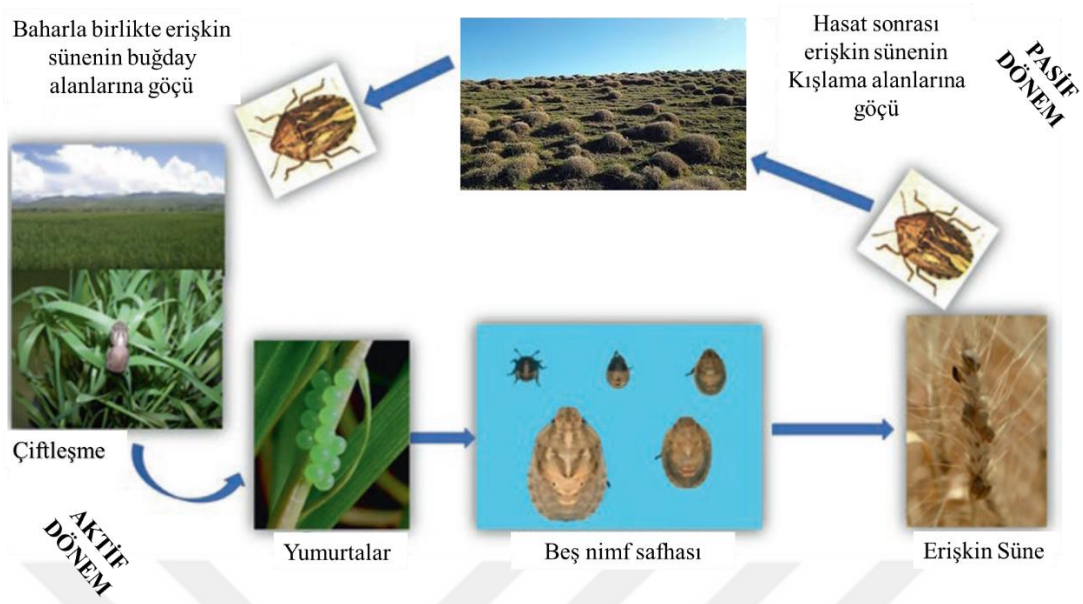
Buğdayda Süne (SP), *Eurygaster integriceps* Puton dışında görülen önemli böcek zararlılarından bazıları Hessian sineği (HF), Mayetiola destructor (Say), Rus buğday yaprak biti (RWA), Diuraphis noxia (Kurdjumov), Avrupa buğday sap sineği (WSSF), Cephus pygmaeus (L.) ve tahıl yaprak böceği (CLB), Oulema melanopus (L.) olarak rapor edilmiştir (El Bouhssini ve ark., 2021).

Literatürde “sunn pest”, “cereal bug”, “suni bug”, “chinch bug”, “stink bug”, veya “wheat bug” gibi farklı isimler verilen süne (*Eurygaster* spp.) ülkemizin ekili buğday alanlarının (Resim 1.1) tümünde görülebilmektedir (Sivri, 1998). Ticari anlamda önemli kayıplara yol açan ve ülkemizde 7 türünden en yaygın görüleni *Eurygaster integriceps* Put. olmasına rağmen dünyada 15 türünün görüldüğü bunlardan en önemlilerinin ise “*Eurygaster integriceps* Put., *Eurygaster maura* L. ve *Eurygaster austriacus* Schr.” olduğu bilinmektedir (Lodos, 1961; Dörtbudak, 1974).



Resim 1.1. Süne (*Eurygaster integriceps*)'nin görünüşü

Süne, kalkan böceği (Scutelleridae) ve pis kokulu böcek (Pentatomidae) ailelerindeki gerçek böceklerin birliğine verilen ortak bir isimdir. *Eurygaster* cinsi, kalkan böceği familyasında (Hemiptera: Scutelleridae) yer alan *Eurygaster integriceps* Puton türü buğday ve arpada ekonomik açıdan en önemli böcek zararlılarından biri olduğu ifade edilmektedir. Sünenin Türkiye'nin güneydoğusu, İran, Irak, Suriye, Lübnan, Ürdün, İsrail, Kazakistan, Özbekistan, Kırgızistan, Tacikistan, Afganistan ve Pakistan topraklarında 15 milyon hektardan fazla alanı istila ettiği bilinmektedir (Parker ve ark., 2002; Trissi ve ark., 2006; Parker ve ark., 2011). Sadece İran'da sünenin buğday ve arpadaki kalitatif ve kantitatif zararı 9 milyon tonu aşmaktadır (Abdollahi, 2004). Mevcut durumda ülkemizin de içinde bulunduğu Kuzey Yarımküre de 25° ve 55° Kuzey enlemleri ile 20° ve 80° Doğu boylamları arasında geniş bir alana yayılmış Avrupa'nın kuzeyi dışında diğer Avrupa, Orta ve Yakın Doğu ile Kuzey Afrika ülkelerinde yaygın olduğu görülmüştür (Paulian ve Popov, 1980; Javahery, 1995; El Bouhssini ve ark., 2002). Ancak konu ile ilgili dikkati çeken başka bir durum ise küresel iklim değişikliğiyle birlikte bu zararlının Avrupa'da da etki alanının genişlemesidir. Bu doğrultuda mevcut ve gelecekteki emisyon senaryoları dikkate alınarak süne zararlısının 2030, 2070 ve 2100 yıllarına ait dağılım ve genişleme modelleri geliştirilmiştir (Aljaryian ve ark., 2016). Model parametreleri incelendiğinde, kuzey enlemlerine doğru kademeli olarak gelişim koşullarının optimum hale geleceği, Finlandiya ve İsveç gibi ülkelerin yanı sıra 2100 yılına kadar kutuplara doğru yayılacağı tahmin edilmiştir (Aljaryian ve ark., 2016).



Şekil 2.2. Sünenin yaşam döngüsü Tadesse ve ark., 2022’ den uyarlanmıştır.

Süne, monovoltin bir yaşam döngüsüne (yılda bir nesil üreten) sahip olup, bu yaşam döngüsünün gelişim dönemleri jeolojik konumuna göre değişiklik göstermekte ve Şekil 2.2’de gösterildiği üzere, iki ana dönemde gerçekleşmektedir (El Bouhssini ve ark., 2004a, 2004b; Iranipour ve ark., 2010). Bu dönemleri sırasıyla büyüme ve gelişmesinin buğday ve arpa tarlalarında gerçekleştiği aktif (beslenme) dönem ile ürün hasadıyla birlikte sıcak-kurak ayların başlangıcından sonra başlayan pasif (beslenme dışı) dönem temsil etmektedir (Parker ve ark., 2011). Aktif dönem ortalama günlük sıcaklık 10 °C’yi aştığında kışlamış yetişkinlerin tarlalara göç etmesiyle başlamakta, düşük sıcaklık ve yetersiz yağışa bağlı uzamakla birlikte yaklaşık 30 gün sürmektedir (Radjabi, 2000; Garjan ve ark., 2007; Alizadeh ve ark., 2010). Dişiler mahsulün çeşitli kısımlarıyla beslendikten sonra yapraklara, saplara veya yabani ot bitkilerine 70-80 yumurta bırakmaktadır. Yumurtalar 6-28 gün gelişimini tamamladıktan sonra larva olarak çıkmaktadır. Larvalar, yumurtadan çıkma aşamasından itibaren buğdayla beslenen beş evrede (gömlek değişimi) gelişmektedir. İlk dört evrede yaprak ve tomurcuklarla beslenen süne, beşinci evrede ergin hale gelerek çoğunlukla gelişmekte olan tanelerle beslenmektedir. Kışlama dönemi için yeterli yağ rezervi biriktirmek amacıyla erginler beslenmeye devam etmektedir (Davari ve Parker, 2018).

Süne erginleri, buğday hasadından sonra yiyecek kalmadığında ve tarlalarda sıcaklık çok yükseldiğinde tekrar dağlara ve yüksek bölgelere göç etmektedir. Yetişkinler, *Artemisia* spp. ve *Astragalus* spp. gibi mera bitkileriyle ve meşe ve kozalaklı ağaçların altında, tarlalardan daha serin ve daha ıslak olan dağlarda beslenmeye devam etmektedirler (Parker ve ark., 2011). Yeterli yağ ve beslenme sağlandıktan sonra baharda tekrar canlanabilecekleri genellikle 1700-2200 m rakımdaki kuzey yamaçlarda toprak yüzeyinin altına çekilerek kış uykusuna yatmaktadır (Critchley, 1998; Parker ve ark., 2011; Karimzadeh ve ark., 2014; Toprak ve ark., 2014). Sünenin erginleri kışlama alanlarında 9-10 ay boyunca hareketsiz kalır ve ardından ilkbaharda tarlalara geri göç ederek beslenmeye başlamaktadır (Radjabi, 2000; Parker ve ark., 2011).

Tarlaya ulaşan yüksek yoğunluktaki erginlerin buğdayda meydana getirdiği ürün kayıpları arpa için %20-30 ve buğday için %50-90'a kadar ulaşabilmekte ve kontrol önlemlerinin yokluğunda ekonomik kayıplar %100'e varabilmektedir (Hariri ve ark., 2000; Kivan ve Kilic, 2005; Yazgaç ve Kirci, 2017; Vilkova ve ark., 2018). Rusya'da Süne zararının incelendiği bir çalışmada sünenin buğday tanesine verdiği zararın bölgeye, ekim amacına ve uygulanan kontrol önlemlerine bağlı olarak genellikle %0.2-12 ile %18-35 arasında olduğu ancak istisnai durumlarda %40-73.4'e kadar çıktığı görülmüştür (Kritskaya, 2006; Kamenchenko ve Naumova, 2008; Alekhin, 2009; Vilkova ve ark., 2012; Pavlyushin ve ark., 2015; Kapustkina ve Khilevskiy, 2020; Kapustkina ve Frolov, 2022).

Süne zararlısının etkisi bir başka bakış açısıyla incelendiğinde ise, özellikle tanedeki %12'lik zararın glutenin tam bozulmasını meydana getirirken, %6-10'luk zarar %22-25 daha düşük çimlenme kabiliyetine ve %18-21 daha düşük çıkış oranına karşılık gelir. Ülke ve standartlarına bağlı olmakla birlikte tanenin %10-20'sinin süne zararı görmesiyle ekmeklik buğday yemlik sınıfa düşmektedir (Vilkova ve ark., 1976; Zakharenko ve Zakharenko, 2005; Topchii, 2012; Pavlyushin ve ark., 2015a, 2015b; Kapustkina ve Nefedova, 2017; Kapustkina ve Frolov, 2022).

Ürünün yemlik sınıfa düşerek hayvan beslemede kullanılmasındaki esas sebep sünenin hem nimflerinin hem de erginlerinin yaprak, sap ve tanelerle beslenmesi sonucu hasatta buğdayın tane veriminde doğrudan bir düşüşe yol açmasıdır (Hosseininaveh ve ark., 2009; Fathi ve ark., 2010; Fathi ve Bakhshizadeh, 2014). Tane verimindeki kayıpları ürüne işlemede meydana getirdiği kusurlar takip etmektedir. Bu kusurların esas sebebi ise sünenin beslenme sırasında ön sindirimi artırmak için tahıllara tükürük enzimleri enjekte etmesidir. Böceğin salgıladığı bu enzimler, sindirim enzimi inhibitörleri ve antifeedantlar

gibi tanenin savunma kimyasallarının etkisini bertaraf etmeyi amaçlamaktadır (Mehrabadi ve ark., 2012; Mehrabadi ve ark., 2014). Proteolitik ve amilolitik karakterdeki bu enzimler, sünenin tükürüğü yoluyla tahılın içine enjekte edilen en sindirici gruplar arasındadır. Bu tükürük enzimleri tahılın glutenini parçalayarak hazırlanan hamurun pişirme kalitesini düşürmektedir (Hosseininaveh ve ark., 2009; Allahyari ve ark., 2010; Mehrabadi ve ark., 2012). Buğdaydaki %2-3 gibi düşük süne zararının etkisiyle glutende meydana gelen harabiyet unun tamamında lezzeti olmayan, gaz tutma gücü zayıf ve çabuk yanan bir özellik sağlayarak ekmek yapımında kullanımını kabul edilemez hale getirmektedir (Radjabi, 2000; Allahyari ve ark., 2010; Parker ve ark., 2011).

Sünenin buğday tanesine verdiği zararın geniş bir farklılık göstermesi nedeniyle, bazı araştırmacılar ve uzmanlar, belirli tahıl partileri için hasar tespitinin doğruluğu konusunda genellikle farklı görüşler beyan etmiştir. Bunun esas nedeni, üreticiler açısından tahıl kalitesinde büyük öneme sahip ekonomik değerdir. Süne zararlısının etkilediği tanelerin %2-4'ünün varlığı buğday partisini 3. sınıf kaliteye düşüreceğinin, %5-7'sinin varlığında insan tüketim için kullanılamayacağının ve yurtdışına ihraç edilen buğdaylarda %1'den fazla hasarlı tanenin bulunmasının ise ihracat fiyatını önemli ölçüde etkileyeceğini bilmek gerekir (Alekhin, 2009; Rylko, 2011; Koshkin, 2020).

Süne tarafından zarar gören taneler en yaygın olarak büyüteç veya stereo mikroskop kullanılarak görsel inceleme ile tespit edilmektedir (Alekhin, 2002; Köksel ve ark., 2002; Dizlek ve İslamoğlu, 2010; Burlaka ve Kaplin, 2015; Tonk ve ark., 2017; Aydoğan ve Ünlü, 2020; Kaputskina ve Frolov, 2022). Bu tespit; tane yüzeyinde beslenen böcekler tarafından bırakılan deliklerin belirlenmesiyle başlamaktadır. Tane üzerinde açık sarı, belirgin hatlı, genellikle koyu bir “nokta” içeren çökük noktalarla ifade edilen bu deliklerin olduğu bölgeye bastırıldığında kolayca ufalanan, hasarlı, gevşek ve unlu yapıya sahip olduğu vurgulanmaktadır. Tanenin etkilenen bölgesi, zararlının beslenme zamanına ve böceğin nimf dönemine bağlı olarak değişir ve böceklerin beslenme yerlerini yarı tüylü ve etli çekirdeklerde tespit etmenin oldukça güç olduğu ifade edilmektedir (Kapustkina ve Frolov, 2022).

2.5. Buğday Proteinlerinin Sınıflandırılması

Buğdayın protein yapısı; teknolojik işleme, nihai ürünün yapı ve hacmi gibi özellikleri bakımından diğer tahıllardan ayıran en önemli özelliğidir. Bu bağlamda yapılan

alışmalar incelendiğinde buğday proteini olarak glutenin çok bk öneme sahip olduğunu vurgulamak doğru olacaktır. Bu proteinler buğdayın depo proteinleri olarak bilinmekle birlikte toplam tahıl proteinlerinin yaklaşık %70-%80'ini yansıtmaktadır (Shewry, 2019; Wieser ve ark., 2020). Bununla birlikte, gluten proteinleri doğadaki en karmaşık protein agregatlarından birini oluşturmaktadır. Bu karmaşıklığın, genetik ve çevresel faktörlerin yanı sıra teknolojik süreçlere de bağlı olarak, gluten proteinlerinin niceliksel ve niteliksel bileşimini şekillendirdiği ifade edilmektedir (Weiser ve ark., 2023).

Buğday proteinleri geleneksel olarak Osborne fraksiyonları olarak adlandırılan farklı çözünürlüklerine göre dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar albüminler, globulinler, gliadinler, gluteninler (Osborne, 1907) ve artık proteinlerdir. Albminler suda ve seyreltik tuz çözeltisinde çözünürken, globulinler seyreltik tuz çözeltisinde çözünür ancak suda çözünmemektedir. Gliadinler sulu alkollerde, örneğin %60 etanol veya %50 propanolde çözünür, ancak suda ve tuz çözeltisinde çözünmemektedir. Yüksek molekül ağırlıklı (YMA)-gliadinler olarak adlandırılan monomerik proteinler ve oligomerik proteinler olarak alt gruplara ayrılabilir (Schmid ve ark., 2016). Doğal polimerik gluteninler ise bahsedilen  çözücüde çözünmemektedir (Wieser, 2007).

Oluşumları bitkilerin eklenmesinden yaklaşık 10 gün sonra başlayıp yaklaşık 20 gün sonra sona eren gliadinler ve gluteninler sadece nişastalı endospermde bulunmaktadır. Gluten proteinleri, nişastalı endosperm hücreleri içerisinde ayrı protein gövdeleri şeklinde birirmektedir. Tahılın olgunlaşması sırasında protein gövdelerinin birleşmesi sonucunda gliadinler ve gluteninler, nişasta granüllerinin gömülü olduğu sürekli bir gluten ağı oluşturmaktadır (Tosi, 2012).

Tablo 2.2. Gluten yapısının sınıflandırılması (Lexhaller ve ark., 2017)

Gluten yapısı	Gluten protein tipi	Grup	Molekül ağırlığı	%
Gliadinler	ω 5-Gliadinler	OMA	50900	5
	ω 1,2- Gliadinler	OMA	43900	6
	α -gliadinler	DMA	31800	35
	γ -gliadinler	DMA	35200	21
Gluteninler	DMA-GA	DMA	32000	24
	YMA-GA y	YMA	68700	9
	YMA-GA x	YMA	86800	

DMA: düşük molekül ağırlıklı, OMA: orta molekül ağırlıklı, YMA: yüksek molekül ağırlıklı, GA: Glutenin alt gruplar

Buğday için yüksek öneme sahip gluten proteinleri, aminoasit dizilimindeki benzerlik ve farklılıklara göre altı farklı tipte sınıflandırılmaktadır (Tablo 2.2.). Gliadinler; asit PAGE üzerindeki farklı hareketliliklerine göre α -, γ -, ω 1,2- ve ω 5-gliadinlere ayrılırken, gluteninler; sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid gelelektroforez (SDS-PAGE) üzerindeki hareketliliklerine göre yüksek molekül ağırlıklı-glutenin alt grupları (YMA-GA) ve düşük molekül ağırlıklı-glutenin alt grupları (DMA-GA) olarak sınıflandırılmaktadır (Lexhaller ve ark., 2017; Wieser ve ark., 2023). α -Gliadinler, γ -gliadinler ve DMA-GA'lar; 260 ila 330 aminoasit kalıntı uzunluğuna sahip gluten protein türlerinin DMA grubuna ait olup 28.000 ila 35.000 MA'na karşılık gelmektedir. Orta molekül ağırlıklı (OMA) grup, yaklaşık 370 amino asit kalıntısına ve 39.000 ila 44.000 MA'na sahip ω 1,2-gliadinlerin yanı sıra yaklaşık 420 amino asit kalıntısına ve 49.000 ila 55.000 MA'na sahip ω 5-gliadinleri içerir. YMA-GA ise YMA grubuna ait olup sırasıyla 83.000 ila 88.000 ve 67.000 ila 74.000 MA'larına eşdeğer yaklaşık 800 ve 600 aminoasit kalıntısı ile x-tipi ve y-tipi olarak alt bölümlere ayrıldığı belirtilmiştir (Juhász ve Gianibelli, 2006; Metakovsky ve ark., 2006; Shewry ve ark., 2006).

2.6. Süne Zararının Buğday Ununa Etki Şekli

Süne zararlısına maruz kalmış unlara geçen enzimler uygun sıcaklık ve nemle birlikte aktif hale geçmektedir (Dizlek, 2010). Süne zararlısının proteolitik ve amilolitik aktivitelerinin varlığı bilinmekle birlikte özellikle sindirim sisteminde tripsin, kimotripsin

ve elastaz benzeri birçok proteolitik aktivite gösteren enzimlerde tespit edilmiştir (Konarev ve Fomicheva, 1991; Kazzazi ve ark., 2005; Hosseininaveh ve ark., 2009; Özgür ve ark., 2009; Dizlek, 2010; Saadati ve Bandani, 2011; Mehrabadi ve ark., 2014). Özellikle sünenin emgi sırasında taneye bıraktığı proteolitik enzimler, gluten alt fraksiyonları olan glutenin ve gliadinlerin parçalanmasına neden olmaktadır (Sivri, 1998). Bu proteolitik enzimlerden en önemlisi Prolil endoproteaz (PEP) olarak bilinen ve karboksilik uçlarındaki prolin içeren peptitleri hidrolize eden serin proteazlarıdır (Polgar, 2002). Bakteriler, arkebakteriler, mantarlar, hayvanlar ve bitkiler dahil olmak üzere birçok organizmada tanımlanmış bu enzimin genel olarak 30 kDa veya daha küçük nispeten kısa peptitleri substrat olarak kullandığı tespit edilmiştir (Vishram, 2016). Süne zararlısına ait tükürükte bulunan ve glutenaz olarak da adlandırılan Prolil endoproteaz (spPEP) enziminin buğday açısından önemi; yüksek moleküler ağırlıklı gluten proteinlerini parçalayarak, tahıl dokusuna daha kolay nüfuz etmesi ve beslenmeden önce bu proteinlerin ön sindirimini sağlamasıdır (Critchley, 1998; Polgar, 2002; Adlidoost, 2007; Darkoh ve ark., 2010). spPEP doğal substratları büyük gluten proteinleri olması sebebiyle enzimin 140 kDa kadar yüksek moleküler ağırlıklı gluteninleri tercihen hidrolize ettiği bilinmektedir. Fakat hem yüksek hem de düşük moleküler ağırlıklı gluteninleri ve gliadinleri içeren gluten için genel bir özgülüğe sahip olması ve faaliyeti sonucu buğday proteinlerinin yapısını bozarak daha önce de değinildiği gibi unun nihai ürüne işlenmesinde büyük sorunlar oluşturması yönüyle önem arz etmektedir (Every, 1991; Perez ve ark., 2005; Wieser, 2007; Darkoh ve ark., 2010). Buğday proteinlerinin SpPEP ile sindirimi sonrası molekül ağırlığı 30 kDa'dan küçük fraksiyonların miktarı yükseldiği ifade edilmiştir (Aja ve ark., 2004).

2.7. Sünenin Buğday, Hamur ve Ekmekte Meydana Getirdiği Sorunlar

Kışlaklardan ovaya inmeye başlayan sünelerin hububata verdiği zarar, buğdayın hangi olgunlaşma dönemi içinde bulunduğuna bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu dönemlerde verdiği zarar kurtboğazı, akbaşak ve tane olarak sınıflandırılabilir. Kışlaktan ovaya inen kışlamış ergin süneler kardeşlenme zamanındaki hububatı kök boğazı üzerinde emmek suretiyle bitkiyi kurutmakta ve bitki başak veya tane bağlamamaktadır. Sünenin emgi yaptığı yerde de kurtboğazı zararı meydana gelir. Hububatta çiçeklenme zamanında başağın altında bulunan sapın emilmesi sonucu başak tane bağlamaz ve başağın bir kısmı veya tamamı kurumaktadır ve kuruyan bu başaklar beyaz renk almakta ve zarar

şekline de akbaşak zararı denilmektedir (Lodos, 1961; Yüksel, 1969). Bu iki etki şekil itibariyle tane oluşumunu etkileyerek verim kaybına neden olmaktadır.

Esas etki Resim 1.2’de görüldüğü şekliyle süt olum evresindeki buğdayın tane gelişim aşamasında görülmektedir. Buğday tanelerine hem erginler hem de nimfler süt olum aşamasında daha fazla zarar yaparken sertleşmiş veya sarı olum dönemine geçmiş tanelere daha az zarar yaptığı görülmektedir. Süt olum zamanındaki emgi, tanenin içini boşaltmakta, sonuç olarak tanenin büzüşmesine, hafiflemesine ve neticede tonajda ciddi bir zarara sebebiyet vermektedir. Ayrıca bin tane ağırlığı, hektolitre gibi buğdayın fiziksel özelliklerini negatif etkilemekte, buğdayın un verimini ve öğütme kalitesini de düşürmektedir (Lorenz ve Meredith, 1988; Atlı ve ark., 1988a ve 1988b).



Resim 1.2. Süne zararına maruz kalmış buğday taneleri

Hububatta buğday verimini Kurtboğazı ve akbaşak zararları azalttığı için buğday üreticisini, tanedeki emgi zararı ise buğdayın teknolojik kalitesini (özellikle hamur ve ekmek kalitesi ile un verimi) negatif yönde etkilediği için fırıncıları ve değirmencileri yakından ilgilendirmektedir (Paulian ve Popov, 1980; Critchley, 1998).

Dizlek ve Özer, (2015) çalışmalarında farklı buğday çeşitlerine süne zararlı buğday tanelerinin ilavesinin kalite özelliklerini incelemiştir. Buğday kitlesindeki süne zararındaki artışla bin tane ağırlığının ve hektolitre ağırlığının önemli ölçüde düştüğünü, ham protein, kuru gluten ve nişasta içeriklerinin kısmen azaldığını, düşme sayısı, beklemeli zeleny sedimantasyon testi ve gecikmeli gluten indeksi değerlerinin de düştüğünü belirlemiştir (Dizlek ve Özer, 2015; Başar ve ark, 2016).

Dizlek ve İslamoğlu, (2015) 6 çeşit buğdaydaki farklı süne emgili tane ilavesinin bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, zeleny sedimantasyon değeri, gecikmeli sedimantasyon değeri ve yaş gluten değerlerini azaltmasına rağmen özellikle gluten kalite parametrelerini (gecikmeli sedimantasyon ve gluten indeks) daha fazla etkilediği tespit edilmiştir (Dizlek ve İslamoğlu, 2015; Başar ve ark., 2016).

Kinaci ve Kinaci (2004)'te süne zararının neden olduğu hasarın derecesi, tahılın çeşidi ve tipine bağlı olarak bin tane ağırlığını, protein içeriğini ve sedimantasyon değerini etkilediğini belirlemiştir. Çalışmalarında, farklı çeşitlerde böcek zararı arttıkça bin tane ağırlığı, protein içeriği ve sedimantasyon değerlerinin sırasıyla %9, 17.4 ve 71.5 oranında düştüğünü tespit etmişlerdir (Kinaci ve Kinaci 2004). Canhilal ve ark., (2005) ekmeklik buğdayda %2.1'e sert buğdayda %0.9'a kadar emgili tanenin gluten mukavemetine bir etkisinin olmadığını fakat bu seviyelerin üzerindeki tane hasarının kaliteyi sınırlandırdığını ifade etmiştir (Canhilal ve ark., 2005). Dizlek (2010), buğday örneklerinde emgili tane oranındaki artışın %2'ye kadar hamur ve ekmek kalitesini olumsuz etkilemediğini, ancak oranın %2'nin üzerine çıkması durumunda hamur ve ekmek kalitesinin yüzdelik artışa bağlı olarak önemli oranda azaldığını ileri sürmüştür.

Buğday ununun kalitesi, ekmek gibi diğer unlu mamullerin üretiminde önemli bir teknolojik parametredir. Buğday ununun yapısından kaynaklanan protein (gluten) miktarı ve kalitesi, amilaz aktivitesi ve su emme kapasitesi ekmek yapımında önemli görülen özelliklerdir. Ancak, bu özellikler arasında en etkili olanının gluten miktarı ve kalitesi olduğu bilinmektedir. Glutenin miktarı ve kalitesi, unun pişirme kalitesini büyük ölçüde belirleyen önemli fonksiyonel özelliklerdir (Day ve ark., 2006; Dizlek ve Özer, 2021; Dizlek ve Awika, 2023). Gluten proteinini diğer proteinlerden ayıran temel özellik, daha önce de ifade edildiği gibi; güçlü bir hamur ağı yapısının oluşumuna katkı sağlaması, gaz tutma kapasitesi sayesinde hafif ve hacimli ürünlerin üretimine olanak tanınması ve hamura viskozite ile elastikiyet kazandıran başlıca protein olmasıdır (MacRitchie, 1984; Day ve ark., 2006; Delcour ve Hosene, 2010; Dizlek ve Awika, 2023). Ancak, gluten yapısını olumsuz etkileyen ve kararsızlaştıran herhangi bir faktör, ekmekte somun hacminde ve dokusal özellikler üzerinde önemli kalite düşüşüne yol açmaktadır. Süne (*Eurygaster integriceps*), buğday için en önemli tahrip edici böcek türüdür ve hasat öncesi hasara neden olarak buğday ununun verimini ve pişirme kalitesini düşürmektedir (Armstrong ve ark., 2019). Süne, gluten yapısını aşamalı olarak bozan ve parçalayan proteolitik enzimler içeren salyasıyla tahıllara bıraktığı proteolitik enzimler yüzünden kaba dokulu düşük hacimli

ekmek üretimine sebebiyet vermektedir (Matsoukas Morrison, 1990; Every, 1992). Süne emgi oranı %3-5 olan buğdaya ait unun reolojik ve pişirme kalitesini ciddi şekilde etkilediği ve %10'un üzerindeki daha yüksek hasar seviyelerinin genellikle hayvan beslemede kullanımı için tavsiye edildiği bildirilmiştir (Karababa ve Ozan, 1998; Hariri ve ark., 2000).

Özderen Ünsal., (2009) makarnalık buğday çeşitlerinin %0, %20 ve %40 süne hasarlı örneklerinden elde edilen irmikleri spagettiye işlemiş, böcek hasarı seviyesi arttıkça tüm çeşitlerin glutograf gerilme değerlerinin ve duyuşsal özelliklerinin (yapışkanlık, sertlik ve hacimlilik) önemli ölçüde azaldığını ifade etmişlerdir.

Süne ile ilgili bir başka çalışmada %2 süne emgili kitleyle üretilen ekmeğin kalitesinde düşüş olduğu, %4'te hala kabul edilebilir özellik gösterdiği fakat %4' ün üzerindeki değerlerde kabul edilemez olduğu belirlenmiştir (Dizlek ve Özer 2017). Buna rağmen ekmek üretim kalitesi açısından süne zararının kabul edilebilirliğinin %2'den daha düşük bir değer olduğu vurgulanmıştır (Karababa ve Ozan, 1998; Mutlu ve ark., 2014). Karababa ve Ozan (1998) hamurun ciddi şekilde deforme olması nedeniyle örneklerde %7'den fazla hasarlı tane varlığının ekmek kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek yapılan pişirme testinde hamurdaki ciddi deformasyon nedeniyle, ekmeğe puan dahi veremediklerini belirtmişlerdir. Süne hasarının ekmek kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için pişirme testi yapılmıştır. Hamurdaki ciddi deformasyon nedeniyle, numunedeki hasarlı taneler %7'den fazla olduğunda ekmek puanları alınamamıştır. %7'den daha az hasarlı taneye sahip örneklerden elde edilen somun ekmeklerinin ise düşük hacim ve kaba doku gösterdiği tespit edilmiştir (Every ve ark., 1989).

2.8. Buğday Hamurunun Viskoelastik Davranışı ve İşlenebilirliğe Etkisi

Özellikle buğday hamurunun viskoelastik özelliklerinden sorumlu olan gluten, ekmek yapım performansını ve nihai ürünlerin kalitesini etkileyen fonksiyonel bir bileşen olarak kabul edilir (Ćurić ve ark., 2001). Buğday gluteninin gliadin (Gli) ve glutenin (Glu) fraksiyonları, hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde farklı rollere sahip toplam buğday proteinlerinin işlevsel bir bölümünü oluşturur (Southan ve MacRitchie, 1999; Kukaite ve ark., 2004; Jakubauskiene ve Juodeikine; 20005). Gluteninler hamura elastikiyet, gliadinler ise viskozite ve uzayabilirlik kazandırdığından, genel reolojik özellikler bunların miktarına, bileşimine ve oranına bağlıdır (Tribio ve ark., 2000; Torbica

ve ark, 2010; Torbica ve ark., 2011). Süne zararının buğday hamurunun reolojik özellikleri üzerindeki etkisi; daha düşük Farinograf hamur gelişim süresi, hamur stabilitesi ve yoğurma tolerans değeri ile birlikte, daha yüksek yumuşama derecesi şeklinde karakterize edilmiştir (Karababa ve Ozan., 1998; Zoccatelli ve ark., 2004). Ayrıca, Alveograf deformasyon enerjisi, mukavemet ve uzayabilirlik ile ekstensograf enerjisinde de azalma kaydedilmiştir (Karababa ve Ozan., 1998; Zoccatelli ve ark., 2004; Torbica ve ark., 2007). Bu durum standart ve/veya modifiye yöntemle belirlenen daha düşük Gluten İndeksi (GI) ile ilişkilendirilebileceği ifade edilmiştir (Torbica ve ark., 2007; Torbica ve Mastilovic, 2008).

Buğdaya ait hamur işleneceği ürün tipine bağlı olarak yoğurma, açma, uzatma, ekstrüzyon gibi karmaşık deformasyonlara tabi tutulmaktadır (Delcour ve Hoseney, 2010). Bu deformasyonlar; uzayabilirlik, elastikiyet, viskozite, direnç gibi terimlerle ifade edilmektedir. Bu parametrelerden biri olan hamur uzayabilirliğinin ve uzamaya karşı direncin ekmekçilikte yüksek olması istenirken, bisküvi üretiminde uzayabilirliğin yüksek uzamaya karşı direnci düşük olması arzu edilmektedir. Hamurun işleneceği ürüne göre fikir veren bu parametreler üretici için de önem arz etmektedir (Meral ve ark., 2010; Aydoğan ve ark., 2012). Fırıncılık performansı açısından iyi bir buğday unu, uzamaya karşı direnç gösteren ve daha fazla uzama kapasitesine sahip özellikler sergilemektedir (Kokelaar ve ark., 1996; Sliwinska ve ark., 2004; Delcour ve Hoseney., 2010). Bu bilgiler doğrultusunda, uygun işleme ve başarılı bir fırınlama için hamurun uzamaya karşı direnç ve uzayabilirlik parametrelerinin belirli bir seviyede olması gerekmektedir. Hamur çok güçlü olduğunda, gaz baloncuklarının düzgün şekilde büyümesini engelleyerek, oluşacak ekmeğin yapısının daha küçük ve yoğun olmasına yol açabileceği belirtilmiştir. Özellikle mayalanma ve pişirme aşamalarında hamurun uzamaya karşı direncinin önemi gaz baskısına tepki olarak genişlemeyi sağlayacak kadar güçlü ve aynı zamanda gaz hücrelerinin çökmesini engelleyip büyük hacimli ekmek yapacak kadar dayanıklı olması şeklinde ifade edilmiştir (Nash ve ark., 2006; Caffè-Treml ve ark., 2010).

Hamurun reolojik özelliklerini incelemek amacıyla çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu kapsamda, buğday unu hamurunun fiziksel özelliklerini değerlendirmek üzere tasarlanmış ilk özel cihazlardan biri, yaklaşık 1930 yılında geliştirilen ve Brabender Farinograph olarak bilinen alettir (Janssen ve ark., 1995). Hamurun reolojik özelliklerini ölçmek için penetrometre, konsistometre, retetekturom, amilograf, farinograf, miksograf,

ekstansigraf, maturograf, fırında kabarma kaydedici ve alveograf gibi birçok cihaz kullanılmıştır (Mirsaeedghazi ve ark., 2008).

Bu testler ağırlıklı olarak tanımlayıcı bilgi vermekle birlikte kullanılan aletin türüne, test örneğinin büyüklüğüne ve geometrisine, ayrıca testin yapıldığı özel koşullarına göre değişen empirik testlerdir. Bu testlerin birçoğu genellikle tek nokta testleri olarak kullanılmaktadır. Ancak hamurun işleme ve pişirme sürecinde çok çeşitli gerilme durumları ve deformasyon oranlarına maruz kalması, reolojik özelliklerinin hem zamana hem de deformasyona bağlı olarak değişkenlik göstermesine neden olmaktadır. Bu nedenle, tek nokta testleriyle elde edilen veriler ile üretim hattındaki gerçek performans arasında genellikle uyumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Dobraszczyk ve Morgenstern, 2003; Mirsaeedghazi ve ark., 2008).

Hamurun viskoelastik yapısı nedeniyle, reolojik ölçümlerde kullanılan cihazların hem viskoz (akışkan) hem de elastik (esneklik) özellikleri değerlendirebilecek donanımına sahip olması gerekmektedir (Spies, 1997). Bu bağlamda, hamur reolojisinin incelenmesinde en yararlı test yöntemlerinden biri, reometre ile gerçekleştirilen dinamik salınım testidir. Dinamik salınım testiyle, özellikle hamurun viskoz (sıvı gibi akışkan) ve elastik (katı gibi gerilebilir) özelliklerini birbirinden ayırarak hamurun viskoelastik özelliklerini daha iyi analiz etme olanağı sağlamaktadır. Bu tür testler, hamurun mekanik özelliklerini anlamak ve ekmek üretiminde daha yüksek kaliteye ulaşmak için oldukça fayda sağlamaktadır (Mirsaeedghazi ve ark., 2008).

Dinamik salınım testi, hamurun reolojik özelliklerini belirlemede en faydalı yöntemlerden biridir. Hamur örneği iki plaka arasına yerleştirildikten sonra plakalardan birinin sabit bir açısal hızla dönme prensibine dayalı olan bu yöntem, hamurun viskoelastik özelliklerini incelemek için kullanılmaktadır. İşlem sonunda kontrollü gerilim koşulları altında hamurun davranışına ait önemli bilgiler elde edilmektedir (Mirsaeedghazi ve ark., 2008).

Reoloji, materyallerin uygulanan gerilme veya deformasyona nasıl tepki verdiğini inceleyen bir bilim dalı olarak ifade edilmektedir. Hamurun viskoelastik davranışını değerlendirmek amacıyla, gerilme ve deformasyon altında gerçekleştirilen reolojik analizler temel ölçüm yöntemleri arasında yer almaktadır. Ekmek hamuru, Hooke yasasına uyan bir katı ile Newtonyen olmayan viskoz bir sıvı bileşeninden oluşan, viskoelastik özellik gösteren ve kesme hızına bağlı olarak incelme (shear thinning) davranışı sergileyen bir malzemedir. Hamur, doğrusal olmayan reolojik bir davranış gösterse de çok düşük

gerilmelerde doğrusal bir davranış göstermektedir. Hamurda özellikle Elastiklik (Depolama) modülü (G') ve akışkanlık (kayıp) modülü (G'') değerleri materyalin reolojik özelliklerini hakkında tanımlayıcı bilgi vermektedir. Depolama modülü (G'), örneğin elastik bileşenin bir ölçüsü olarak kabul edilirken kayıp modülü (G'') değerinin ise örneğin viskoz bileşenini yansıttığı bilinmektedir (Mirsaeedghazi ve ark., 2008).

Hamurun viskoelastik davranışı başlıca gluten proteinine atfedilmektedir. Su-niştasta-gluten sistemi içerisinde protein miktarının artması, elastiklik modülü (G') değerini artırırken, akışkanlık modülü (G'') değerini azaltmaktadır. (Shiau ve Yeh, 2001; Rouillé ve ark., 2005). Ayrıca, yüksek protein kalitesine sahip hamurların, zayıf proteinli olanlara göre daha yüksek G' ve daha düşük $\tan \delta$ (faz açısı) değerine sahip olduğu vurgulanmıştır (Khatkar ve ark., 1995; Toufeili ve ark., 1999).

Hamurun viskoelastik davranışı, gluten yapısıyla doğrudan ilişkilidir. Gluten yapısında yer alan gliadin ve glutenin fraksiyonlarının farklı moleküler büyüklükleri, bu viskoelastik davranışın temelini oluşturmaktadır. Hamurun elastik (geri dönebilen) davranışı glutenin, viskoz (akışkan) davranışını gliadinin temsil ettiği ifade edilmiştir (Tsiami ve ark., 1997; Spies, 1997; Edwards ve ark., 2001). Khatkar ve ark., (1995) gliadin/glutenin oranının artmasıyla gliadinin plastikleştirici etkisi ve glutenin-glutenin etkileşimlerini bozması sonucunda elastiklik modülü (G') değerinin azaldığını, elastikiyetin önemli ölçüde düştüğünü ve faz açısı ($\tan \delta$) değerinin arttığını ifade etmişlerdir. Angioloni ve Rosa, (2005)'te gliadin/glutenin oranının artmasıyla birlikte, hamurun uzamaya karşı direnç değerini azalttığını ancak uzayabilirlik değerini arttırdığını ifade etmiştir.

Elastiklik modülü (G') ve akışkanlık modülü (G'') yüksek moleküler ağırlıklı glutenin fraksiyonlarının sayısı ve moleküler ağırlığı arttıkça azalma eğilimi gösterirken moleküler ağırlığın artması aynı zamanda gevşeme süresinin uzamasına neden olur. Bu bulgu, hamurun gevşeme eğiliminin, hamur içindeki moleküler ağırlık dağılımına ve özellikle glutenin alt fraksiyonlarının yapısal özelliklerine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır (Li ve ark., 2003).

Küresel çapta geniş bir alanda ekiminin gerçekleştirilmesi ve dünya nüfusunun çok büyük bir oranı için temel besin kaynağı olması buğdayın bitkisel üretim içindeki önemini arttırmaktadır. Buğday üretimi; artan nüfus, küresel iklim değişiklikleri ve kaybedilen topraklar (aşırı sulama, kirlenmiş topraklar) gibi nedenlere bağlı olarak odaklanması gereken bir konudur. Bunun yanı sıra hayvansal üretim kısmında maliyetlerin çok yüksek

olması ve üretim boyunca düşük miktarda ürün elde edilmesi ürün fiyatını arttırarak tüketicinin hayvansal ürün teminini güçleştirmektedir. Beslenmedeki yaygın kabulü ve çok çeşitli ürünlere işlenebilme potansiyeli sayesinde, buğday söz konusu güçlüğü aşmada etkili bir bitkisel kaynak olarak öne çıkmaktadır. Buğday bu kaynakların başında gelmekle birlikte sürdürülebilir beslenme açısından da önemli bir üründür. Buğdayın beslenme açısından sürdürülebilirliğini tehdit eden konulardan biri üretimde ürün kayıplarına sebebiyet veren hastalık ve zararlılardır. Buğdayda nihai üründe sorun oluşturan durumların başında tarladayken maruz kaldığı süne zararı gelmektedir. Bu zarar küresel çapta ve büyük boyutta gerçekleşmesi sebebiyle dikkate değerdir.

Bu bilgiler doğrultusunda üretici ve tüketicilerin dikkatini çekmek ve literatüre katkı sağlamak adına süne emgili buğday tanesi ilave edilmiş Bayraktar-2000 ve S. Odeska gibi iki buğday çeşidinin tane ve ununa ait fizikokimyasal ve teknolojik kalite parametreleri ile hamuruna ait tekstürel parametreleri (yapışkanlık testi, hamur ve gluten uzayabilirlik testi ve sertlik testi), örneklerin elastik, akışkanlık ve viskozite gibi viskoelastik davranışları ve protein ikincil yapılarının belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada, 2023 yılında kışlık ekimi yapılan iki çeşit beyaz ekmeklik Bayraktar-2000, kırmızı ekmeklik Selenivka Odeska (S. Odeska) buğday çeşitleri tercih edildi. Tunceli Merkez ve ilçelerinde üretilen 2024 yılı hasat dönemine ait sağlam ve süne zararına uğramış buğdayların bir kısmı Tunceli İli Mazgirt İlçesi TUNGAŞ Un fabrikasından bir kısmı da Merkeze bağlı Burmageçit, Çimenli ve Böğürtlen köylerindeki üreticilerden temin edildi. Bu buğdayların bir kısmı 5 kg'lık poşetlere, bir kısmı da 50 kg'lık çuvalara doldurularak serin ve kuru bir alanda muhafaza edildi (Şekil 3.1).

Süneli taneler, laboratuvarda süne zararına uğramış buğday kitlelerinden büyüteç yardımıyla beyaz ışık altında seçilerek elde edildi. Süne zararına uğramamış buğdaylara seçilen süneli tanelerden %3, 4.5 ve 6 (a/a esasına göre) olacak şekilde ilave edilerek çalışma için gruplar oluşturuldu. Buğday örneği öğütülmeden önce %16 neme ulaşması için 27 °C sıcaklıkta 16 saat süreyle tavlandı. Tavlanan buğday Ek3A'da gösterilen Microtest laboratuvar tipi valsli değirmende öğütülerek analiz edilinceye kadar serin ve kuru bir yerde hava ve nem almayacak şekilde depolandı. Her işlem sonrası değirmen temizlendi. Öğütme işlemi; düşük süne ilaveli gruplardan başlanarak gerçekleştirildi (Dizlek ve İslamoğlu, 2010).

- Kontrol grubu; Ek3B'de gösterilen süne zararının olmadığı kitleyi temsil etmektedir.
- Süne emgili gruplar; daha önce her bir buğday çeşidinden toplanılmış emgili tanelerden % ağırlık/ağırlık esasına göre ilave edilerek oluşturuldu.
- Süne emgili buğday: emgili kitleden seçilen ve sadece emgili taneleri temsil eden Ek3C'de gösterilen buğday kitlesini ifade etmektedir.

Kullanılan kimyasallar: Sodyum klorür (VWR-chemicals), Bromfenol mavisi (Carlo erba), 2-Propanol (Chemsolute), laktik asit (%85) (Tekkim), di-sodyum hidrojen fosfat dihidrat (Carlo erba), sodyum dihidrojen fosfat dihidrat (VWR chemicals).

3.1.1. Hamur üretimi

Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday çeşitlerine ait süne zararına uğramamış (Kontrol), %3, 4.5 ve 6 süneli tane ilave edilmiş buğdaylara ait un örneklerinin teknolojik, tekstürel ve reolojik kalite analizlerini gerçekleştirmek amacıyla hamur haline getirilmesi gerekmektedir. Hamur örnekleriyle ilgili yapılan analize göre işlem öncesi 50 ile 110 gram aralığında örnekler hazırlandı. Tüm örnekler için 25°C sabit oda sıcaklığında Bayraktar-2000 örnekleri %50 ve S. Odeska örnekleri ise %55 su (a/a) ilave edilerek 10 dakika süreyle elle hamur yoğruldu. Elde edilen hamur örnekleri (Ek3D) 15 dakika boyunca üstü örtülerek dinlendirilip test ve analize hazır hale getirildi.



Resim 3.1. Buğday numune alımı (a) ve paketlenmesi (b)

3.2. Metot

3.2.1 Emgili Tanenin ayrılması

Süne zararlı kitlelerin emgi oranlarının belirlenmesi ışık altında büyüteç yardımıyla emgili tanenin ayrılmasıyla gerçekleştirildi. Homojen buğday kitlesinden 100 adet örnek alınıp emgili taneler ayrılarak % süne emgi oranı belirlendi. Her buğday çeşidi için bu işlem 10 kez yapılmıştır (Babaroğlu ve ark., 2020). Farklı kitlelerden elde edilen emgi

değerlerinin Bayraktar-2000 için %2.85-6.75, S. Odeska için ise %0.75-3.5 aralığında olduğu tespit edildi.

3.2.2. Rutubet miktarı

Buğday ve un örneklerinin nem değerini belirleyebilmek için Ek3E’de gösterilen infrared nem tayin cihazı (Radwag MA 50.R, Polanya) kullanıldı. Buğday örnekleri analiz öncesi el tipi bir öğütücü ile daha küçük boyutlara öğütüldü. Cihaz haznesine yaklaşık 2 g örnek yayıldı. İşlem sonrası cihazdan örneklerin % nem değerleri okundu.

3.2.3. Buğdayın bin tane ağırlığı

Temizlenmiş buğday örneklerine ait bin tane ağırlıkları, alınan 100 tane örnek tartılıp 10 ile çarpılarak elde edildi. Bin tane ağırlığının tespiti için işlem 10 kez tekrarlandı (Elgün ve ark., 2001).

3.2.4. Hektolitre ağırlığı

Buğday kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kabul edilen hektolitre ağırlığı (kg/hL), buğdayın 100 litre hacmindeki ağırlığını ifade etmektedir. (Elgün ve ark., 2001)’de belirttiği şekliyle hektolitre seti kullanılarak buğday çeşitlerine ait hektolitre ağırlığı tespit edildi.

3.2.5. Yaş gluten değeri

Yaş gluten değeri, AACC metot no-38.10’de ifade edildiği şekliyle 10 gr un örneği alınarak üzerine 4.8 mL % 2’lik tuzlu su çözeltisi (tamponlu) ilave edilip hamur haline getirildi. Daha sonra %2’lik tuzlu su çözeltisi altında elde yıkanarak nişastasası tamamen uzaklaştırıldı. Nişasta uzaklaştırıldıktan sonra yapışmayacak iki sert zemin arasında suyu uzaklaştırılarak tartıldı. Her örnek için 5 tekerrürlü yapılan bu analiz % yaş gluten değeri olarak belirlendi (AACC, 2000a).

3.2.6. Kuru gluten

Kuru gluten değeri AACC metot no-38.12’da ifade edildiği şekliyle yaş glutenin Ek3F’de gösterilen glutork cihazı (Sn 5000 Glutork) ile 5 dakika boyunca kurutulmasıyla belirlendi. Elde edilen tartım değeri 10 ile çarpılarak % kuru gluten elde edildi ve bu değer genel olarak yaş glutenin üçte birine karşılık gelmektedir (AACC, 2000a).

3.2.7. Gluten indeksi

Elle yıkanmış yaş gluten AACC metot no- 38.12’da ifade edildiği şekliyle, sabit 6000 rpm’de 60 sn boyunca dönüş yapan Ek3G’de gösterilen gluten indeks santrifüj cihazına (Protek Lab Group, GI 1015) yerleştirildi. Hazneden bir spatül yardımıyla alınan elekten geçen ve geçmeyen kısımlar tartıldıktan sonra eşitlik 3.1’e göre hesaplandı (AACC, 2000b).

$$\text{Gluten indeksi} = \frac{(TG - EG)}{EG} * 100 \quad (3.1)$$

TG = Toplam gluten

EG = Elekten geçen gluten

3.2.8. Sedimentasyon değeri

Sedimentasyon değerinin tespiti, ICC metot no-166 standardına göre örneklerden 3.2 gr tartıldı. 100 mL’lik sedimentasyon cihazı mezurüne döküldü. Üzerine daha önce hazırlanmış olan brom fenol çözeltisinden 50 mL ilave edildi. Kapak kapatılarak hızlıca 12 kez sertçe çalkalanıp Ek3H’da gösterilen sedimentasyon cihazına (Protek lab grup, Zeleny 120) yerleştirildi. Cihaz 5 dakika boyunca çalkalandı. Süre sonunda 25 mL laktik asit çözeltisi ilave edilerek cihazda tekrar 5 dakika çalkalandı. İşlem sonunda mezür düz bir zeminde 5 dakika boyunca bekletildi. Süre bittikten sonra mezürde dibe çöken kısım okundu. Sonuç mL cinsinden elde edildi. Her örnek için 3 kez tekrarlandı (ICC, 2002).

3.2.9. Beklemeli sedimantasyon değeri

Un örneklerinden 3.2 gr tartılarak 100 mL'lik sedimantasyon cihazı mezurüne döküldü. Üzerine daha önce hazırlanmış olan brom fenol çözeltisinden 50 mL ilave edildi. Kapak kapatılarak hızlıca 12 kez sertçe çalkalanıp Ek3H'da gösterilen sedimantasyon cihazına (Protek lab grup, Zeleny 120) yerleştirildi. Cihaz 5 dakika boyunca çalkalandı. İşlem sonunda mezür düz bir zeminde 2 saat boyunca bekletildi. Süre bittikten sonra 25 mL laktik asit çözeltisi ilave edilerek tekrar 5 dakika sedimantasyon cihazında çalkalandı. Çalkalama sonrası mezür düz bir zeminde 5 dakika boyunca bekletildi. Bekleme sonrası mezürde dişe çöken kısım okundu. Sonuç mL cinsinden elde edildi. Her örnek için 3 kez tekrarlandı (Atlı ve ark., 1988a).

3.2.10. Kül miktarı

Un ve öğütülen buğday örneklerinin kül içeriği AACC metot-08.01 kullanılarak gerçekleştirildi. Porselen krozeler sabit tartıma kadar kül fırınında (Nüve, Fırın, MF110, Türkiye) bekletildi. Krozeler desikatörde soğutulup darası alındıktan sonra içlerine 2 g örnek ilave edildi. Kroze ve örneklerin değerleri kaydedildi. Daha sonra üzerine %96'lık etil alkolle ilave edilen örnekler dışarda yakıldı. Yakma işlemi sonrası kül fırınına yerleştirildi. Kademeli sıcaklık artışlarıyla 550°C sıcaklıkta beyaz kül elde edilinceye kadar yakıldı. İşlem sonrası soğutulup tartılan krozelerden elde edilen kalıntı değerleriyle un ve buğday örnekleri için eşitlik 3.2'den % kül miktarı hesaplandı (AACC, 2000c).

$$\% \text{ Kül miktar} = \left[\frac{(K * 100)}{\text{Ö}} * \frac{100}{(100 - N)} \right] \quad (3.2)$$

K = Krozede kalıntı ağırlığı

Ö = Örnek miktarı

N = Örneğin nem miktarı

3.2.11. Chen Hoseney hamur yapışkanlık testi

Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday çeşitlerine ait Chen Hoseney hamur yapışkanlık testi, SMS/Chen Hoseney hamur yapışkanlık hücresi kullanılarak tekstür analiz

cihazı (TA-XT-plus Stable Micro Systems, UK) ile ölçüldü. Hamur, analiz için Ek3I'da gösterildiği gibi SMS/Chen Hoseneý hücresinin içine yerleştirildi. Daha sonra hücrenin vidası hamur çıkana kadar çevrildi. Hamur test için hazırlanırken hücre vidası 90 ° çevrildi. Hamur cihaza verilmeden önce kurumayı önlemek için üstü kapatıldı. Test için 25 mm çapında bir Perspex silindirik prob kullanıldı (Chen ve Hoseneý, 1995). Ölçüm koşulları test öncesi hız: 0.5 mm/s, test hızı: 0.5 mm/s, test sonrası hız: 10 mm/s, mesafe: 4 mm, tetikleme kuvveti: 5 g, zaman: 0.10 sn ve kuvvet: 40 g olarak uygulandı. Tüm Chen Hoseneý Hamur yapışkanlık testi ölçümleri 7 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirildi. Test sonunda yapışkanlık (N), yapışkanlık kuvveti (N.s) ve hamur gücü (mm) parametreleri elde edildi.

3.2.12. Hamur sertlik testi

Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday çeşitlerine ait hamur sertlik değeri 6 mm silindir (P/6) proba delinerek elde edildi. Hazırlanan 110 g hamur hücreye yerleştirildi. Boşlukların oluşması engellenerek hamurun homojen dağılımı sağlandı. Hazırlanan örneğin içine silindir probun girişi sağlanarak hamurun sertlik değeri elde edildi. Hamur sertlik testi; ön test hızı: 2.0 mm/s; test hızı: 3.0 mm/s; son test hızı: 10.0 mm/s ve tetikleme kuvveti: 5.0 g. koşullarında gerçekleştirildi. Tüm sertlik testi ölçümleri 7 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirildi. Test sonunda hamur örneklerine ait sertlik değeri elde edildi.

3.2.13. Kieffer hamur-gluten uzayabilirlik testi

Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday çeşitlerine ait hamur ve gluten uzayabilirlik testi, Kieffer hamur uzayabilirlik ekipmanı (A/KIE-Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig) kullanılarak TA-XT plus cihazı ile gerçekleştirildi. Hazırlanan hamur ve hamurlardan elde edilen gluten örnekleri Ek3J'de gösterildiği gibi analiz için rulo haline getirildi. Rulo haline getirilen örneklerin analize uygun boyutlara gelebilmesi için kısaca yerleştirilip 30 °C sıcaklıkta 30 dk boyunca bekletildi. Süre sonunda örneklerin kısıktan alınabilmesi için hamur uzayabilirlik pensi yağlandı (Kieffer ve ark., 1998). Kieffer hamur-gluten uzayabilirlik testi; uzama mesafesi: 100 mm; ön test hızı: 2.0 mm/s; test hızı: 3.30 mm/s; son test hızı: 10.00 mm/s ve tetikleme kuvveti: 5.0 g. koşullarında gerçekleştirildi. Tüm uzayabilirlik testi ölçümleri 7 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirildi. Test sonunda uzayabilirliğe karşı maksimum direnç (N) ve uzayabilirlik (mm) parametreleri elde edildi.

3.2.14. Reolojik değerlendirmeler

Bayraktar-2000 ve S. Odeska hamur örneklerinin viskoelastik özellikleri Ek3K'de gösterilen Reometre cihazı (Anton Paar, MCR 301, Avustralya) kullanılarak elde edildi. Örnekler, paralel plaka geometrisinde 2 mm boşlukta 25 mm çapındaki proba yerleştirildi. Hamurların doğrusal viskoelastik bölgesinin tespiti, 1Hz sabit frekans değerinde gerilim tarama testleri (%0.01-%100) yapılarak elde edilmiştir. Kontrol ve süne emgili buğdaylara ait örneklerin salınım testi değerleri incelendiğinde 45 Pa gerilim değerinin gözlenen tüm modülüs ve viskozite değerleri için doğrusal bölgedeki bir gerilim değeri olduğu belirlendi. Belirlenen sabit gerilim değerinde 0.1-10 Hz frekans aralığında Frekans-tarama testleri gerçekleştirildi. Frekans-tarama testinde artan frekans değerine karşılık deformasyon eğrileri belirlendi. Eşitlik 3.3'ten elastiklik modülüsü G' -(depolama), eşitlik 3.4'ten akışkanlık modülüsü G'' -(kayıp), eşitlik 3.5'ten kompleks modülüsü G^* ve eşitlik 3.6'dan η' -dinamik viskozite, eşitlik 3.7'den η'' -elastiklik viskozite ve eşitlik 3.8'den ise η^* -kompleks viskozite değerleri cihazın yazılımı kullanılarak elde edildi. Tüm reolojik ölçümler 25 °C sabit sıcaklıkta en az 10 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirildi (Gotro, 2014; Çevik, 2018; Zhang ve ark., 2020; Ropciuc ve ark., 2021, Ramli ve ark., 2022).

$$G' = (\sigma_0/\gamma_0) \times \cos\delta \quad (3.3)$$

$$G'' = (\sigma_0/\gamma_0) \times \sin\delta \quad (3.4)$$

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2} \quad (3.5)$$

$$\eta' = G'' \times \omega \quad (3.6)$$

$$\eta'' = G' \times \omega \quad (3.7)$$

$$\eta^* = \sqrt{(\eta')^2 + (\eta'')^2} \quad (3.8)$$

Eşitliklerdeki σ_0 -maksimum gerilme, γ_0 -maksimum gerinme, δ -faz açısı, ω -açısal hızını temsil etmektedir.

3.2.15. Buğday örneklerine ait ATR FTIR spektrumlarının eldesi

Bayraktar-2000 ve S. Odeska kontrol ve süne emgi ilaveli unlarından elde edilen hamur ve gluten örneklerine ait FTIR spektrumlar; oda sıcaklığında bir ATR FTIR spektrometresi (JASCO 6700, Japonya) kullanılarak 4000-400 cm^{-1} spektral aralıkta 4 cm^{-1} çözünürlükte ve 32 taramanın ortalaması alınarak gerçekleştirildi (Gürler ve Torğut, 2021). Buğday unu, hamuru ve gluten örnekleri ATR kristali üzerine yerleştirildi. ATR kristali, ardışık analizler arasında etanol kullanılarak iyice temizlendi. Elde edilen veriler Origin 2021 (v.9.80, OriginLab, Northampton, USA) grafik programına çizdirilerek örnekler arasındaki yapısal farklılıklar yorumlandı.

3.2.16. CIELab renk değerleri

Bayraktar-2000 ve S. Odeska tane, un ve hamur örneklerinin renk ölçümleri için renk ölçüm cihazı (Konica Minolta CR-400, Japonya) kullanıldı. Cihaza konulan örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri okundu. Her örnek için 5 kez okuma işlemi yapıldı. Bu sistemde a^* (+) kırmızılığı, a^* (-) yeşilliği, b^* (+) sarılığı, b^* (-) maviliği, L^* değeri ise (100) parlaklığı ve (0) siyahlığı temsil etmektedir.

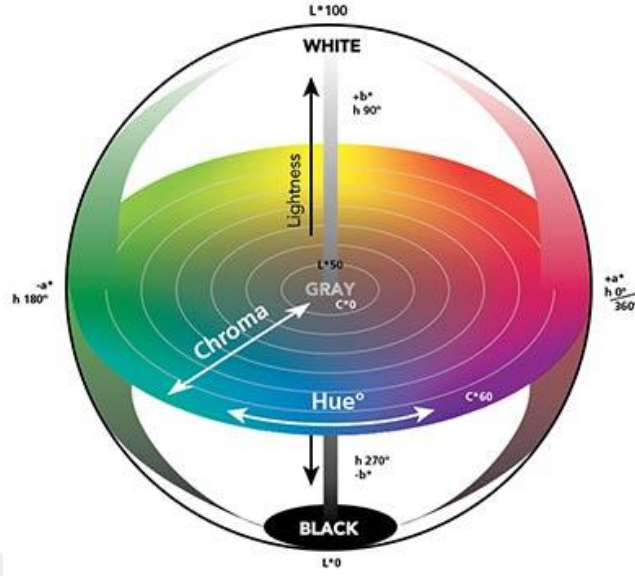
$$\text{Hue Açısı} = \tan^{-1} \frac{b}{a} \quad (3.9)$$

$$\text{Kroma} = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (3.10)$$

$$\text{Sarılık indeksi} = 142,86 * \left(\frac{b^*}{L^*} \right) \quad (3.11)$$

$$\text{Beyazlık indeksi} = 100 - ((100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2} \quad (3.12)$$

Eşitlik 3.9'da verilen denklemin hue açısı değerini 0 (kırmızı), 90 sarı, 180 (yeşil), 270 maviliği temsil etmekte ve rengin tonunu belirlemektedir (Şekil 3.10) Eşitlik 3.10'da ise elde edilen kroma değeri renk yoğunluğunu ya da diğer adıyla doygunluğunu yansıtmaktadır. Kroma değeri arttıkça renk daha saf görülmektedir (Karabulut, 2007). Eşitlik 3.11 ve 3.12'de verilen denklemlerle sarılık ve beyazlık indeksi değerleri Francis ve Clydesdale, (1975) ve Bolin ve Huxsoll, (1991)'de ifade edildiği şekilde hesaplandı.



Şekil 3.1. Renk uzay düzlemi (URL-7, 2025).

3.2.17. İstatistiksel analiz

Örneklere ait grupların istatistiksel değerlendirmesi IBM SPSS (Version 21.0, IBM Co., North Castle, New York, ABD) yazılım programıyla analiz edildi. Kontrol ve Süne emgili grupların arasındaki farklılıklar, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak tespit edildi. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak belirlendi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Buğday Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Değerleri

Tablo 4.1’de Bayraktar-2000 örneğine ait değerler incelendiğinde bin tane ağırlığının 43.32 ± 0.64 g olduğu belirlenmiştir. Ekmeklik buğday çeşitlerinin incelendiği çalışmada Bayraktar-2000 tipi buğdayların bin tane ağırlıklarının 36.54 g olarak tespit edildiği belirtilmiştir (Aydoğan ve Soylu, 2017). Fakat Bayraktar-2000 ekmeklik buğdayının bazı fiziksel özelliklerinin tespit edildiği çalışmalarda 47.2 ve 48.4 g değerleriyle mevcut çalışmaya yakın değerler elde edilmiştir (Kaya ve Şanlı, 2009; Karaduman ve ark., 2020). Bayraktar-2000 buğday örneğinin yetiştirildiği bölgelere göre çok farklı bin tane değeri (30.1-40.7) verdiği belirlenmiştir (URL-8, 2020). Bin tane açısından sonuçların bu kadar geniş aralıkta olması ürünün yetiştirilme koşulları, toprak besin durumu, iklim koşulları, yağış miktarı ve rejiminden kaynaklandığı düşünülmektedir (Şahin ve ark., 2004).

Buğdayın ticari değeri açısından un randımanının en belirgin göstergesi olarak belirtilen hektolitreye ağırlığı, yağışların daha düşük olduğu dönemlerde bu değerin daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Elgün ve ark., 1999). Hektolitreye ağırlığı, ürünün ekim döneminde ve ekolojik koşullarında etkilendiği, yaz dönemi ve kurak şartlarda daha yüksek sonuç değerler elde edildiği belirtilmiştir (Elgün ve ark., 1999). Bayraktar-2000 buğdayına ait hektolitreye ağırlığı 74.42 ± 2.95 kg/hL olarak tespit edilmiştir. Karaduman ve ark., (2020) Bayraktar-2000 buğday örneklerine ait hektolitreye ağırlığını 79.28 ± 0.02 olarak belirlemiştir. Şahin ve ark., (2011)’de Bayraktar-2000 buğday örneklerine ait hektolitreye ağırlığı 72.2 kg/hL olarak ifade edilmiştir.

Bayraktar-2000’e ait kül miktarı dikkate alındığında değerin %1.38 olduğu belirlenmiştir. Olgun ve ark., (2019) çalışmalarında 30 farklı ekmeklik buğday örneğine ait kül değerlerinin 1.31 ile en düşük değeri Bayraktar-2000 çeşidinde tespit etmişlerdir. Buğday kül miktarının, ekim yılına ait sıcaklık ve su stresinin yanı sıra çeşidi ve toprak yapısının değiştirebileceği öne sürülmüştür (Öztürk ve Aydın, 2004; Egesel ve ark., 2009; Mahla ve ark., 2015).

Bayraktar-2000 buğday örneğinin nem miktarının 10.61 ± 0.24 yüzdesi ile bozulmadan kalabileceği limitler içinde olduğu görülmüştür. Olgun ve ark., (2019)

tarafından Bayraktar-2000 buğdayının nem değeri incelendiğinde %10.79 ile mevcut çalışmaya çok yakın olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. Bayraktar-2000 buğday çeşidine ait bazı fizikokimyasal değerler

Özellikler	Değerler
Bin tane ağırlığı (g)	43.32±0.64
Hektolitre ağırlığı (kg)	74.42±2.95
Nem miktarı (%)	10.61±0.24
Kül miktarı (%)	1.38±0.04
Tane uzunluk, en, kalınlık (mm)	6.48±0.06, 3.27±0.04, 2.97±0.04

Tunceli ilinde ekimi gerçekleştirilen kırmızı ekmeklik S. Odeska buğday örneklerine ait değerler incelendiğinde bin tane ağırlığının 32.6 ± 1.65 g olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2020 yılında yapılan denemelerde bin tane ağırlığı 31.9-39.7 g olarak tespit edildiği görülmektedir (URL-9, 2021). Hektolitre ağırlığı 78.6 ± 2.52 kg olarak belirlenmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin tescili ile ilgili yayınladıkları raporda S. Odeska'ya ait hektolitre değerinin 71.2-80.2 kg/hL aralığında olduğu görülmüştür (URL-9, 2021). Genotiplerdeki hektolitre değerinin farklı olmasının büyük oranda genotipik kapasiteye bağlı olmakla birlikte sıcaklık ve kuraklık gibi çevresel etmenlerle değişebileceği belirtilmektedir (Atlı, 1999; Genç ve ark., 1999).

Buğdayın nem içeriğinin, ürünün muhafazası ve değirmencilik işlemleri bakımından hayati öneme sahip olduğu bilinmektedir. Yüksek nem miktarı, kuru maddeyi düşürdüğünden ürünün ticari değeri azalmaktadır. Bununla birlikte mikrobiyolojik gelişime ve çimlenmeye sebep olmasıyla da ürünün depo özelliğini bozmaktadır (Elgün ve ark., 1998). Tablo 4.2 incelendiğinde S. Odeska'ya ait nem miktarının 8.2 ± 0.51 ve kül içeriği 1.69 ± 0.05 olduğu görülmektedir. Buğday örneklerine ait % kül içeriğinin incelenmesindeki esas gerekçe ekmeklik buğdayların besleyicilik değerinin artırılması olduğu ifade edilmiştir (Erekul ve ark., 2009).

Tablo 4.2. S. Odeska buğday çeşidine ait bazı fizikokimyasal değerler

Özellikler	Değerler
Bin tane ağırlığı (g)	32.6±1.65
Hektolitreye ağırlığı (kg)	78.6±2.52
Nem miktarı (%)	8.2±0.51
Kül miktarı (%)	1.69±0.05
Tane uzunluk, en, kalınlık (mm)	6.21±0.34, 2.94±0.14, 2.68±0.15

4.2. Buğday Unlarına ait Bazı Fizikokimyasal ve Teknolojik Kalite Değerleri

Tunceli yöresinde ekimi gerçekleştirilmiş Bayraktar-2000 buğday örneğine ait kül içeriğinin 0.59 ± 0.01 olduğu tespit edilmiştir. Çobanoğlu ve Ayrancı, (2021) tarafından Bayraktar-2000 buğday örneğinin un içeriğini 0.54 ± 0.01 olarak tespit ettikleri görülmüştür. Unun hamura işlenmesinde en önemli parametrelerden biri gluten içeriği olduğu bilinmektedir. Bayraktar-2000 buğday ununa ait gluten içeriği Tablo 4.3’de belirtildiği şekliyle 23.3 ± 1.69 olarak belirlenmiştir. Özen ve Akman (2015) Bayraktar-2000 buğday ununun gluten içeriğini 21.1 olarak belirlemişlerdir. Buğdaydaki bu parametre 35 ’ten yukarı ise yüksek, $28-35$ arasında ise iyi, $20-27$ arasında ise orta ve 20 ’den az olduğunda ise düşük olduğu ifade edilmiştir (Ünal, 2003). Yaş gluten miktarı bakımından Bayraktar-2000 buğdayının orta kalitede sınıflandırılabilceği bildirilmiştir. Bayraktar-2000 örneğinin % kuru gluten değerinin 8.9 ± 0.45 olduğu belirlenmiştir. Şahin ve ark., (2008) bazı ekmeklik buğdayların kalite parametrelerini inceledikleri bir çalışmada Bayraktar-2000 buğdayının sulu ve kuru koşullarda % kuru gluten değerinin sırasıyla 9.87 ve 10.7 olduğunu ifade etmişlerdir. Kuru gluten değerindeki bu farklılık buğdaydaki kalite parametrelerinin çevresel koşullardan etkilenmesiyle açıklanmıştır. Bayraktar-2000 ununun gluten indeks değeri 82 ± 4.71 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.3). Kara ve ark. (2020) Bayraktar-2000 buğdayının tane iriliği arttıkça gluten indeksi değerinin azaldığını vurgulamıştır. Allvin ve Perten (1996), $80-85$ ’ten fazlasını kuvvetli, $50-85$ arasını normal, 50 ’den düşüğünü ise zayıf olarak değerlendirmiştir. Ekmek yapımında $60-90$ aralığındaki gluten indeks değerinin en ideal olduğu ve 40 ’tan düşük değere sahip unların ekmek yapımında kullanılamayacağı belirtilmiştir (Ünal, 2002). Bu sınıflandırmaya göre

gluten indeksi açısından Bayraktar-2000 buğday ununun 82 ± 4.71 ile normal kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Sedimentasyon değeri buğday ununun kalitesi ile ilgili bilgi veren bir parametredir. Buğday ununun gluten miktarına bağlı olarak değişen bu parametrenin gluten miktarı yüksek olan unlarda daha yüksek değerlere ulaştığı bilinmektedir. Ayrıca beklemeli sedimentasyon değerinin normal sedimentasyondan daha düşük olması glutenin süne tarafından parçalandığının bir göstergesi olarak kabul edildiği belirtilmiştir (Elgün ve ark., 2002). Bu değer Ünal (2003)'e göre 15-20 mL ise zayıf, 20-25 mL ise orta ve 25-30 mL ise unun ekmekçilikte kullanımının iyi kalitede olduğunu temsil etmektedir. Bayraktar-2000 buğday örneklerine ait sedimentasyon değeri 21.2 ± 0.92 mL olarak tespit edilmiştir. Özen ve Akman, (2015) Bayraktar-2000 buğday ununun sedimentasyon değerini 16.3 mL olarak tespit etmiştir. Olgun ve ark., (2019) Bayraktar-2000 buğday ununa ait sedimentasyon değerini 27.33 mL olarak belirlemiştir. Değerlerdeki bu farklılığın çeşit, yetiştirme yöntemi, iklim, toprak ve çevresel koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Çağlayan ve Elgün, 1999). Çobanoğlu ve Ayrancı, (2021) ekmeklik buğday yetiştirilirken artan azot uygulamasının undaki sedimentasyon değerini arttırdığını belirtmiştir. Bayraktar-2000 çeşidi için değerler göz önüne alındığında düşük gluten içeriğinin yanı sıra gluten kalitesinin de düşük olduğu tespit edilmiştir. Karaduman ve ark., (2020)'nın çalışmalarında Bayraktar-2000 örneklerinin zayıf gluten yapısına sahip olması mevcut çalışmayla örtüşmektedir.

Tablo 4.3. Bayraktar-2000 buğday ununa ait bazı fizikokimyasal ve teknolojik değerler

Özellikler	Değerler
Kül miktarı %	0.59 ± 0.01
Yaş gluten %	23.3 ± 1.69
Kuru gluten %	8.9 ± 0.45
Gluten indeks değeri %	82 ± 4.71
Sedimentasyon değeri mL	21.2 ± 0.93
Beklemeli sedimentasyon değeri mL	23.1 ± 1.43
Nem içeriği %	13.51 ± 1.12

Selenivka Odeska buğday ununa ait bazı özelliklerin verildiği Tablo 4.4 incelendiğinde kül miktarının 0.56 ± 0.03 olduğu tespit edilmiştir. Gluten miktarının (yaş gluten değeri) unun işleme kalitesinin tespitinde çok önemli bir parametre olduğu ve özellikle hamurun elastik yapısını sağladığı ifade edilmiştir (Goesaert ve ark., 2005; Özen ve Akman, 2015). S. Odeska buğday ununa ait bazı kalite parametrelerinin verildiği Tablo 4.4 incelendiğinde yaş gluten değerinin 36.4 ± 2.21 olduğu belirlenmiştir. Buğdaydaki bu parametre %35'ten yukarı ise yüksek, %28-35 arasında ise iyi, %20-27 arasında ise orta ve %20'den az olduğunda ise düşük olduğu ifade edilmiştir (Ünal, 2003). Bu bilgiler doğrultusunda, 36.4 ± 2.21 yaş gluten değeri ile çalışmada kullanılan S. Odeska buğday ununun yüksek kalite sınıfında yer aldığı ifade edilmiştir.

S. Odeska buğday ununa ait değerlerin verildiği Tablo 4.4. incelendiğinde kuru gluten değerinin 12.4 ± 0.59 olduğu tespit edilmiştir. S. Odeskanın Orta Anadolu'da yapılan deneme ekimlerinde elde edilen değerin %10 olduğu tespit edilmiştir (URL-9, 2021). % kuru gluten değerindeki bu farklılık buğdaydaki kalite parametrelerinin çevresel koşullardan etkilenmesiyle açıklanmıştır.

S. Odeska buğday ununun gluten indeksi değeri 94.2 ± 2.90 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.4). Allvin ve Perten (1996), %80-85'ten fazlasını kuvvetli, %50-85 arasını normal, %50'den düşüğünü ise zayıf olarak değerlendirmiştir. Ekmek yapımında 60-90 aralığındaki gluten indeksi değerinin en ideal olduğu 40'tan düşük değere sahip unların ekmek yapımında kullanılamayacağı belirtilmiştir (Ünal, 2002). Bu değerlere göre S. Odeska buğday ununun gluten indeksi değerinin kuvvetli olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür.

Buğdayda protein miktarı ve kalitesinin tespitinde kullanılan önemli kriterlerden birinin sedimantasyon değeri olduğu bazı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Özkaya ve Kahveci, 1990; Köksel ve ark., 2000). S. Odeska buğday ununa ait kalite kriterleri incelenirken sedimantasyon değerinin 45 mL olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.4.). Şanal ve ark. (2009), sedimantasyon değerine ait referans aralıkları; 15 mL ve altı için çok kötü, 16-21 mL için kötü, 22-27 mL için orta, 28-33 mL için iyi ve 33 mL'den büyük değerleri ise çok iyi olarak sınıflandırmıştır. Mevcut çalışmada S. Odeska için elde edilen değer 45 ± 1.29 mL ile çok iyi sınıfında yer almıştır.

Süneli tanenin verdiği hasarı belirlemek için gerçekleştirilen beklemeli sedimantasyon değerinin ise 57.3 ± 1.48 mL olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.4.). Bu değerin normal sedimantasyon değerinden yüksek olmasıyla S. Odeska buğday ununda

süne zararının olmadığı ve kaliteli bir un olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

S. Odeskanın Orta Anadolu’da yapılan deneme ekimlerinde elde edilen sedimantasyon, beklemeli sedimantasyon, yaş gluten, kuru gluten değerleri sırasıyla 39 mL, 57 mL, % 30.1 ve %10.0 olarak rapor edilmiştir (URL-9, 2021). S. Odeska buğdayına ait yaş gluten miktarının Bayraktar-2000 örneğine göre yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.3-4.4).

Tablo 4.4. S. Odeska buğday ununa ait bazı fizikokimyasal ve teknolojik değerler

Özellikler	Değerler
Kül miktarı %	0.56±0.03
Yaş gluten %	36.4±2.21
Kuru gluten %	12.4±0.59
Gluten indeks değeri %	94.2±2.90
Sedimantasyon değeri mL	45±1.29
Beklemeli sedimantasyon değeri mL	57.3±1.48
Nem içeriği %	13.74±0.85

4.3. Süneli Buğday İlavesinin Undaki Bazı Teknolojik Kalite Parametrelerine Etkisi

Bayraktar-2000 buğday ununa ilave edilen süneli tanelerin etkisi, Tablo 4.5’de yer alan yaş gluten, kuru gluten, gluten indeksi, sedimantasyon ve beklemeli sedimantasyon değerleri üzerinden incelenmiştir. Bayraktar-2000 yaş gluten değerleri incelendiğinde, kontrol grubu ile süneli tane ilave oranlarına ait gruplarda önemli bir farklılık olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Dizlek (2010) farklı buğday örneklerinde %16 oranına kadar süne emgili tane ilaveli çalışmasında, yaş gluten parametresine ait değerlerde önemli bir farklılık olmadığını belirlemiştir. Bayraktar-2000 buğday ununa ait % kuru gluten değeri, Tablo 4.5’de görüldüğü gibi kontrol, %3, %4.5 ve %6 süne emgi oranına sahip gruplarda sırasıyla 8.9 ± 0.45 , 8.6 ± 0.33 , 8.7 ± 0.65 ve 8.4 ± 0.22 olarak belirlenmiştir. Ayrıca süne emgili gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p>0.05$) bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Buğday un kalitesi açısından önemli bir parametre olarak değerlendirilen gluten indeksi, santrifüj kuvvetiyle elekten geçen kısmın elekte kalan kısma oranını temsil

etmektedir. Gluten yapısı çok zayıf unlarda yaş glutenin büyük oranda elekten geçtiği ve gluten indeks değerinin düştüğü, güçlü unlarda ise yaş glutenin elekten geçmeyerek gluten indeks değerinin yüksek kaldığı görülmüştür (Ünal, 2003; Torbica ve ark., 2007). İstatistiksel olarak gruplar arası farklılığın önemli ($p<0.05$) olduğu kontrol gruna ait Bayraktar-2000 gluten indeks değerinin 82 ± 4.71 olduğu tespit edilmiştir. %6 oranındaki emgili tane ilaveli unlarda ise bu değerin 47 ± 1.5 'e kadar düştüğü gözlenmiştir (Tablo 4.4). Benzer şekilde, Dizlek (2010) kontrol örneklerinde %97 olan gluten indeksi değerinin %16 emgili gruplarda %40' a kadar düştüğünü tespit etmiştir. Tablo 4.5'de verilen bir diğer teknolojik kalite parametresi olan sedimantasyon değerinin, gluten kalitesi ve ekmekçilik açısından önemli bir parametre olduğu ifade edilmiştir (Elgün ve ark., 2002). Bayraktar-2000 buğdayına ait emgili tane ilave edilmiş gruplara ait sedimantasyon değerlerinin kontrol örneklerine göre düştüğü belirlenmiştir. Dizlek (2010), çalışmasında Golia çeşidi buğday örneğinin kontrol grubunda sedimantasyon değerinin 30.6 mL iken %16 emgi düzeyinde 23.5 mL'ye kadar düştüğünü belirtmiştir. Süne zararı ve bu zarara bağlı olarak glutenin enzimatik yıkımı açısından, beklemeli sedimantasyon değeri önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır. Bu parametrenin değeri, süne emgili tane oranının artmasıyla birlikte azalma eğilimi göstermiş ve %6 oranındaki emgili grupta 6.7 ± 0.81 mL seviyesine kadar düşmüştür. Bayraktar-2000 buğday çeşidine ait bu parametrenin istatistiksel olarak gruplar arasında önemli farklılık gösterdiği ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Benzer eğilimde sonuçların verildiği Dizlek (2010)'a ait çalışma verileri incelendiğinde, Sagittario buğday çeşidinin beklemeli sedimentasyon değerlerinin kontrol örneklerinde 28.3 mL iken %8 emgili örneklerde bu parametrenin 7.1 mL'ye kadar düştüğü belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Farklı oranda süne emgili tane ilavesinin Bayraktar-2000 buğday ununa ait teknolojik kalite parametreleri üzerine etkisi

Gruplar	Yaş gluten (%)	Kuru gluten (%)	Gluten indeksi (%)	Sedimentasyon (mL)	Beklemeli sedimentasyon (mL)
Kontrol	23.9±1.24 ^a	8.9±0.45 ^a	82±4.71 ^a	21.2±0.93 ^a	23.1±1.43 ^a
%3	23.5±1.53 ^a	8.6±0.33 ^{ab}	70±4.23 ^b	20.9±0.75 ^a	16.2±1.33 ^b
%4.5	23.8±0.76 ^a	8.7±0.65 ^{ab}	59±2.83 ^c	18.9±1.24 ^{ab}	12.3±0.84 ^c
%6	23.5±1.92 ^a	8.4±0.22 ^b	47±1.55 ^d	15.1±0.77 ^b	6.7±0.81 ^d

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar ($p<0.05$) arasındaki farklılığı ifade etmektedir

S.Odeska buğday unlarının ürüne işlemede durumunu belirleyebilecek bazı teknolojik kalite özelliklerine ait değerler Tablo 4.5'te verilmiştir. Buğday örneğine ait gluten miktarını belirleyen parametreler yaş ve kuru gluten değerleridir. Yaş gluten miktarı ekmeğe işlenecek unun uzayabilirliği ve hacimlenebilirliğiyle ilgili bilgi veren önemli bir belirteç olduğu ifade edilmiştir (Özer ve Ünal, 2020). Kontrol grubu ile süneli gruplarda yaş gluten ve kuru gluten değeri açısından önemli bir fark ($p>0.05$) olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5). Ürünün gluten kalitesi hakkında bilgi veren gluten indeks değerinin artan süneli tane miktarıyla birlikte düştüğü ve gruplar arasında istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda gluten indeks değeri 94.2 ± 2.9 olarak ölçülürken, %6 oranında süne emgili tane içeren örneklerde bu değer 62.6 ± 0.76 'ya kadar düşmüştür. Bu durum, süne zararının artmasıyla gluten yapısının olumsuz yönde etkilendiğini ve gluten indeksinde belirgin bir azalma meydana geldiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Başar ve ark. (2016) da çalışmalarında süne zarar düzeyindeki artışın gluten indeksine ait sonuçları anlamlı şekilde düşürdüğünü belirtmiştir. Süne zararının varlığını ve etkisini ortaya koyarak, nihai ürünün işlenebilirlik özellikleri hakkında bilgi veren beklemeli sedimentasyon değeri; gluten miktarı ve kalitesinden etkilenmekte olup, normal sedimentasyon değerine kıyasla daha düşük çıkması durumunda, örneğin süne zararına maruz kaldığına işaret olarak kabul edilmektedir (Elgün ve ark., 1998; Özkaya ve Özkaya, 2005; Gül ve ark., 2020). S. Odeska buğday ununa ait kontrol örneklerinin iki saatlik bekleme sonrası elde edilen sedimentasyon değerinin 57.3 ± 1.48 mL olduğu %6 süne emgili un örneklerinde ise 15.3 ± 1.20 'ye gerilediği ortaya çıkmıştır. Mevcut verilerle benzer eğilimde olduğu görülen Çoma (2018)'deki çalışmasında Yunus, Sönmez-2001 ve Bezostaja-1 buğday çeşitlerinde beklemeli

sedimentasyon değerinin emgi oranlarındaki artışla düştüğünü ifade etmiştir (Çoma, 2018). Özellikle gluten indeksi ve beklemeli sedimentasyon değerlerinin gluten kalitesi ve yapısının belirlenmesinde önemli göstergeler olduğu düşünüldüğünde, süne emgili tane içeren gruplarda bu iki parametrede gözlenen düşüşlerin, gluten kalitesindeki bozulmalarla ilişkili olabileceği ifade edilmiştir.

Tablo 4.6. Farklı oranda süne emgili tane ilavesinin S. Odeska buğday ununa ait teknolojik kalite parametreleri üzerine etkisi

Gruplar	Yaş gluten (%)	Kuru gluten (%)	Gluten indeksi (%)	Sedimentasyon (mL)	Beklemeli sedimentasyon (mL)
Kontrol	36.4±2.21 ^a	12.4±0.59 ^a	94.2±2.90 ^a	45±1.29 ^a	57.3±1.48 ^a
%3	35.3±1.63 ^a	11.9±0.75 ^a	83.5±1.82 ^b	43.2±1.61 ^b	45.3±0.81 ^b
%4.5	36.6±2.51 ^a	12.5±1.26 ^a	75.1±1.95 ^c	41.3±1.44 ^c	31.6±0.72 ^c
%6	36.2±1.82 ^a	12.3±1.23 ^a	62.6±0.76 ^d	38.2±1.96 ^d	15.3±1.20 ^d

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar ($p < 0.05$) arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

4.4. Hamur Örneklerinin Tekstür Değerleri

Kontrol ve süneli tane ilave edilmiş gruplara ait yapışkanlık, yapışkanlık kuvveti, hamur gücü, uzamaya karşı direnç ve uzayabilirlik gibi tekstürel değerlere ait veriler ve eğilimleri tespit edilmiştir.

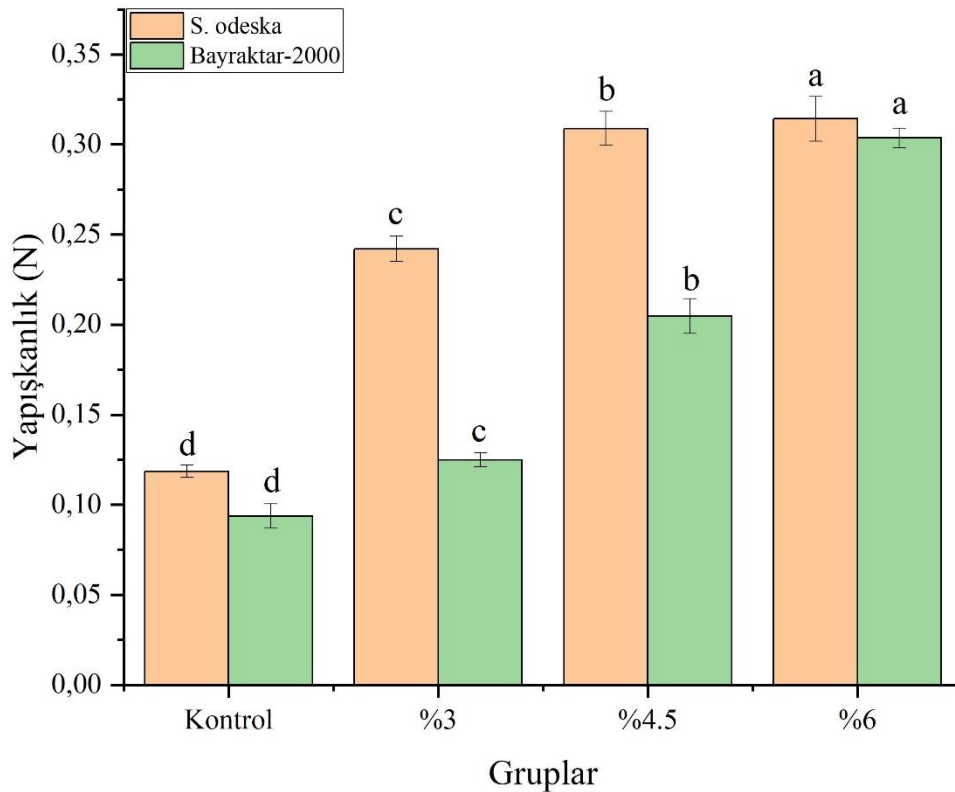
4.4.1. Hamur örneklerinin Chen Hosney yapışkanlık testine ait özellikler

Yapışkanlık, iki yüzeyin birbiriyle teması sırasında oluşan yapışma kuvveti veya probun baskısına karşı hamurun gösterdiği maksimum kuvvet olarak ifade edilmektedir. Gıdanın yapışkanlık değeri üretim sürecini ve bazen de tüketici tercihini olumsuz yönde etkileyebilmesinden dolayı önem taşımaktadır (Chen ve Hosney, 1995; Hosney ve Smewing, 1999).

Süne emgili unlara ait yapışkanlık testi incelendiğinde özellikle kitledeki süneli tane oranı arttıkça yapışkanlık değerinin de arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.1). Bununla birlikte S. Odeska buğday unlarında yapışkanlık değerinin Bayraktar-2000 ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. S. Odeska kontrol grubu ve

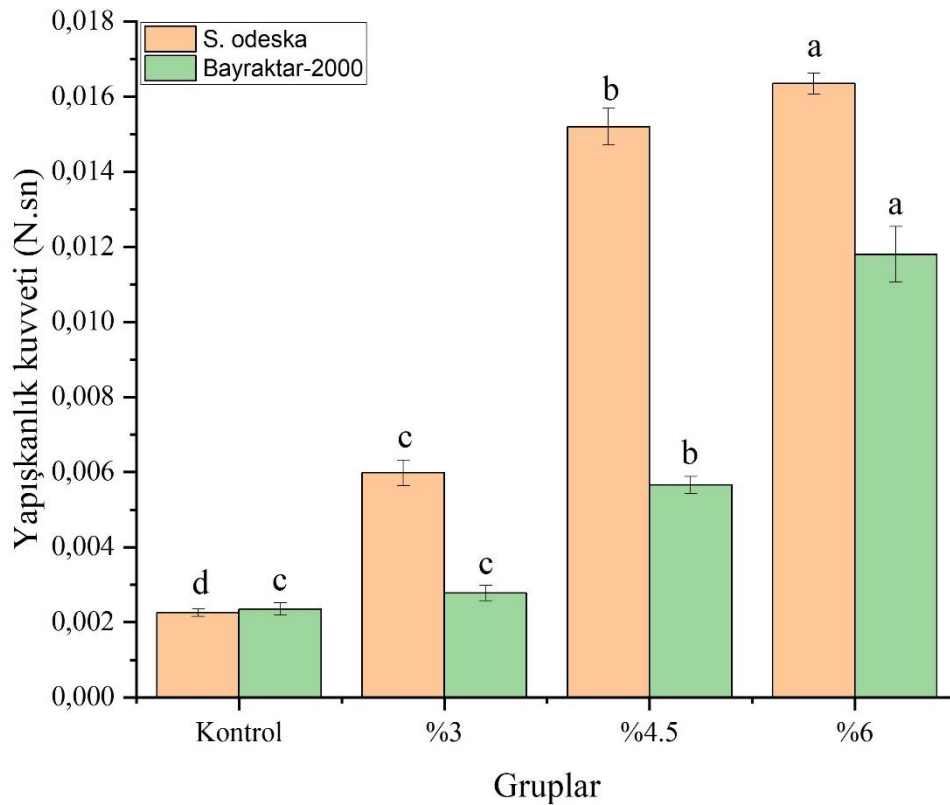
Bayraktar-2000 kontrol grubuna ait yapışkanlık değerlerinin sırasıyla 0.12 ± 0.003 N ile 0.09 ± 0.007 N olduğu gözlenmiştir.

Her iki buğday unu örneklerinin hem kontrol hem de farklı süneli tane oranlarında hamur yapışkanlık değeri bakımından gruplar arasında ($p < 0.05$) önemli bir farklılık tespit edilmiştir. Bu durum emgili taneye ait enzimlerin gluten yapısını parçalayarak güçsüz bir hamur oluşturmasıyla ilişkilendirilmiştir. Yapışkanlık hamurda işlemeyi olumsuz etkilemesi ve üretim hattında alet ekipmana yapışarak sorunlar çıkarması sebebiyle istenmeyen bir durumdur (Chen ve Hoseney, 1995; Beck ve ark., 2012). Ulutürk ve Gül (2025) süne emgili buğday unlarının etkisini inceledikleri çalışmalarında en yüksek yapışkanlık değerinin süne emgili örneklerde elde ettiklerini belirtmiştir. Süneli buğdaya ait hamurlarda görülen bu etki proteolitik aktivite neticesinde glutenin yapısının bozulmasına bağlanmıştır (Ulutürk ve Gül, 2025).



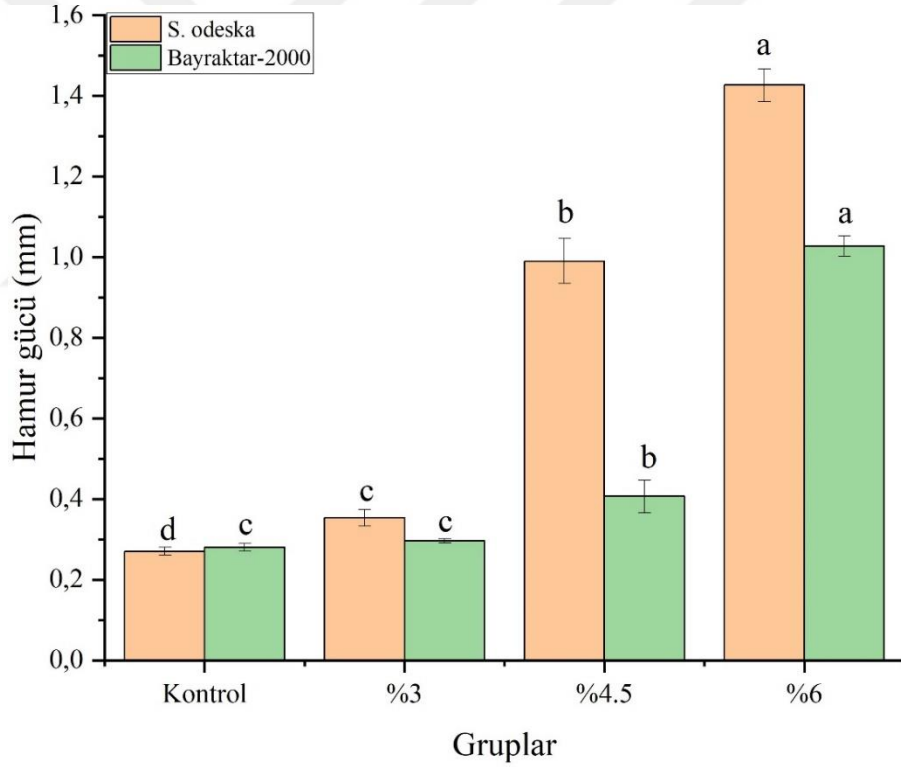
Şekil 4.1. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Chen Hoseney testi yapışkanlık değerleri

Yapışkanlık kuvveti, hamurun akışkan veya elastik yapıda olmasıyla ilişkilendirilmiştir (Huang ve Hoseney, 1999; Grausgruber ve ark., 2003). Chen Hoseney yapışkanlık testine ait yapışma kuvveti değeri incelendiğinde süneli tane oranı arttıkça bu değerin yükseldiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.2). S. Odeska kontrol hamurları için bu değer 0.002 ± 0.00009 N.sn iken %6 emgili örneklerde 0.016 ± 0.0003 N.sn olarak hesaplanmıştır. Hamurda görülen bu yapışkanlık kuvvetindeki artış sünenin gluten yapısını bozmasına bağlanmıştır. Bununla birlikte Şekil 4.2 incelendiğinde, S.Odeska buğday ununa ait hamurun Bayraktar-2000’den daha yüksek yapışkanlık kuvveti verdiği belirlenmiştir. Yapışkanlık kuvvetindeki farklılıkların protein miktarı ve kalitesiyle ilişkili olduğu, protein miktarı arttıkça yapışkanlık kuvvetinin de yükseldiği bildirilmiştir (Sahte ve ark., 1981; Van Velzen ve ark., 2003). Huang ve Hoseney (1999) bu durumu, hamur akışkan bir yapıdaysa yapışma kuvvetini aşmadığı ve yapışkan bir karakter gösterdiği, güçlü ve elastik ise yapışma kuvvetini aştığı ve yüzeyden kolayca ayrılarak yapışmadığı şeklinde yorumlamıştır (Huang ve Hoseney, 1999).



Şekil 4.2. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Chen Hoseney testi yapışma kuvveti değerleri

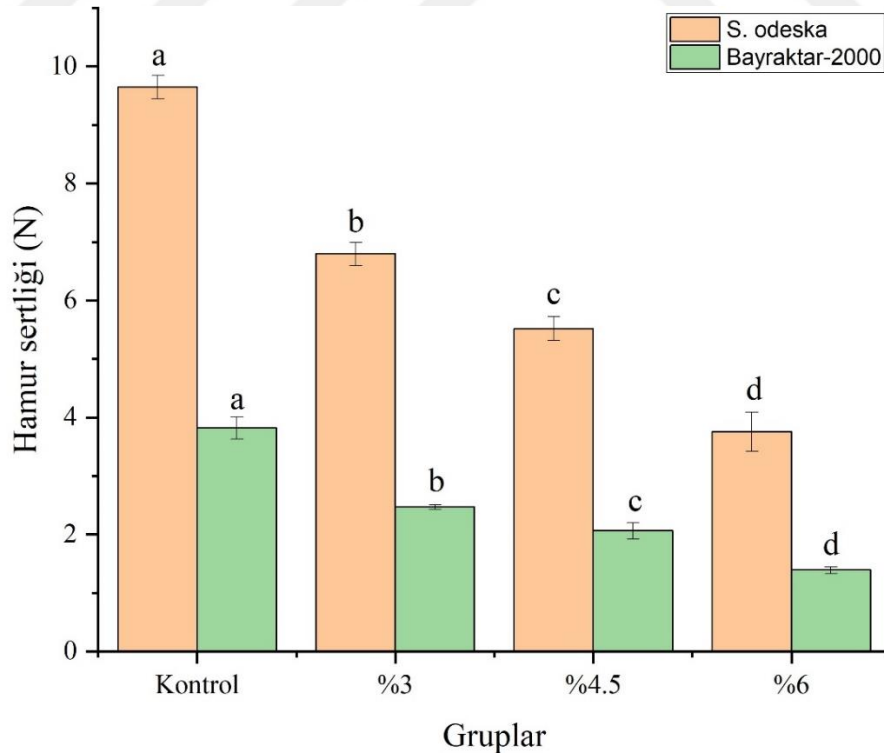
Chen Hoseneý testiýle belirlenen hamur gücü değeri, hamurun probu bırakmadan önce ne kadar uzadığının mesafesi olarak tanımlanabilir. Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğdaylarına ait çalışma grupları incelendiğinde (Şekil 4.3.) süneli tane oranı arttıkça hamur gücü değeri yükseldiği tespit edilmiştir. S. Odeska buğday unlarının hamur gücünün Bayraktar-2000 ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu görülmüştür. Buğday hamurlarına ait kontrol gruplarının hamur gücü değerlerinin sırasıyla 0.27 ± 0.01 ve 0.28 ± 0.01 mm olduğu, %6 emgili S. Odeska hamur örneklerinin ise 1.42 ± 0.04 mm ile en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Hamur gücündeki bu farklılığın buğdaylara ait gluten miktarıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında, Başar ve Karaoğlu (2021) tarafından yapılan araştırmada da süneli buğday ununa ait hamurların yapışkanlık testi değerlerinin, süne oranı arttıkça hamur gücü değerinde artış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Chen Hoseneý testi hamur gücü değerleri

4.4.2. Hamur örneklerine ait sertlik değeri

Hamura uygulanan delme kuvvetine karşı hamurun gösterdiği direnç hamur sertliği olarak ifade edilmektedir (Agrahar-Murugkar ve ark., 2015). Hamur sertlik değeri unun nihai ürüne işlenmesinde önemli bir parametredir. Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğdaylarına ait hamur sertlik değerleri incelendiğinde emgili olmayan örneklerde bu değerlerin daha yüksek olduğu ve emgi oranı arttıkça hamurun sertliğini kaybettiği görülmüştür (Şekil 4.4). S. Odeska çeşidine ait kontrol hamurunun sertlik değeri 9.65 ± 0.20 N iken, Bayraktar-2000 buğday çeşidinde bu değer 3.82 ± 0.19 N olduğu belirlenmiştir. Hamur sertlik değerindeki bu farklılığın her iki çeşide ait yaş gluten ve sedimantasyon değerleri göz önünde bulundurulduğunda, gluten miktarı ve kalitesiyle ilişkilendirilebileceği belirtilmiştir. Agrahar-Murugkar ve ark., (2015) bisküvi hamurunun sertlik değerini 4.52 ± 0.06 N olarak belirlemiştir. Wang ve ark., (2024) karıştırma süresinin etkisini inceledikleri bir çalışmada, hamur sertlik değerinin 3579.12 ± 700 g olduğunu gözlemlemiştir. Hamur sertlik değerinin, karıştırma hızı ve süresi, gluten miktarı ve kalitesi, enzimlerin varlığı ve unun su tutma oranı gibi pek çok değişkenden etkilendiği ifade edilmiştir (Faridi ve Faubion, 2012; Wang ve ark., 2024).

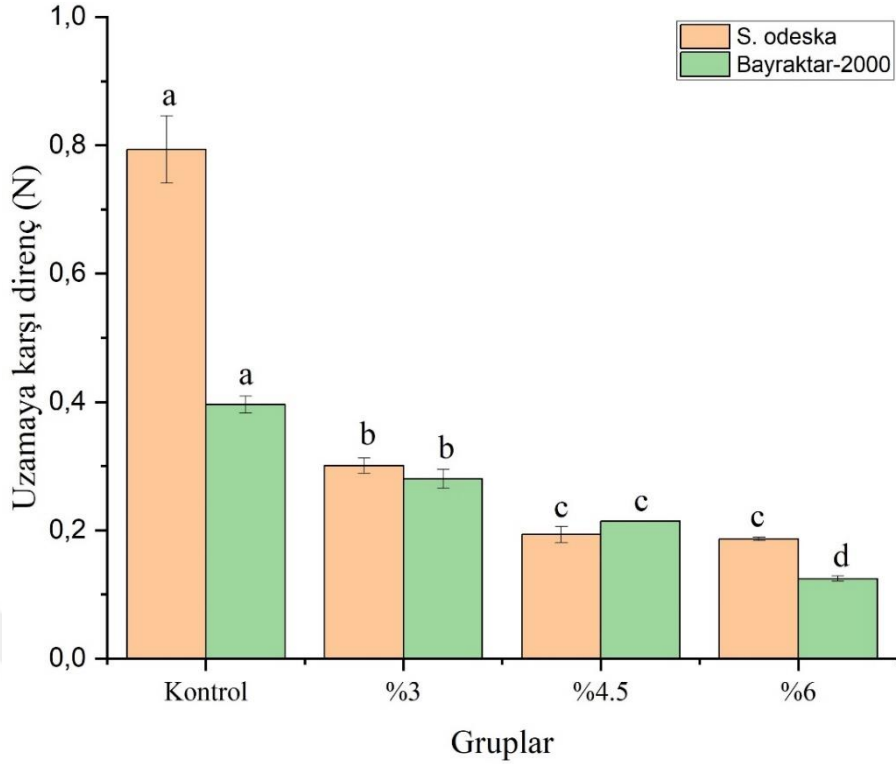


Şekil 4.4. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerine ait sertlik değeri

4.4.3. Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait özellikler

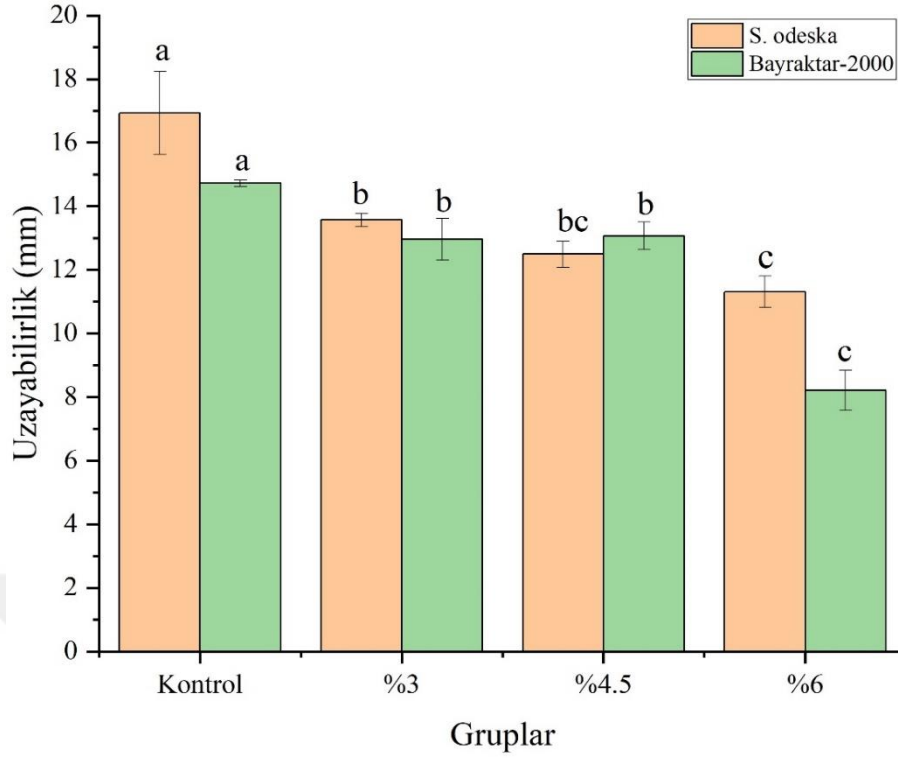
Hamurun uzamaya karşı direnci ve uzayabilirliği işleneceği ürün, pişme performansı, son ürün kalitesi (ekmek iç hacmi, uzama gibi) hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca hamurun gaz tutma yeteneğinin uzamaya karşı direnci ve uzayabilirliğiyle ilişkili olduğu ifade edilmiştir. (Köksel ve ark., 2000; Ktenioudaki ve ark., 2011). Şekil 4.5 incelendiğinde kontrol gruplarına ait uzamaya karşı direnç değerlerinin süneli gruplara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Süneli hamur örneklerinin uzamaya karşı direnç değerlerinin düşük olduğu ve en düşük değerin Bayraktar-2000 %6 süne emgili buğday çeşidinde (0.12 ± 0.004 N) elde edildiği görülmüştür. Başar ve ark. (2016) kitlede süne zararına uğramış buğday tanesindeki artışın hamurun uzayabilirlik değerini yükseltirken, uzamaya karşı direnç (maksimum direnç) değerini önemli ölçüde düşürdüğünü belirlemiştir.

Şekil 4.5 incelendiğinde S. Odeska hamur örneklerine ait uzamaya karşı direnç değerinin Bayraktar-2000 örneğiyle kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun özellikle S. Odeska buğdayına ait hamurun yaş gluten içeriği, gluten indeksi ve sedimantasyon değerlerinin yüksek olmasıyla ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca süne emgi oranı arttıkça uzamaya karşı direnç değerinin düştüğü gözlenmiştir. Bu düşüş, süne proteazının gluteni parçalaması neticesinde hem gluten indeksi hem de sedimantasyon değerlerinin düşmesi neticesinde protein kalitesindeki bozulma ile açıklanmıştır. Bahsedilen bulgu Sahari ve ark. (2006)'nın belirttiği sonuçlarla örtüşmektedir. Ćurić ve ark. (2001)' e göre glutenin uzama kuvveti verdiği ve daha yüksek protein içeriğinin daha güçlü protein ağı ve gluten mukavemetini sağlayacağını belirtmiştir. Zaidel ve ark. (2010) da hamur gelişim sırasında çapraz bağlanan protein polimerlerinin arasındaki etkileşimin, daha güçlenmesi neticesinde uzamaya karşı dirençte artışa sebep olduğunu belirtmiştir. Protein molekülleri arasındaki etkileşimin artması, glutenin akışkanlık direncini ve uzamaya karşı direncini arttırmakta, akışkanlık direncinin artması da hamurun elastikiyetini artmasına sebep olmaktadır. Gluten miktarı ve kalitesi bakımından daha yüksek sonuçlar veren S. Odeska çeşidine ait hamurun uzamaya karşı direnç değerinin daha yüksek olması bu durumu kanıtlar niteliktedir.



Şekil 4.5. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzamaya karşı direnç değerleri

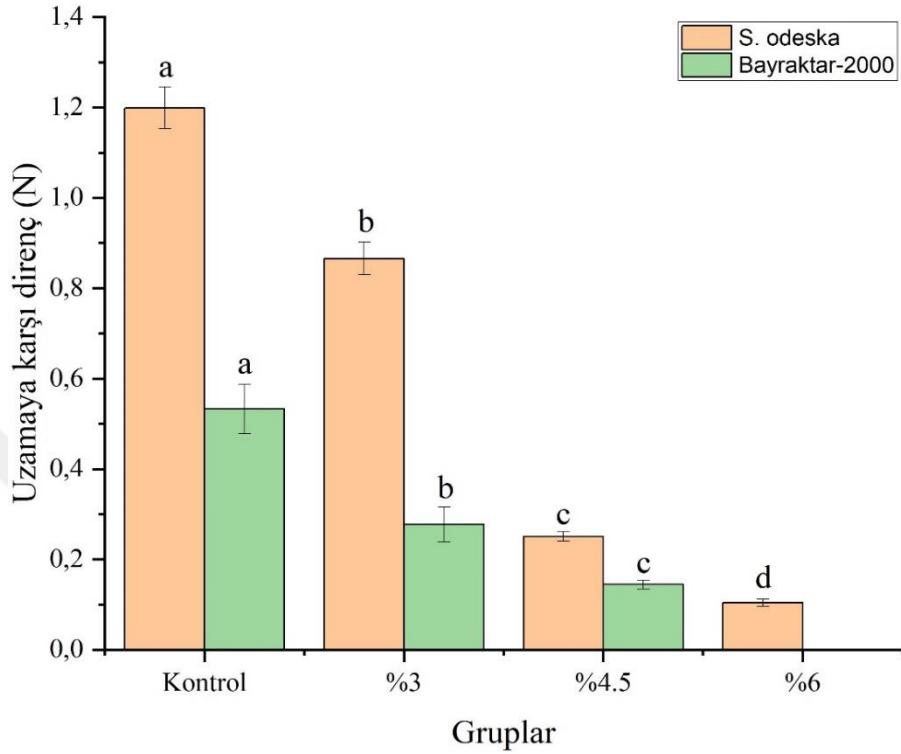
Hamur uzayabilirlik değeri, pişirme sırasında ekmekte kabarmayı sağlayan gaz hücrelerinin yırtılmadan genişlemesini gerçekleştiren uzamanın sınırını temsil etmektedir (Anderssen ve ark., 2004). S. Odeska buğdayına ait %6 emgili grubun (11.3 ± 0.5 mm) hamur uzayabilirlik değerinin kontrol grubuna (16.93 ± 1.3 mm) kıyasla %66.74 oranında düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.6). Bayraktar-2000 buğdayına ait hamurun kontrol, %3, %4.5 ve %6 emgili gruptaki uzayabilirlik değerlerinin ise sırasıyla 14.73 ± 0.10 mm, 12.96 ± 0.66 mm, 13.06 ± 0.44 mm ve 8.21 ± 0.63 mm olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında süneli tane ilave oranı arttıkça hamurun uzayabilirlik değerinin düştüğü ifade edilebilir. Süneli buğday hamurlarının uzayabilirlik değerindeki bu düşüş, hamurun gluten içeriğinin bozulmasıyla açıklanmaktadır. Meral ve ark. (2010) mevcut çalışmayla benzer şekilde protein miktar ve kalitesindeki artışın uzayabilirlik değerini arttırabileceği sonucunu ifade etmiştir.



Şekil 4.6. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen hamur örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzayabilirlik değerleri

Süne emgi taneli buğday örneklerinin glutenlerine ait uzamaya karşı direnç değerleri incelenmiştir (Şekil 4.7). Özellikle glutenlere ait direnç değerlerinin hamurlar ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.5 ve Şekil 4.7). S. Odeska buğday çeşidinin kontrol grubu hamur ve gluten örneklerinin uzamaya karşı direnç değerleri sırasıyla $0.79 \text{ N} \pm 0.05$ ve $1.19 \text{ N} \pm 0.05$ olarak verilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli bulunmuştur. Bununla birlikte %6 emgili Bayraktar-2000 çeşidine ait gluten direncinin çok düşük olması nedeniyle herhangi bir veri tespit edilememiştir. Bu durum, hamurun yapısal zayıflığıyla ilişkilendirilmiş ve Bayraktar-2000 buğday çeşidinin hem düşük gluten içeriğine sahip olması hem de süne zararının gluten yapısını bozmasının bir sonucu olduğu ifade edilmiştir. Başar ve Karoğlu (2021) tarafından ifade edilen süne zararı oranının artmasıyla glutenin uzamaya karşı direnç değerinin düşmesi mevcut çalışmayla örtüşmektedir. Ancak süneli tane ilave oranındaki artışla birlikte bu değer Şekil 4.7’de görüldüğü gibi hamur örneklerine kıyasla daha hızlı

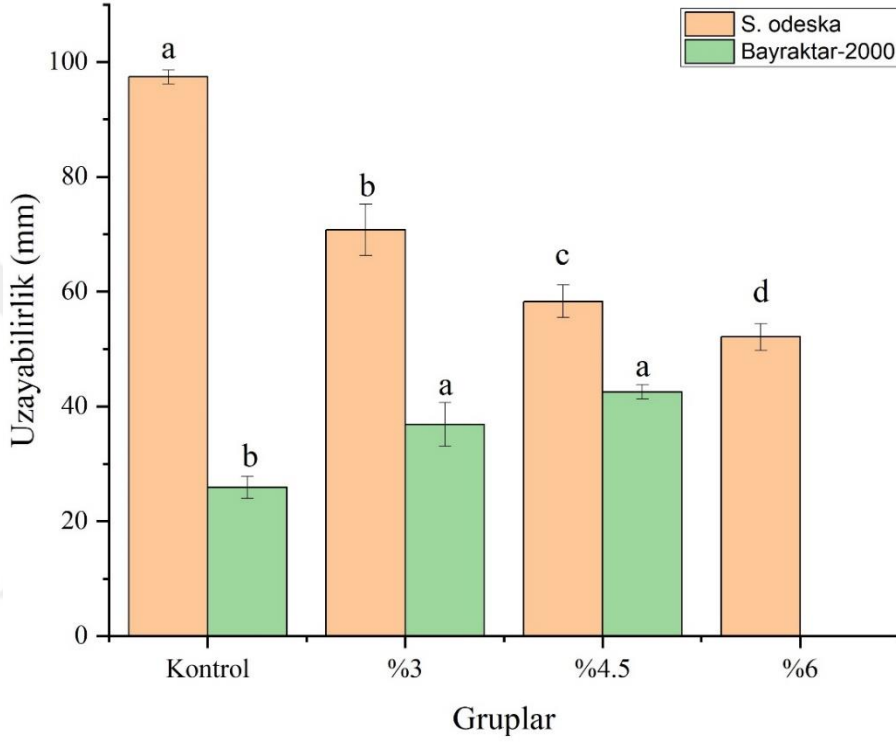
azaldığı belirlenmiştir. Bu bulgu özellikle nişastanın hamur yapısını korumasıyla ilişkilendirilebilir.



Şekil 4.7. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen gluten örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzamaya karşı direnç değerleri

S. Odeska ve Bayraktar-2000 buğday çeşitlerinin kontrol grubundaki gluten uzayabilirlik değerleri Şekil 4.8’de 97.93 ± 1.22 mm ve 25.95 ± 1.93 mm aralığında belirlenmiştir. S. Odeska buğday emgili unların gluten değerlerinin sırasıyla 70.77 ± 4.47 , 58.30 ± 3.82 ve 52.11 ± 4.33 mm olduğu tespit edilmiştir. Bayraktar-2000 kontrol grubunun gluten uzayabilirliği 25.95 ± 1.93 mm iken %4.5 emgili grupta 42.52 ± 1.24 mm olarak belirlenmiştir. Başar ve Karoğlu (2021) tarafından ifade edilen süne zararı oranının artmasıyla glutenin uzayabilirlik değerinin düşmesi mevcut çalışmayla örtüşmektedir. Bahrami ve ark (2016), benzer şekilde yüksek moleküler ağırlıklı proteinlerin uzayabilirliğe karşı direnç ve uzayabilirlik değerleriyle ilişkili olduğunu ifade etmiştir (Ulutürk ve Gül, 2025). Şekil 4.8’de Bayraktar-2000 buğdayına ait gluten uzayabilirlik değerinin süne oranıyla paralel olarak arttığı görülmektedir. Bu eğilim, süneden dolayı gluten yapısının bozulmuş olması sebebiyle güçsüz bir hamura karşılık daha yumuşak ve

uzayan bir yapıya dönüşmesiyle açıklanmıştır. Özellikle Bayraktar-2000 çeşidine ait %6 emgili tane ilave edilmiş gluten örneklerinin güçsüz bir yapıda olması sebebiyle cihazda görsel olarak diğer örneklerden daha fazla uzadığı ancak uzamaya karşı direnci çok zayıf olduğu için uzayabilirlik değerinin tespitinin gerçekleştirilemediği görülmüştür (Şekil 4.8). Bu bulgu doğrultusunda, süneli örneklerin gluten uzayabilirliği tek başına ürün işleme kriteri olarak değerlendirilemeyeceği düşünülmektedir.



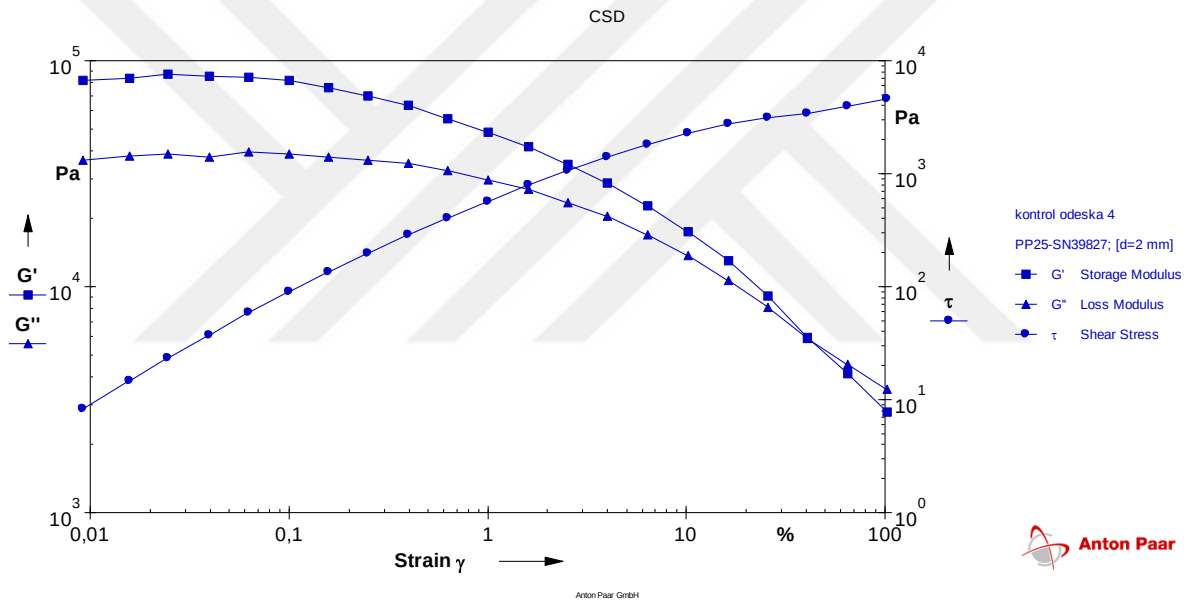
Şekil 4.8. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli buğday unlarından elde edilen gluten örneklerinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzayabilirlik değerleri

4.5. Reolojik Değerlendirmeler

Süneli emgili tane ilavesinin, Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday çeşitlerine ait hamurların akış ve deformasyon özellikleri üzerindeki etkisi, plaka-plaka geometrisine sahip bir reometre kullanılarak belirlenmiştir. Hamur örneklerinin viskoelastik özellikleri salınım testi uygulanarak tespit edilmiştir.

4.5.1. Salınım testine ait reolojik özellikler

Hamur örneklerinin reolojik özelliklerini belirleyebilmek için doğrusal viskoelastik özellik gösterdiği aralığın tespit edilmesi gerekmektedir. Bu bakımdan hamurların doğrusal viskoelastik bölgesi %0.01-100 gerilme aralığında gerçekleştirilen dinamik bir kayma gerilim taraması ile belirlenmiştir. Bu referans aralığı (%0.01-100) literatürde hamurun reolojik özelliklerindeki değişimin incelendiği çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir (Zhang ve ark., 2020). Bu test sonucunda hamur örneklerine ait G' - elastiklik modülüsü, G'' -akışkanlık modülüsü, G^* - kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerlerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğrusal viskoelastik bölgenin tespitine ait gerilim-tarama grafiği (S. Odeska kontrol grafiği) Şekil 4.9'da verilmiştir.

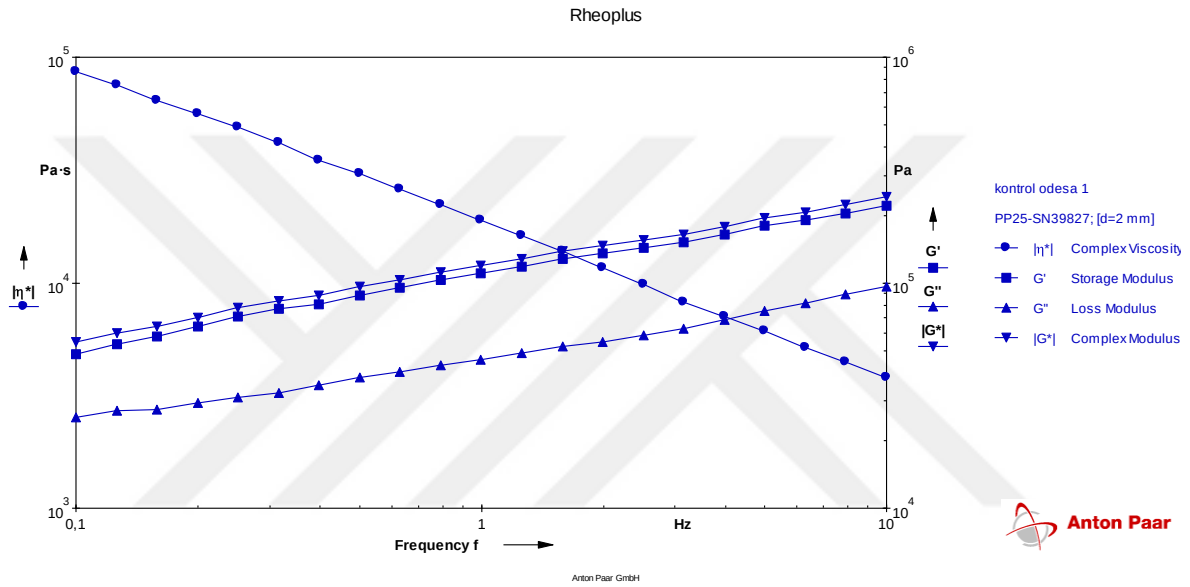


Şekil 4. 9. S. Odeska kontrol hamur örneğine ait viskoelastik özelliklerinin gerilime göre değişimi

Kontrol ve süne emgili buğdaylara ait örneklerin salınım testi değerleri incelendiğinde 45 Pa gerilim değerinin gözlenen tüm modülüs ve viskozite değerleri için doğrusal bölgedeki bir gerilim değeri olduğu belirlenmiştir. Ropciuc ve ark. (2021) hamur örneklerinin doğrusal viskoelastik bölgeye ait gerilim değerini 50 Pa olarak belirlemiştir.

Elde edilen bu sabit gerilim değerinden sonra tüm gruplara frekans tarama testi uygulanmıştır. Frekans aralığı tespitinde her ne kadar farklı koşullar uygulanmış olsa da literatürde kullanılan 0.1-10 Hz tercih edilmiştir (Zhang ve ark., 2020). Belirlenen koşullarda gerçekleştirilen frekans-tarama testi sonucunda G' - elastiklik modülüsü, G''

akışkanlık modülüsü, G^* -kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerlerindeki farklılaşmalar belirlenmiştir. Hamur örneklerinin frekans tarama testi sonuçlarına ait örnek grafik (S. Odeska kontrol hamuru frekans tarama grafiği) Şekil 4.10'da verilmiştir. Kontrol ve süne emgili hamurlara ait farklı frekans aralığındaki vizkoelastik özelliklerindeki değişim istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks viskozite ve kompleks modülüs değerlerinin 0.1 Hz, 1 Hz ve 10 Hz frekans değerlerine ait değişimler Tablo 4.7- 4.12 arasında verilmiştir.



Şekil 4.10. S. Odeska kontrol hamur örneğine ait viskoelastik özelliklerinin frekansa göre değişimi. (0.1-10 Hz- 45 Pa gerilim değeri)

Modülüs, uygulanan gerilime tepki olarak meydana gelen deformasyonu temsil etmektedir. Hamur gibi viskoelastik gıdalarda elastiklik modülüsü katılıkla karakterize edilirken, akışkanlık modülüsü ise akışkanlık özelliği olarak belirtilmektedir (Steffe, 1996; Ehrenstein ve ark., 2004).

Elastiklik modülüsünün yüksek olması malzemenin katılığındaki yüksekliği temsil etmektedir. Akışkanlık modülüsündeki artış ise akışa karşı dirençteki yükselişi ifade etmektedir (Steffe, 1996). Kompleks modülüs değeri ise hem akışkanlık hem de elastikiyet modülüsünün bir fonksiyonu olarak gıdaya ait sertlik/dayanıklılık/rijiditesini ifade etmektedir (Steffe 1996; URL-10, 2024). Kompleks viskozite değeri ise malzemenin elastikiyetine ait direnci dikkate alarak akışa karşı gösterdiği direnci temsil etmektedir (Steffe 1996; Ehrenstein ve ark., 2004; URL-10, 2024).

Frekans tarama testinde en düşük frekans olan 0.1 Hz’de tüm hamur örneklerinin etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.01$) belirlenmiştir. Tablo 4.7 incelendiğinde 0.1 Hz frekans değerinde süne emgi oranı arttıkça Bayraktar-2000 hamur örneklerinde elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. 1 Hz frekans değerine ait elastiklik modülüs, akışkanlık modülüs, kompleks modülüs ve kompleks viskozite değerlerinin süne emgi oranındaki artışla birlikte azaldığı görülmüştür. Buna rağmen frekanstaki artışla (0.1, 1 ve 10 Hz) birlikte elastiklik modülüs, akışkanlık modülüs ve kompleks modülüs değerlerinin arttığı fakat kompleks viskozite değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7-Tablo 4.9). 10 Hz frekans koşullarında ise elastiklik modülüs, akışkanlık modülüs ve kompleks modülüs değerlerinin en yüksek değere ulaştığı buna rağmen süne emgi oranındaki artışla birlikte düşüş eğiliminde oldukları gözlenmiştir (Tablo 4.9). Raymundo ve ark. (2014), bisküvi hamurunun reolojik özelliklerini incelediklerinde, bu çalışmayla benzer şekilde elastiklik modülüsünün, akışkanlık modülüsünden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, 10 Hz frekans koşullarında kompleks viskozite değerlerinin en düşük seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Bayraktar-2000 ve S. Odeska %6 süne emgili örneklerin 10 Hz kompleks vizkozite değerlerinin sırasıyla 1643 ± 150 Pa ve 1835 ± 190 Pa olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hamurun vizkoelastik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada mevcut çalışmada da gözlemlendiği şekliyle tüm frekans değerlerinde elastiklik modülüsünün, akışkanlık modülüsünden daha yüksek bir sonuç verdiği vurgulanmıştır (Xu ve ark., 2017). Bu durum literatürde daha önce de değinildiği gibi özellikle hamur örneklerinin viskoz davranışına kıyasla elastik davranış sergilediğini göstermiştir (Zhang ve ark., 2018). Her iki buğday örneğine ait elastiklik modülüsü incelendiğinde Bayraktar-2000 kontrol hamurunda 57400 ± 750 Pa iken S. Odeska kontrol hamurunda bu değer 93070 ± 2270 Pa olduğu belirlenmiştir. Elastiklik modülüsündeki bu farklılık, gluten oluşumunu destekleyen yüksek protein içeriği ile proteinler ve polisakkaritler arasında etkileşim kurulmasına olanak sağlayan yüksek çözünür lif düzeyinin varlığına atfedilmiştir (Raymundo ve ark., 2014). Bu bilgiler doğrultusunda, gözlemlenen değer farklılıklarının buğday örneklerine ait yaş gluten miktarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

S. Odeska buğday hamuruna ait vizkoelastik özellikler incelendiğinde (Tablo 4.10-4.12) elastiklik modülüs, akışkanlık modülüs, kompleks modülüs ve kompleks viskozite değerlerinin eğiliminin Bayraktar-2000 buğday hamuruyla benzer karakterde olduğu 0.1

Hz, 1 Hz ve 10 Hz için frekans değeri arttıkça bu değerler artarken, süne emgili oranındaki artışa paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle hamurda elastiklik modülüsünün akışkanlık modülüsüne göre daha yüksek olduğu önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir (Shi ve ark., 2013; Nie ve ark., 2019; Moll ve ark., 2022). Emgili grupların, kontrol gruplarına göre elastiklik, akışkanlık ve kompleks modülüsünün azaldığı ve gruplar arasında önemli farklılıkların ($p<0.01$) olduğu görülmüştür. S. Odeska çeşidinin %3 emgili örnek hamurlarına ait 0.1, 1 ve 10 Hz frekanslarındaki elastiklik modülüsü değerlerinin sırasıyla 52275 ± 1275 , 144250 ± 3525 ve 336550 ± 1550 Pa olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.10-4.12).



Tablo 4.7. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli Bayraktar-2000 unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 0.1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri

<i>Gruplar</i>	<i>Elastiklik modülüs (Storage) Pa</i>	<i>Akışkanlık Modülüs (Loss) Pa</i>	<i>Kompleks Modülüs (Complex) Pa</i>	<i>Kompleks Viskozite Pa.s</i>
Kontrol	57400±750 ^a	57150±70 ^a	71400±3663 ^a	85777±2886 ^a
% 3	42466±1379 ^b	28400±1697 ^b	52850±494 ^b	80550±212 ^b
% 4.5	28766±1464 ^c	16633±202 ^c	31866±602 ^c	50766±960 ^c
% 6	23800±700 ^d	13866±832 ^d	27566±981 ^d	43800±1558 ^d

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar (p<0.05) arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

56

Tablo 4.8. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli Bayraktar-2000 unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri

<i>Gruplar</i>	<i>Elastiklik modülüs (Storage) Pa</i>	<i>Akışkanlık Modülüs (Loss) Pa</i>	<i>Kompleks Modülüs (Complex) Pa</i>	<i>Kompleks Viskozitesi Pa.s</i>
Kontrol	139333±11015 ^a	72800±282 ^a	169500±14849 ^a	27050±775 ^a
% 3	108500±707 ^b	67500±6363 ^b	152000±9899 ^b	19850±1202 ^b
% 4.5	65233±1289 ^c	30600±2598 ^c	72033±2214 ^c	11467±321 ^c
% 6	52800±2007 ^d	22600±1835 ^d	57433±2542 ^d	9143±401 ^d

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar (p<0.05) arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.9. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli Bayraktar-2000 unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 10 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri

<i>Örnek</i>	<i>Elastiklik modülüs (Storage) Pa</i>	<i>Akışkanlık Modülüs (Loss) Pa</i>	<i>Kompleks Modülüs (Complex) Pa</i>	<i>Kompleks Viskozitesi Pa.s</i>
Kontrol	357500±3535 ^a	151500±3536 ^a	388500±4949 ^a	8480±777 ^a
% 3	297000±12727 ^b	144500±13435 ^a	324000±12727 ^b	6800±661 ^b
% 4.5	128333±6110 ^c	59167±4313 ^b	145000±5656 ^c	2250±115 ^c
% 6	89050±70 ^d	39850±919 ^c	103366±10077 ^d	1643±153 ^c

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar ($p<0.05$) arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

57 **Tablo 4.10.** Farklı oranda süne emgili tane ilaveli S. Odeska unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 0.1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri

<i>Gruplar</i>	<i>Elastiklik modülüs (Storage) Pa</i>	<i>Akışkanlık Modülüs (Loss) Pa</i>	<i>Kompleks Modülüs (Complex) Pa</i>	<i>Kompleks Viskozite Pa.s</i>
Kontrol	93070±2270 ^a	40300±1697 ^a	95300±1414 ^a	96950±1732 ^a
% 3	52275±1275 ^b	20450±1272 ^b	59431±1224 ^b	57750±3750 ^b
% 4.5	30266±208 ^c	17850±1343 ^{bc}	39200±70 ^c	46700±3111 ^c
% 6	28233±461 ^c	15050±350 ^c	33133±2589 ^d	43000±1697 ^c

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar ($p<0.05$) arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.11 Farklı oranda süne emgili tane ilaveli S. Odeska unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 1 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri

<i>Gruplar</i>	<i>Elastiklik modülüs (Storage) Pa</i>	<i>Akışkanlık Modülüs (Loss) Pa</i>	<i>Kompleks Modülüs (Complex) Pa</i>	<i>Kompleks Viskozitesi Pa.s</i>
Kontrol	179375±4375 ^a	96450±3040 ^a	202333±6806 ^a	26100±353 ^a
% 3	144250±3525 ^b	60467±3017 ^b	158620±3266 ^b	18150±636 ^b
% 4.5	97250±3747 ^c	45550±2616 ^c	101750±4596 ^c	17600±1414 ^b
% 6	76733±3059 ^d	28050 ±450 ^d	85250±3323 ^d	9300±622 ^c

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar (p<0.05) arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.12. Farklı oranda süne emgili tane ilaveli S. Odeska unlarından elde edilen hamurların frekans salınım tarama testi ile 10 Hz ait elastiklik modülüsü, akışkanlık modülüsü, kompleks modülüsü ve kompleks viskozite değerleri

<i>Gruplar</i>	<i>Elastiklik modülüs (Storage) Pa</i>	<i>Akışkanlık Modülüs (Loss) Pa</i>	<i>Kompleks Modülüs (Complex) Pa</i>	<i>Kompleks Viskozitesi Pa.s</i>
Kontrol	377200±9200 ^a	179500±6363 ^a	404500±3535 ^a	9695±215 ^a
% 3	336550±1550 ^b	143667±577 ^b	362560±7467 ^b	5650±35 ^b
% 4.5	314000±24062 ^c	142500±707 ^b	355000±31250 ^b	4915±247 ^c
% 6	158666±8082 ^d	56650±1909 ^c	180500±10606 ^c	1835±190 ^d

Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar (p<0.05) arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

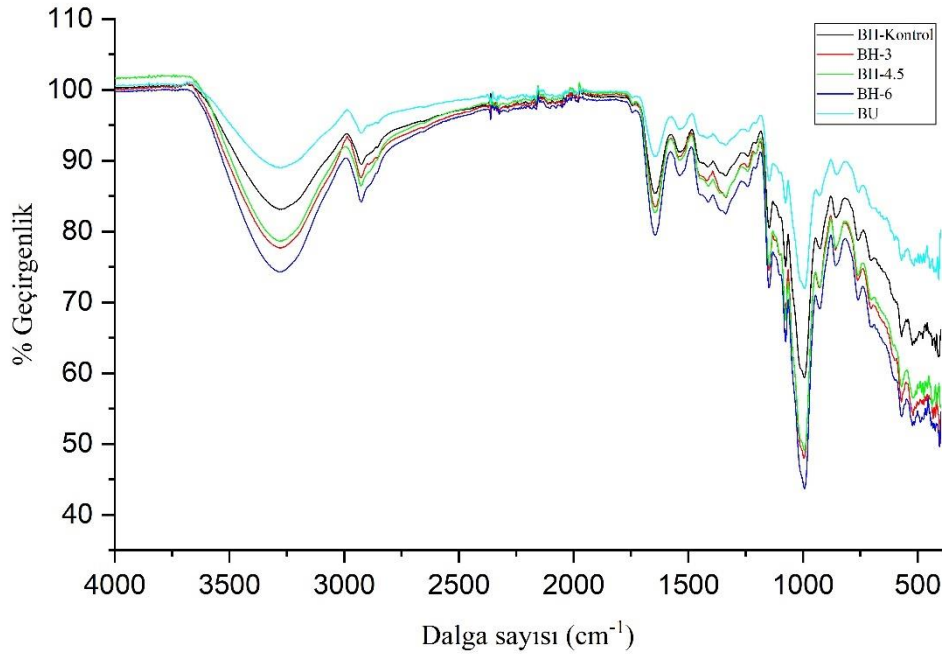
4.6. Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektroskopisi (FTIR) ile Proteinlerin İkincil Yapılarının Belirlenmesi

Örneklerin FTIR spektrumları incelendiğinde, göze çarpan pik noktaları amid-I ($1600-1700\text{ cm}^{-1}$) ve amid II ($1500-1600\text{ cm}^{-1}$) olarak belirtilmiştir. Amid-I bandındaki değişikliklerin C=O bağlarının gerilme titreşimlerinden, amid-II bandındaki değişimlerin ise N-H bağlarının bükülmesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Nawrocka ve ark., 2017). Amid-II bandı amid-I bandından daha karmaşık, yorumlanması daha zor ve sınırlı olmakla birlikte özellikle N-H bükülmesi ve C-N gerilmesinin etkisiyle $1480-1580\text{ cm}^{-1}$ spektral bölgede belirlenmiştir (Amir ve ark., 2013). Bayraktar-2000 buğday çeşidinin süne emgili unlarından elde edilmiş hamurlarına ait FTIR spektrum görüntüleri Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Şekil 4.11–4.14 örneklere ait FTIR spektrumlar incelendiğinde, süne emgili tane oranı arttıkça, 1635 cm^{-1} civarındaki amid-I bandı ile 1537 cm^{-1} ’deki amid-II bandının pik şiddetlerinin arttığı; bununla birlikte % geçirgenliğin azaldığı ve bu durumun gluten yapısının bozulmasına işaret ettiği düşünülmektedir. Ulutürk ve Gül (2025), benzer şekilde çalışmalarında süne emgili örneklerde FTIR spektrumunda protein yapısının bozulmasından kaynaklı değişimleri ifade etmiştir. Zhu ve Li (2019) çalışmalarında ifade ettikleri gibi FTIR spektrumu ile α -sarmal ve β -tabakalar gliadin proteinleri hakkında önemli bilgiler sağladığı ifade edilmiştir. Amir ve ark., (2013)’teki çalışmalarında özellikle $1500-1700\text{ cm}^{-1}$ spektral bölgede yer alan pik noktalarının buğday proteinlerinin varlığını işaret ettiği ve bu pik noktalarının peptid bağlarının titreşimlerinden kaynaklandığı belirtmiştir. Özellikle amid-I bandı $1600-1690\text{ cm}^{-1}$ spektral bölgede peptid grubundaki C=O gerilmesiyle oluşmakla birlikte buğday proteinlerinin en yoğun absorban bandı olduğu belirlenmiştir (Amir ve ark., 2013).

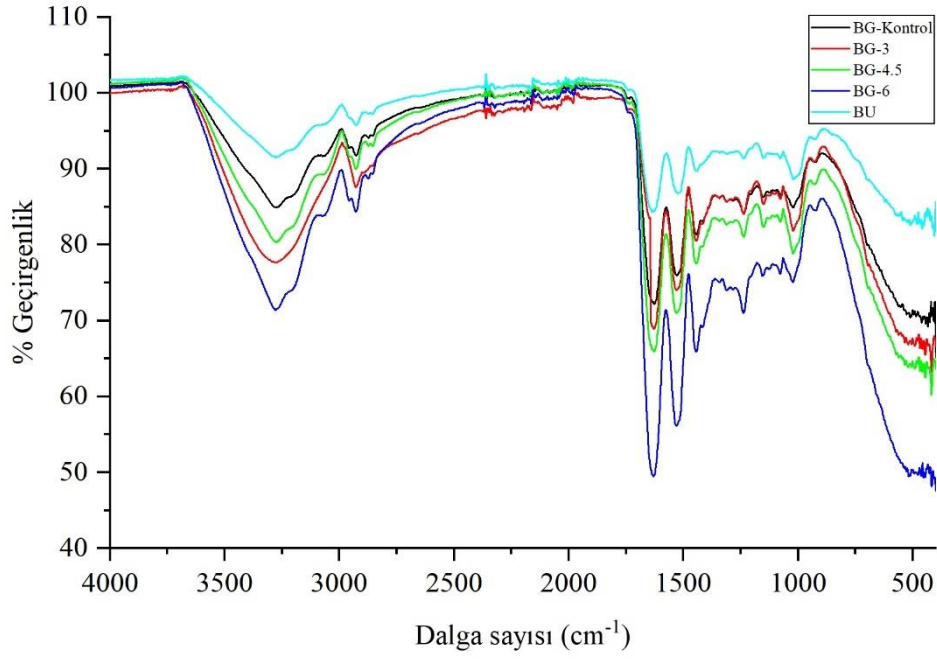
Buğdaylardan elde edilen hamur ve glutenlerin FTIR spektrumları incelendiğinde hem 1635 cm^{-1} civarındaki amid-I bandına hem de 1537 cm^{-1} ’deki amid-II bandına ait pik şiddetinin gluten örneklerinde daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.11-4.12 ve Şekil 4.13-4.14). Ayrıca yine FTIR grafiği incelendiğinde, süne emgi oranı arttıkça amid-II ve amid-I’e ait pik şiddetinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.12-14). Süne emgili hamur ve bu hamurdan elde edilmiş glutenin bu eğilimde olması süne zararlısının salgıladığı proteaz enziminin hamur yapımıyla birlikte gluteni daha küçük yapıya parçalanması neticesinde alt fraksiyonların oranının artmasıyla ilişkilendirilmiştir (Aja ve ark., 2004).

Hamur ve gluten örneklerinin 3280 cm^{-1} 'de pik veren OH grubu incelendiğinde kontrol grubuyla kıyaslandığında süne emgi oranındaki artışla paralel şekilde OH grubuna ait pik şiddetinin de arttığı gözlenmektedir.

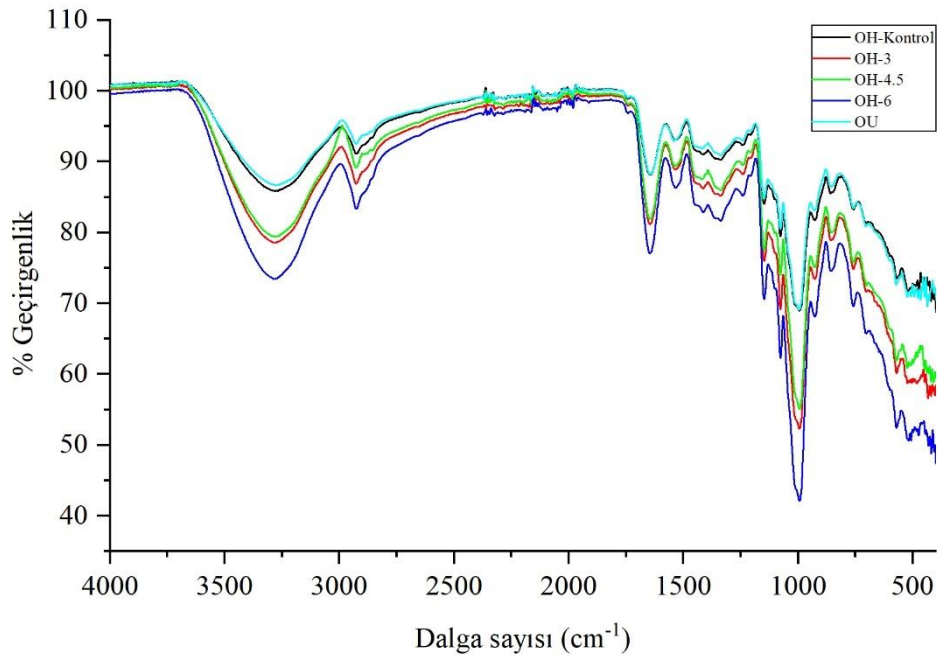
Polisakkaritlerin varlığını temsil eden spektral bölgenin $800\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$ aralığında yer aldığı, bu bölgedeki sinyallerin C–O, C–C ve C–N bağlarının gerilme titreşimlerinden kaynaklandığı; ayrıca, nişasta ve selüloz gibi polisakkaritleri oluşturan glikozidik bağların C–O–C yapısındaki C–O titreşimlerinin bu bölgede daha baskın olduğu ifade edilmiştir (Jiugao ve ark., 2005; Fetouhi ve ark., 2019). Grafikler incelendiğinde hem Bayraktar-2000 hem de S. Odeska buğday örneklerinde göze çarpan önemli bir farklılık görülmektedir. Bu farklılık 1021 cm^{-1} 'deki hamur örneklerine ait pik şiddetinin tüm koşullarda gluten örneklerine göre daha yüksek olduğu yönünde belirlenmiştir. Mevcut çalışma sonuçları ile benzer şekilde, Xijun ve ark. (2014)'nin çalışmalarında mevcut çalışmayla benzer şekilde buğday nişastasının FTIR spektrumundaki polisakkaritlerinin 1021.1 cm^{-1} 'de pik verdiğini belirlemiştir.



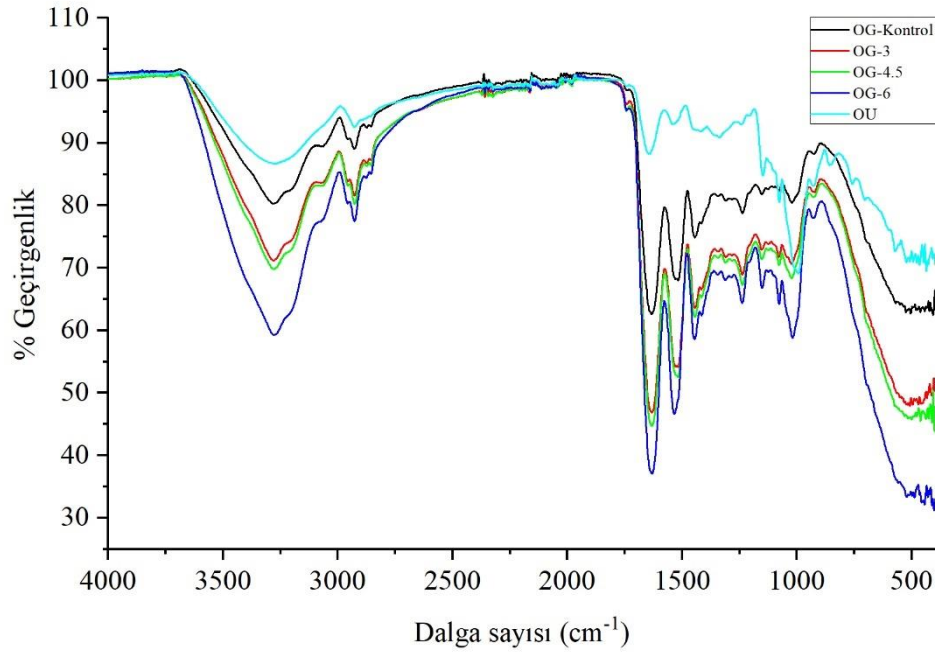
Şekil 4.11. Bayraktar-2000 buğday hamuruna ait FTIR spektrumları (BH: Bayraktar-2000 hamur, BH-3: Bayraktar-2000 % 3 emgili tane ilaveli, BH-4.5: Bayraktar-2000 %4.5 emgili tane ilaveli, BH-6: Bayraktar-2000 %6 emgili tane ilaveli, BU: Bayraktar-2000 Un)



Şekil 4.12. Bayraktar-2000 buğday glutenine ait FTIR spektrumları (BG: Bayraktar-2000 gluten, BG-3: Bayraktar-2000 % 3 emgili tane ilaveli, BG-4.5: Bayraktar-2000 %4.5 emgili tane ilaveli, BG-6: Bayraktar-2000 %6 emgili tane ilaveli, BU: Bayraktar-2000 Un)



Şekil 4.13. S. Odeska buğday hamuruna ait FTIR spektrumları (OH: S.Odeska hamur, OH-3: S. Odeska % 3 emgili tane ilaveli, OH-4.5: S. Odeska %4.5 emgili tane ilaveli, OH-6: S. Odeska %6 emgili tane ilaveli, OU: S. Odeska Un)



Şekil 4.14. S. Odeska buğday glutenine ait FTIR spektrumları (OG: S.Odeska gluten, OG-3: S. Odeska % 3 emgili tane ilaveli, OG-4.5: S. Odeska %4.5 emgili tane ilaveli, OG-6: S. Odeska %6 emgili tane ilaveli, OU: S. Odeska Un)

4.7. Örneklerin CIELab Renk Değerleri

Renk değerleri gıdalara ait önemli fiziksel kalite parametrelerinden biridir. Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday çeşitlerinin tane, emgili tane, un ve hamur örneklerinin L^* , a^* ve b^* renk değerleri ile bu değerlerden türetilmiş hue açısı, kroma, sarılık indeksi ve beyazlık indeksi değerleri incelenmiştir. Elde edilen değerler doğrultusunda Bayraktar-2000 buğday çeşidine ait L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırayla 70.94 ± 2.08 , 3.61 ± 0.63 ve 31.71 ± 0.68 olduğu belirlenmiştir.

S. Odeska buğday tanesine ait L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırayla 57.16 ± 3.27 , 5.98 ± 0.35 ve 22.37 ± 0.72 olduğu görülmüştür (Tablo 4.13). S. Odeska buğday tanesine ait L^* parlaklık değerinin düşük, a^* kırmızılık değerinin yüksek olması ise kırmızı ekmeklik buğday çeşidi olmasıyla açıklanmıştır.

Bayraktar-2000 buğday ununa ait L^* , a^* ve b^* değerlerinin Tablo 4.13 incelendiğinde sırayla 94.52 ± 2.10 , -1.77 ± 0.23 , 13.03 ± 0.37 olduğu görülmüştür. Başar ve ark. (2016) Bezostaja buğday ununun L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırasıyla 90.99 ± 0.07 ,

0.275±0.01 ve 10.52±0.05 olarak tespit etmişlerdir. Renk değerlerindeki bu farklılığın çeşit, yetiştirme koşulları ve iklim özelliklerinden kaynaklı olduğu ifade edilmiştir. L* parlaklık değerine ait grupların istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık içerdiği tespit edilmiştir. Fakat süneli gruplara ait a* ve b* renk değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.01$) tespit edilmiştir.

S. Odeska buğdayına ait kontrol ve % 3, 4.5 ve 6 süne emgili unların L* parlaklık değerinin sırasıyla 94.00±0.67, 82.42±0.86, 80.07±2.82, 75.47±0.57 olduğu ve istatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı farklılıkların ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Süne emgili buğday tanelerinin L* parlaklık değerinin normal buğday tanelerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. L* değerindeki bu düşüşün, süne emgisi sonrasında tanenin dolgunluğunu kaybetmesi, un içeriğinin azalması ve özellikle emgiye bağlı olarak oluşan siyah noktanın etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

S. Odeska buğdayına ait unun kontrol renk değerlerine ait L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 94.00±0.67, -1.78±0.05 ve 14.01±0.88 olarak tespit edilmiştir. Alfin ve Yazıcı Çakıroğlu (2019), 16 farklı una ait renk değerlerini inceledikleri çalışmalarında ortalama L* 91.83, a* 0.71 ve b* 11.91 olduğu görülmüştür. Gruplara ait L* parlaklık değerinin istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık içerdiği tespit edilmiştir. Fakat tüm gruplara ait a* ve b* renk değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.01$) tespit edilmiştir.

Bayraktar-2000 hamur örneklerine ait L*, a* ve b* değerlerinin 87.62±0.75, -1.60±0.02 ve 20.75±0.27 olduğu belirlenmiştir. Sagar ve Pareek (2020), pizza için hazırladıkları hamura ait L*, a* ve b* değerlerini 86.46 ± 0.39, - 1.05 ± 0.02 ve 17.26 ± 0.25 olarak tespit etmiştir.

Bayraktar-2000 buğday unlarına ait hamurun kontrol ile %3, 4.5 ve 6 süne zararına uğramış L* değeri sırasıyla 87.62±0.75, 90.04±0.66, 90.47±0.47 ve 91.08±0.65 olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak kontrol grubu ile emgili gruplar arasında ($p<0.05$) anlamlı bir farklılık olduğu fakat emgili grupların anlamlı ($p>0.05$) bir farklılık sergilemediği görülmüştür.

Hue açısı, rengin tonunu belirleyen ve a* ve b* değerlerinden türetilmiş bir parametre olarak göze çarpmaktadır. Bu bağlamda Tablo 4.13'deki değerler incelendiğinde, hue açısının 90 civarında yoğunlaştığı ve bu değere karşılık gelen rengin sarı olduğu belirlenmiştir. Kurt ve Levent (2023) çalışmalarında buğday unu Hue açısını 91.85±0.28 olarak belirlemiştir.

Hunter Lab renk skala grafiğinde kroma değerin renk yoğunluğunu ya da diğer adıyla doygunluğunu yansıttığı ve bu değer arttıkça rengin daha saf görüldüğü ifade edilmektedir. Tablo 4.13 incelendiğinde hem Bayraktar-2000 hem de S. Odeska buğday unlarının kontrol grubuyla süne emgili un grupları arasında istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık göstermesine rağmen emgili gruplar arasında herhangi bir farklılık ($p>0.05$) görülmemiştir. Bununla birlikte buğday çeşitlerinin hamurlarına ait kroma değerlerinin karmaşık bir eğilim izlediği tespit edilmiştir.

Sarılık indeksi, bir yüzeyin renginin istenilen beyaz ya da renksiz tondan sarı tonlara doğru ne ölçüde sapma gösterdiğini belirleyen bir ölçüt olarak tanımlanmaktadır (Pathare ve ark., 2013). S. Odeska buğday hamurlarının sarılık indeksinin Bayraktar-2000 hamurundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.13 incelendiğinde en yüksek sarılık indeksinin emgili buğday tanelerinden elde edildiği tespit edilmiştir.

Renk temsil değerlerinden biri olan beyazlık, bir yüzeyin mükemmel yansıtıcı difüzöre ne kadar yakın olduğunu gösteren bir ölçüttür ve beyazlık indeksi olarak ifade edilmektedir (Pendiselvam ve ark., 2023). Buğday, un ve hamur örneklerinin içerisinde en yüksek beyazlaşma indeks değerinin Bayraktar-2000 unlarına (85.75 ± 0.69) ait olduğu en düşük değerin ise S. Odeska emgili buğday tanelerinde (47.88 ± 0.83) olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 4.13. Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğdaylarına ait tane, un ve hamur renk değerleri

Örnek	L*	a*	b*	Hue açısı	Kroma	Sarılık indeksi	Beyazlık indeksi
<i>Bayraktar-2000 buğday</i>	70.84±2.08	3.61±0.63	31.71±0.68	83.50±1.082	31.92±0.70	63.96±1.12	56.77±1.06
<i>Bayraktar-2000 emgili buğday</i>	65.60±4.23	5.33±1.09	29.89±1.71	79.90±2.093	30.36±1.70	65.10±4.59	54.12±3.06
<i>S. Odeska buğday</i>	56.36±3.27	5.98±0.35	22.37±0.72	75.00±1.16	23.15±0.64	56.78±2.39	50.57±2.69
<i>S. Odeska emgili buğday</i>	57.16±1.41	8.54±0.22	28.44±0.62	73.29±0.19	29.69±0.66	71.10±0.63	47.88±0.83
<i>Bayraktar-2000 un</i>	94.52±2.10 ^a	-1.77±0.23 ^a	13.03±0.37 ^a	97.72±0.75 ^b	13.15±0.39 ^a	19.70±1.06 ^a	85.75±0.69 ^a
<i>%3 emgili un</i>	89.10±3.28 ^b	-1.71±0.13 ^a	9.33±1.67 ^b	100.41±0.41 ^a	9.49±0.57 ^b	14.96±0.74 ^b	85.55±0.92 ^a
<i>%4.5 emgili un</i>	87.73±0.38 ^c	-1.85±0.12 ^a	10.59±0.88 ^b	99.90±0.84 ^a	10.74±0.87 ^b	17.24±1.04 ^{ab}	83.69±0.46 ^a
<i>% 6 emgili un</i>	67.82±1.01 ^d	-1.53±0.16 ^a	8.56±0.48 ^b	100.15±0.74 ^a	8.70±0.49 ^b	18.03±0.99 ^{ab}	66.66±0.97 ^b
<i>S. odesca un</i>	94.00±0.67 ^a	-1.78±0.05 ^a	14.01±0.88 ^a	97.25±0.63 ^a	14.12±0.87 ^a	21.29±1.70 ^a	84.66±1.44 ^a
<i>%3 emgili un</i>	82.42±0.86 ^b	-1.75±0.27 ^a	10.87±0.88 ^b	99.16±0.71 ^a	11.01±0.74 ^b	18.84±0.99 ^a	79.26±2.39 ^b
<i>%4.5 emgili un</i>	80.07±0.82 ^c	-1.82±0.25 ^a	11.65±0.67 ^b	99.08±2.44 ^a	11.80±0.61 ^b	20.83±0.21 ^a	76.80±2.81 ^{bc}
<i>%6 emgili un</i>	75.47±0.57 ^d	-1.69±0.19 ^a	10.24±0.42 ^b	99.39±0.93 ^a	10.38±0.40 ^b	19.39±0.73 ^a	73.36±0.45 ^c
<i>Bayraktar-2000 hamur</i>	87.62±0.75 ^b	-1.60±0.02 ^a	20.75±0.27 ^b	94.40±0.11 ^c	20.81±0.27 ^b	33.83±0.71 ^{ba}	75.78±0.60 ^b
<i>%3 emgili hamur</i>	90.04±0.66 ^a	-2.05±0.14 ^b	22.26±0.58 ^a	95.27±0.42 ^b	22.35±0.57 ^a	35.31±1.11 ^a	75.53±0.73 ^b
<i>%4.5 emgili hamur</i>	90.47±0.47 ^a	-2.19±0.09 ^b	21.30±0.71 ^b	95.87±0.30 ^a	21.42±0.71 ^b	33.64±1.22 ^{ba}	76.56±0.76 ^{ab}
<i>%6 emgili hamur</i>	91.08±0.65 ^a	-2.17±0.17 ^b	20.99±0.58 ^b	95.91±0.42 ^a	21.11±1.23 ^b	32.93±0.75 ^b	77.09±0.82 ^a
<i>S. Odeska hamur</i>	85.38±2.06 ^a	-1.40±0.07 ^a	24.76±2.50 ^a	93.22±0.015 ^c	25.71±0.00 ^a	41.52±0.02 ^a	69.90±0.02 ^a
<i>% 3 emgili Hamur</i>	84.69±0.91 ^a	-1.81±0.05 ^c	25.63±1.46 ^a	94.04±0.28 ^b	25.70±1.45 ^a	43.24±2.84 ^a	70.09±1.65 ^a
<i>% 4.5 emgili hamur</i>	84.99±1.45 ^a	-1.91±0.10 ^c	23.94±0.31 ^a	94.56±0.27 ^a	24.02±0.31 ^a	40.24±1.01 ^a	71.68±0.89 ^a
<i>%6 emgili hamur</i>	84.26±1.26 ^a	-1.64±0.15 ^b	25.66±1.72 ^a	93.65±0.38 ^{bc}	25.71±1.52 ^a	43.50±1.38 ^a	69.85±1.75 ^a

Not: Tabloda L*, a* ve b* değerlerinden türetilmiş renk değerlerindeki rakamsal farklılıklar paralellerinden türetilmiş değerlerin ortalamasının alınmasından kaynaklanmaktadır. Aynı sütunda verilen a, b, c gibi üst simgeler gruplar (p<0.05) arasında anlamlı farklılığı ifade etmektedir. Bayraktar-2000 emgili ve S. Odeska emgili buğday:elle seçilmiş emgili kitleyi temsil eder.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizin de içinde olduğu pek çok ülkede özellikle buğday ekim alanlarında meydana getirdiği kayıplar sünenin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Bu alanı önemli kılan durum buğdayın beslenmedeki yeri ve vazgeçilmezliğidir. Literatürde sünenin tespiti ve etkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma mevcut olduğu dikkati çekmektedir. Bu çalışmada emgili tane ilave edilmiş, içerik olarak birbirinden farklılaşan iki buğday çeşidine ait unların fizyokimyasal ve teknolojik kalite parametrelerinin yanı sıra hamur üretiminde önemli kalite kriteri olarak göze çarpan yapışkanlık, yapışkanlık kuvveti, hamur gücü, sertlik, uzamaya karşı direnç ve uzayabilirlik gibi parametrelerin durumunun incelenmesi hedeflenmiştir. Bununla birlikte gruplara ait reolojik değerlendirmeler ve protein ikincil yapılarının belirlenmesi de gerçekleştirilmiştir. Ayrıca iki buğday çeşidinin tanesi, unu ve hamuruna ait renk değerleri kapsamlı şekilde incelenmiş ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Süne emgili tane ilavesindeki artış, hem Bayraktar-2000 hem de S. Odeska çeşitlerine ait unların yaş ve kuru gluten içeriklerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. Ancak gluten indeks değeri ve beklemeli sedimantasyon değerlerinde net bir düşüş görülmüştür. Bu düşüşün sebebi sünenin salgıladığı proteaz aktivitesi neticesinde glutenin daha küçük alt fraksiyonlara parçalanmasından kaynaklı olabileceği ifade edilmiştir. Burada sedimantasyon değerlerinin sadece süne zararı değil aynı zamanda gluten miktarı hakkında da fikir verdiği bilinmektedir. Hem gluten miktarı hem de kalitesinin nihai ürün işlemede hamurun uzayabilirlik, yapışkanlık, gaz tutma kapasitesi ve viskozite gibi birçok parametresi hakkında fikir verebileceği düşünülmektedir. S. Odeska buğday ununa ait teknolojik kalite kriterleri dikkate alındığında Bayraktar-2000'e göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında Bayraktar-2000 buğdayının güçsüz bir yapıda olduğu ifade edilmiştir.

Ekmekçilikte ve unlu mamullerin üretiminde sorunlara neden olabilen yapışkanlık (N) değerinin, buğdaydaki gluten miktarıyla doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, süne emgili tane oranındaki artışla birlikte hamur yapışkanlık değerinde gözlenen yükselişin, salgılanan proteaz enzimlerinin aktivitesi sonucu gluten yapısının bozulmasına ve dolayısıyla daha yapışkan bir hamur oluşumuna bağlı olduğu belirlenmiştir.

Buğday unlarına ait hamurların yapışkanlık kuvveti (N.s) incelendiğinde, S. Odeska buğday çeşidine ait hamurların daha yüksek yapışkanlık kuvvetine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonucun, S. Odeska buğday çeşidinin sahip olduğu gluten miktarı ve kalitesiyle ilişkili olabileceği ifade edilmiştir. Ancak artan süne emgili tane ilavesinin her iki buğday çeşidine ait hamur yapışkanlık kuvveti değerlerinde düşüş oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu düşüş, gluten yapısının emgili tanedeki proteolitik enzimler nedeniyle bozulmasıyla açıklanmıştır. Özellikle reolojik değerler (Tablo 4.7-4.12) incelendiğinde süneli tane ilave oranındaki artış elastiklik modülüs, akışkanlık modülüs ve kompleks viskozite değerlerini düşürdüğü görülmüştür. Değerlerdeki bu düşüş glutenin yapısının bozulmasına bağlanmış ve akışkan bir yapı oluştuğunun bir göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Ekipman yüzeyine yapışan hamurun ne kadar uzadığının temsili olarak ifade edilen hamur gücü değerinin süne emgili gruplara ait hamurlarda yükseldiği gözlenmiştir. Hamur gücü değerinin %4.5 ve %6 emgili gruplarda daha fazla yükseldiği tespit edilmiştir.

Hamur işlemede buğday ununa ait fikir verebilen bir diğer tekstür parametresi hamur sertliğidir. Hem Bayraktar-2000 hem de S. Odeska buğdaylarına ait hamur sertlik değeri incelendiğinde süneli grupların kontrol gruplarına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Gruplara ait hamurlar fiziksel olarak incelendiğinde süneli grupların kontrol gruplarına göre daha yayvan ve yumuşak ve sıklığı düşük olduğu gözlenmiştir. Ancak S. odeska buğdayına ait örneklerin Bayraktar-2000 örneğine göre daha sıkı olduğu görülmüştür. Bu farklılığın sebebinin buğday çeşitlerine ait gluten içeriği ve gluten kalitesinden kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

Bayraktar-2000 ve S. Odeska Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testine ait uzamaya karşı direnç değerinin hamur işlemede önemli bir kriter olduğu ifade edilmektedir. Özellikle buğday ununa ait hamurun uzama miktarından gluten miktarı ve gluten kalitesi sorumludur. Süne emgili gruplarla ilgili uzamaya karşı direnç değerine dikkat ettiğimizde sonuçlar bu durumu doğrular niteliktedir. Kontrol grubuna göre süne emgili hamur gruplarının uzamaya karşı direnç değerinin düştüğü belirlenmiştir. Ancak analizlerde yaş gluten, gluten indeksi ve sedimantasyon gibi teknolojik kalite değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenen S. Odeska buğday çeşidine ait hamurlarda bu değerlerin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında uzamaya karşı direnç değerinin buğday

ununa ait yaş gluten, gluten indeksi, sedimantasyon ve beklemeli sedimantasyon değerleriyle ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday unlarından hazırlanmış hamurun işlenebilirliği açısından önemli bir belirteç olan uzayabilirlik (mm) değerinin süneli gruplarda düştüğü ve süne emgi oranı arttıkça hamurun uzama yeteneğinin zayıfladığı belirlenmiştir. Ayrıca iki buğday çeşidinin tuzlu su çözeltisi ile yıkanmış hamurundan elde edilen gluten örneklerinin uzamaya karşı direnç ve uzayabilirlik değerlerinin süne emgili tane ilavesiyle değiştiği görülmüştür. Bununla birlikte buğday çeşitlerinin %6 süne emgili grubuna ait gluten örnekleri incelendiğinde uzamaya karşı direnç değerinin çok zayıfladığı ve herhangi bir değer hesaplanamadığı belirlenmiştir. Bayraktar-2000 buğday çeşidinde gluten örneklerine ait uzayabilirlik değerlerinin farklı bir eğilim verdiği belirlenmiştir. Özellikle Bayraktar-2000 çeşidinde süne emgili tane oranı arttıkça glutenin uzayabilirlik değerlerinde de artış gözlemlenmiştir. Fakat %6 süne emgili gruplarda glutenin çok gevşek bir yapıya dönüşmesi örneklerin cihaza verilmesi dahi sorun teşkil etmiştir. Her ne kadar fiziki olarak %6 süne emgili gluten örneklerinde uzama kabiliyeti yüksek görünse de, hamurun yapısal olarak oldukça zayıf olması nedeniyle uzayabilirlik değerinin elde edilemediği gözlenmiştir. Bu bulgular, %6 oranında süne emgili hamurlara ait gluten örneklerinin uzayabilirlik açısından, Bayraktar-2000 gibi düşük gluten içeriğine sahip buğday çeşitlerinde daha fazla yapısal bozulmaya uğradığını ortaya koymaktadır.

Hamur örneklerinin reolojik değerleri incelendiğinde süne emgi oranı arttıkça elastiklik, akışkanlık, kompleks modülüs ve kompleks viskozite değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak frekans değeri arttıkça elastiklik, akışkanlık ve kompleks viskozite değerleri artarken kompleks viskozite değerlerinin düştüğü görülmüştür. Gruplara ait hamurların tamamında elastiklik modülüsünün akışkanlık modülüsünden yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaş gluten miktarı daha yüksek olan S. Odeska buğday örneğine ait elastiklik, akışkanlık ve kompleks modülüs değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Örneklere ait FTIR spektrumlar incelendiğinde süneli tane ilavesindeki artışla birlikte 1635 cm^{-1} 'deki amid-I bandı ile 1537 cm^{-1} 'deki amid-II bandına ait pik şiddetlerinin arttığı görülmüştür. Bu artışın sebebi özellikle süne proteazının gluten yapısını bozmasından bağlanmıştır. Gluten örneklerinin amid-I ve amid-II piklerine ait şiddetinin, hamur örneklerine ait pik şiddetine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yine hamur örneklerine ait FTIR spektrumunda gözlenen 1021 cm^{-1} 'deki polisakkarit pik şiddetinin gluten örneklerine göre çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında buğday taneleri, emgili taneler, un ve bu unlardan elde edilen hamurlara ait CIELab renk değerleri kapsamlı incelenmiştir. L^* , a^* ve b^* değerleri ile bu değerlerden türetilmiş hue açısı, kroma, sarılık indeks ve beyazlık indeks gibi bazı parametreler hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan ya da üretilen bütün örnekler içerisinde en yüksek L^* parlaklık değeri ve hue açısının Bayraktar-2000 buğdayına ait unlardan elde edildiği, en düşük L^* parlaklık değeri ve hue açısının ise S. odeska buğday tanesinde elde edildiği görülmüştür. S. odeska buğday örneklerinin L^* değerlerinin düşük olması tane renginin kırmızı olmasıyla ilişkilendirilmiştir. S. Odeska hamur örneklerine ait sarılık indeksi değerinin Bayraktar-2000 hamur örneklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek beyazlık indeksi değerinin Bayraktar-2000 un örneklerinden elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca her iki buğday örneğinin unu hamura dönüştüğünde sarılık indeksi yükselirken beyazlık indeksinin düştüğü tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- AACC, 2000a. Method no: 38.10. American Association of Cereal Chemists International method. The Association: St. Paul, MN, USA.
- AACC, 2000b. Method no: 38.12. American Association of Cereal Chemists International method. Association: St. Paul, MN, USA.
- AACC, 2000c. Method no: 08.01. American Association of Cereal Chemists International method. Association: St. Paul, MN, USA.
- Abdollahi, G.A.,** 2004. *Sunn pest management in Iran: an analytical.* Agriculture Education Publication, İran, 242s.
- Adldoost, H.,** 2007. A new technique for monitoring sunn pest. *In sunn Pest Management: A Decade of Progress (1994–2004)*, s. 109-114, eds. Parker, B.L. Skinner, M., El Bouhssini, M., Kumari, S., Arab Society for Plant Protection, Beirut, Lebanon.
- Agrahar-Murugkar, D., Gulati, P., Kotwaliwale, N., Gupta, C.,** 2015. Evaluation of nutritional, textural and particle size characteristics of dough and biscuits made from composite flours containing sprouted and malted ingredients. *Journal of Food Science and Technology*, 52:5129-5137.
- Aja, S., Perez, G., Rosell, C.M.,** 2004. Wheat damage by *Aelia* spp. and *Erygaster* spp. effects on gluten and water-soluble compounds released by gluten hydrolysis. *Journal of Cereal Science*, 39(2):187-193.
- Aktaş, H., Özberk, F., Oral, E., Shehzad Baloch, F., Doğan, S., Kahraman, M., Çiğ, F.,** 2018. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinin buğday genetik kaynakları bakımından potansiyeli ve sürdürülebilir olarak korunması. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*, 7(2):47–54.
- Alekhin, V.T.,** 2002. The sunn pest. *Zashchita i Karantin Rastenii*, (4):65-92.
- Alekhin, V.T.,** 2009. The sunn pest and the problem of producing quality grain. *Zashchita i Karantin Rastenii*, (5):6.
- Alfin, F., Yazici Cakiroglu, T.,** 2019. Buğday unu renginin yatık tarayıcı kullanılarak belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 17(2):193–199.
- Alizadeh, M., Bandani, A.R., Amiri, A.,** 2010. Evaluation of insecticide resistance and biochemical mechanism in two populations of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). *Munis Entomology and Zoology*, 5(2):734–744.

- Aljaryian, R., Kumar, L., Taylor, S., 2016.** Modelling the current and potential future distributions of the sunn pest *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: *Scutelleridae*) using CLIMEX. *Pest Management Science*, 72(10):1989-2000.
- Allvin, P., Perten, J., 1996.** Gluten functional profiles improving the specification of commercial flours by the use of the glutomatic system 4+ 2. 10th. *In International Cereal and Bread Congress*, Greece, June.
- Altan, A., 1986.** Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 107 sayfa.
- Amir, R.M., Anjum, F.M., Khan, M.I., Khan, M.R., Pasha, I., Nadeem, M., 2013.** Application of Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy for the identification of wheat varieties. *Journal of Food Science and Technology*, 50:1018-1023.
- Anderssen, R.S., Bekes, F., Gras, P.W., Nikolov, A., Wood, J.T., 2004.** Wheat-flour dough extensibility as a discriminator for wheat varieties. *Journal of Cereal Science*, 39(2):195-203.
- Angioloni, A., Dalla Rosa, M., 2005.** Dough thermo-mechanical properties: influence of sodium chloride, mixing time and equipment. *Journal of Cereal Science*, 41(3):327-331.
- Armstrong, P., Maghirang, E., Ozulu, M., 2019.** Determining damage levels in wheat caused by sunn pest (*Eurygaster integriceps*) using visible and near-infrared spectroscopy. *Journal of Cereal Science*, 86:102–107.
- Atlı, A., Köksel, H., Dağ, A., 1988a.** Süne Zararının Ekmeklik Buğday Kalitesine Etkisi ve Belirlenmesi. *1. Uluslararası Süne Sempozyumu*. 13-17 Haziran 1988. Tekirdağ sayfa 1-19.
- Atlı, A., Koçak, N., Köksel, H., Ozan, A.N., Aktan, B., Karababa, E. Dağ, A., Tuncer, T., Dikmen, B. ve Özkan, Ş., 1988b.** Süne 54 (*Eurygaster* Spp.) ve Kımıl (*Aelia* Spp.) Zararı Görmüş Tanelerin Ekmeklik Buğday Kalitesine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın No:1988/2, Tarm Matbaası Ankara. 23 sayfa.
- Atlı, A., 1999.** Buğday ve ürünleri kalitesi. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*, Konya, 8-11 Haziran, s. 498-506.
- Awika, J.M., 2011.** Major cereal grains production and use around the world. *In Advances in cereal science: implications to food processing and health promotion*. American Chemical Society, Washington, 13s.
- Aydemir, M., 2008.** Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), Ankara, 1, 144.

- Aydoğan, S., Soylu, S., 2017.** Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1):24-30.
- Aydoğan, S., Ünlü, L., 2020.** Determination of damage rate of sunn pest (*Eurygaster spp.*) and wheat sting bug (*Aelia spp.*) in some bread wheat varieties in Konya, Turkey. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 34(3):193-199.
- Baardseth, P., Kvaal, K., Lea, P., Ellekjær, M.R., Færgestad, E.M., 2000.** The effects of bread making process and wheat quality on French baguettes. *Journal of Cereal Science*, 32(1):73-87.
- Babaroğlu, N.E., Akci, E., ulcu, M., Yalçın, F., 2020.** Süne ve Mücadelesi. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Ses Reklam İletişim ve Baskı Hizmetleri. Ankara.
- Bahrami, N., Bayliss, D., Chope, G., Penson, S., Pehinec, T., Fisk, I.D., 2016.** Cold plasma: A new technology to modify wheat flour functionality. *Food chemistry*, 202:247-253.
- Bailey, C.H., 1941.** A translation of Beccari's lecture 'Concerning Grain' 1728. *Cereal Chemistry*, 18(5):555–561.
- Başar, ř., Karaoğlu, M.M., Boz, H., 2016.** The effects of *Cephalaria syriaca* flour on the quality of sunn pest (*Eurygaster integriceps*)-damaged wheat. *Journal of Food Quality*, 39(1):13-24.
- Başar, ř., Karaoğlu, M.M., 2021.** The effects of *Cephalaria syriaca* flour on physical, rheological and textural properties of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat dough and bread. *Journal of Cereal Science*, 99:103215.
- Beck, M., Jekle, M., Becker, T., 2012.** Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. I. Rheological attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3):585-592.
- Biel, W., Kazimierska, K., Bashutska, U., 2020.** Nutritional value of wheat, tritcale, barley and oat grains. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 19(2):19-28.
- Biesiekierski, J.R., 2017.** What is gluten. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 32(1):78–81.
- Bolin, H.R., Huxsoll, C.C., 1991.** Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. *Journal of Food Science*, 56(1):60-62.
- Braun, H. J., Zencirci, N., Altay, F., Atli, A., Avci, M., Eser, V., ve ark., 2001.** Turkish wheat pool. *World wheat book–A history of wheat breeding*, 851-879.

- Burlaka, G.A., Kaplin, V.G., 2015.** *Bioekologicheskoe obosnovanie zashchity zernovykh zlakov ot khlebnykh klopov (nadsemeistva Pentatomoidea) v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya* (Bioecological Foundations of Grain Crop Protection against Cereal Bugs (Superfamily Pentatomoidea) in the Middle Volga Forest-Steppe: A Monograph), Kinel.
- Caffe-Trembl, M., Glover, K.D., Krishnan, P.G., Hareland, G.A., Bondalapati, K.D., Stein, J., 2011.** Effect of wheat genotype and environment on relationships between dough extensibility and breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, 88(2):201-208.
- Canhilal, R., Kutuk, H., Kanat, A.D., Islamoglu, M., El-Haramain, F., El-Bouhssini, M., 2005.** Economic threshold for the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae), on wheat in southeastern Turkey. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 22(3-4):191-201.
- Chen, W.Z., Hosney, R.C., 1995.** Development of an objective method for dough stickiness. *LWT-Food Science and Technology*, 28(5):467-473.
- Critchley, B.R., 1998.** Literature Review of Sunn Pest *Eurygaster Integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). *Crop Protection*, 17(4):271- 287.
- Ćurić, D., Karlović, D., Tušak, D., Petrović, B., Đugum, J. 2001.** Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology and Biotechnology*, 4(39):353-361.
- Çağlayan, M., Elgün, A., 1999.** Değişik çevre şartlarında yetiştirilen ekmeklik buğday hat ve çeşitlerinin bazı teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*, Konya, 8-11 Haziran, s. 513- 518.
- Çevik, M., 2018.** Dondurulmuş kıymanın ohmik çözündürülmesinin deneysel ve kuramsal olarak incelenmesi. *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, İzmir. 160s.
- Çobanoğlu, M.Y., Ayrancı, R., 2021.** Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde azot miktarı ve uygulama zamanının tane verimi ve kalitesine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 10(1):1-12.
- Çoma, G. 2018.** Eskişehir yöresinde süne emgisinin ekmeklik buğdayda kalite üzerine etkisinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 67s.
- Darkoh, C., El-Bouhssini, M., Baum, M., Clack, B., 2010.** Characterization of a prolyl endoprotease from *Eurygaster integriceps* Puton (Sunn pest) infested wheat. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 74(3):163-178.
- Davari, A., Parker, B.L. 2018.** A review of research on sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) management published 2004–2016. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(1):352-360.

- Day, L., Augustin, M.A., Batey, I.L., Wrigley, C.W., 2006.** Wheat-gluten uses and industry needs. *Trends in Food Science and Technology*, 17(2):82–90.
- Delcour, J.A., Hoseney, R.C., 2010.** Proteins of cereals. *Principles of cereal science and technology*, s.53-70, eds. Hoseney, R.C., Fellows, P.J., Woodhead Publishing, Cambridge.
- Dizlek, H., 2010.** Süne zararına uğramış ekmeklik buğdayların bazı niteliklerinin incelenmesi ve iyileştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Adana. 252s.
- Dizlek, H., İslamoğlu, M., 2010.** Buğday Kitlesindeki Süne Emgi Oranının Belirlenmesinde Ülkemizde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması, *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1):81-90.
- Dizlek, H., Özer, M.S., 2017.** The effects of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damage ratios on bread making quality of wheat with and without additives. *Quality Assurance Safety of Crops Foods*, 9(1):79-91.
- Dizlek, H., Özer, M.S., 2021.** Improvement bread characteristics of high-level sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat by modification in kneading and fermentation conditions. *Journal of Cereal Science*, 102:103336.
- Dizlek, H., Awika, J.M., 2023.** Determination of basic criteria that influence the functionality of gluten protein fractions and gluten complex on roll bread characteristics. *Food Chemistry*, 404:134648.
- Dobraszczyk, B.J., Morgenstern, M.P. 2003.** Rheology and the breadmaking process. *Journal of cereal Science*, 38(3):229-245.
- Dörtbudak, Y., 1974.** Güney Doğu Anadolu’da Eurygaster Türleri Tanınmaları, Yayılış Alanları ve Populasyon Yoğunlukları Üzerinde Araştırmalar. T. C. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, Yenigün Matbaası, Ankara, 40 s.
- Dubcovsky, J., Dvorak J., 2007.** Genome plasticity a key factor in the success of polyploidy wheat under domestication. *Science*, 316:1862–1866.
- Edwards, N.M., Dexter, J.E., Scanlon, M.G., 2001.** The use of rheological techniques to elucidate durum wheat dough strength properties. *The 5th Italian Conference on Chemical and Process Engineering, Florence (Italy)*, 2:825–830
- Egesel, C.Ö., Kahrıman, F., Tayyar, Ş., Baytekin, H., 2009.** Ekmeklik buğdayda un kalite özellikleri ile dane veriminin karşılıklı etkileşimleri ve uygun çeşit seçimi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24:76-83.

- Ehrenstein, G.W., Riedel, G., Trawiel, P., 2012.** *Thermal analysis of plastics: theory and practice.* Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, Germany, 400s.
- El Bouhssini, M., Abdulhai, M., Babi, A., 2004.** Sunn pest (Hemiptera: *Scutelleridae*) oviposition and egg parasitism in Syria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(6):934–936.
- El Bouhssini, M., Amri, A., Lhaloui, S., 2021.** Plant resistance to cereal and food legume insect pests in North Africa, West and Central Asia: challenges and achievements. *Current Opinion in Insect Science*, 45:35-41.
- El Bouhssini, M., Canhilal, R., Aw-Hassan, A., 2002.** Integrated management of sunn pest: a safe alternative to chemical control, *ICARDA Caravan*, 16:37-38.
- El Bouhssini, M., Parker, B.L., Skinner, M., Reid, B., Canhilal, R., Aw-Hassan, A., Nachit, M., Valcun, Y., Ketata, H., Moore, D., Maafi, M., Kutuk, H., Abdel Hay, M., El-Haramain, J., 2004.** Integrated pest management of sunn pest in west and central Asia. *World Entomological Congress*, Australian Entomological Society, Brisbane, Australia..
- Elgün, A., Türker, S. ve Tirelioğlu, M., 1992.** Süne-Kımlı Zararına Uğramış Buğdaylarda Proteolitik Aktivite Düzeyinin Tespiti ve Giderilme Çareleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(4):27-37.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. Kotancılar, H.G. 1998.** Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, G., 1999.** Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Erzurum, 238.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgicli, N. 2001.** Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Konya Ticaret Borsası. Yayın No:2 Konya.
- Elgün A., Ergutay Z., 2002.** Tahıl işleme teknolojisi (4. Baskı). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları no:718.
- Ereku, O., Kautz, T., Ellmer, F., Turgut, İ., 2009.** Yield and bread-making quality of different wheat (*Triticum aestivum* L.) geneotypes grown in Western Turkey. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 55(2):169-182.
- Erenstein, O., Jaleta, M., Mottaleb, K.A., Sonder, K., Donovan, J., Braun, H.J., 2022.** Global trends in wheat production, consumption and trade. *In Wheat improvement: food security in a changing climate.* Springer International Publishing, Cham, Switzerland, s.47-66.

- Erenstein, O.; Jaleta, M., Mottaleb, K.A., Sonder, K., Donovan, J.; Braun, H.J.** 2022. *Global Trends in Wheat Production, Consumption and Trade*; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, pp. 47–66.
- Every, D., Farrell, J.A.K., Stufkens, M.W.,** 1989. Effect of *Nysius huttoni* on the protein and baking properties of two New Zealand wheat cultivars. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 17(1):55-60.
- Every, D.,** 1991. General proteinase assay by formation of SDS-protein gels of proteolyzed substrate proteins. *Analytical biochemistry*, 197(1):208-212.
- Every, D.,** 1992. Relationship of bread baking quality to levels of visible wheat-bug damage and insect proteinase activity in wheat. *Journal of Cereal Science*, 16(2):183-193.
- Faridi, H., Faubion, J.M.,** 2012. Dough rheology and baked product texture. Springer US, Amerika Birleşik Devletleri, 628s.
- Fathi, S.A.A., Bakhshizadeh, N., Michaud, J.P.,** 2011. Spatial and temporal correspondence of sunn pest oviposition and egg parasitism by *Trissolcus* spp. in Iran. *Journal of Applied Entomology*, 135(9):666-672.
- Fathi, S.A.A., Bakhshizadeh, N.,** 2014. Spatial distribution of overwintered adults of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: *Scutelleridae*) in wheat fields of Ardabil province. *Journal of Crop Protection*, 3(5):645-654.
- Feldman, M.,** 1995. Wheats. In: *Evolution of crop plants*, s.185–192, eds. Smartt, J., Simmonds, N.W., Longman Scientific and Technical, Harlow, UK.
- Feldman, M.,** 2001. Origin of cultivated wheat. The world wheat book: a history of wheat breeding, s.3–56, eds. Bonjean, A.P., Angus, W.J., Lavoisier Publishing, Paris, France.
- Fetouhi, A., Benatallah, L., Nawrocka, A., Szymańska-Chargot, M., Bouasla, A., Tomczyńska-Mleko, M., Sujak, A.,** 2019. Investigation of viscoelastic behaviour of rice-field bean gluten-free dough using the biophysical characterization of proteins and starch: A FTIR study. *Journal of Food Science and Technology*, 56:1316-1327.
- Fleitas, M.C., Schierenbeck, M., Gerard, G.S., Dietz, J.I., Golik, S.I., Campos, P.E., Simón, M.R.,** 2018. How leaf rust disease and its control with fungicides affect dough properties, gluten quality and loaf volume under different N rates in wheat. *Journal of Cereal Science*, 80:119-127.
- Francis, F.J., Clydesdale, F.M.,** 1975. Food colorimetry: theory and applications. Westport, CT: AVI Publishing.

- Garjan, A.S., Mohammadipour, A., Radjabi, G.H., Sabahi, G.H., 2007.** Timing as a tactic of ecological selectivity for chemical control of sunn pest, p.193-201, eds. Parker, B.L., Plant Pests and Diseases Research Institute, Tehran, Iran.
- Genç, İ., Kırtok, Y., Yağbasanlar, T., Özkan, H., Toklu, F., 1999.** Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından geliştirilen Ka”S”/Nac ekmeklik buğday çeşidinin başlıca özellikleri. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, Adana, 15-20 Kasım, s. 357-359.
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W.S., Courtin, C.M., Gebruers, K., Delcour, J.A., 2005.** Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science&Technology*, 16(1-3):12-30.
- Gotro, J., 2014.** Rheology of Thermosets Part 3: Controlled Strain Measurements. <https://polymerinnovationblog.com/rheology-thermosets-part-3-controlled-strain-measurements/>. 15 Mart 2025.
- Gül, H., Kara, B., Acun, S., Aslan, S.T., Öztürk, A. 2020.** Türkiye’nin Göller Bölgesi’nde yetiştirilen buğday çeşitlerinin bazı kalite özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3):586-595.
- Gürler, N., Torğut, G., 2021.** Graphene-reinforced potato starch composite films: Improvement of mechanical, barrier and electrical properties. *Polymer Composites*, 42(1):173-180.
- Hariri, G., Williams, P.C., El-Haramein, F.J., 2000.** Influence of pentatomid insects on the physical dough properties and two-layered flat bread baking quality of Syrian wheat. *Journal of Cereal Science*, 31(2):111-118.
- Heun, M., Schafer-Pregl, R., Klawan, D., Castagna R., Accerbi, M., Borghi, B., Salamini, F., 1997.** Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science*, 278:1312–1314.
- Hoseney, R.C., Smewing, J.O., 1999.** Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods. *Journal of Texture Studies*, 30(2):123-136.
- Hossaini, S.F., Haghparast, R., Bandani, N., Haghi, Y., 2009.** Study of genetic variation of resistance to sunn pest using SPT inde. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8(5):380-384.
- Hosseininaveh, V., Bandani, A., Hosseininaveh, F., 2009.** Digestive proteolytic activity in the sunn pest, *Eurygaster integriceps*. *Journal of Insect Science*, 9(1):70.
- Huang, W.N., Hoseney, R.C., 1999.** Isolation and identification of a wheat flour compound causing sticky dough. *Cereal chemistry*, 76(2):276-281.

- ICC, 2002. ICC Standart No:116. International Association for Cereal Science and Technology. Vienna, Austria.
- Iranipour, S., Pakdel, A.K., Radjabi, G., Michaud, J.P.,** 2011. Life tables for sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: *Scutelleridae*) in northern Iran. *Bulletin of Entomological Research*, 101(1):33-44.
- Jakubauskiene, L., Juodeikiene, G.,** 2005. The relationship between protein fractions of wheat gluten and the quality of ring-shaped rolls evaluated by the echolocation method. *Food Technology and Biotechnology*, 43(3):247.
- Janssen, A.M., Van Vliet, T., Vereijken, J.M.,** 1995. Fundamental and empirical rheological behaviour of wheat flour doughs and comparison with bread making performance. *Journal of Cereal Science*, 23:43–54
- Javahery, M., Faotunroft, N.,** 1995. A technical review of sunn pests (Heteroptera: *Pentatomoidea*) with special reference to *Eurygaster integriceps* Puton. FAO Regional Office for the Near East, Cairo, Egypt.
- Javahery, M.,** 1995. A technical review of sunn pests (Heteroptera: *Pentatomoidea*) with special reference to *Eurygaster integriceps* Puton. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for the Near East. pp.80.
- Jiugao, Y., Ning, W., Xiaofei, M.,** 2005. The effects of citric acid on the properties of thermoplastic starch plasticized by glycerol. *Starch-Stärke*, 57(10), 494-504.
- Juhász, A., Gianibelli, M.C.** 2006. Low-molecular-weight glutenin subunits: Insights into this abundant subunit group present in glutenin polymers. In C. Wrigley, F. Bekes, & W. Bushuk (Eds.), *Gliadin and glutenin: The unique balance of wheat quality* (1st ed., pp. 171–212). AACC International.
- Kamenchenko, S.E., Naumova, T.V.,** 2008. The sunn pest and the quality of wheat grain. *Zashchita i Karantin Rastenii*, (9):30-32.
- Kapustkina, A.V., Nefedova, L.I.,** 2017. Viability of seeds at damage of wheat by sunn pest. *Plant Protection News*, 2(92):22-28.
- Kapustkina, A.V., Khilevskiy, V.A.,** 2020. Population and harmfulness dynamics of the sunn pest *Eurygaster integriceps* Puton (Heteroptera, *Scutelleridae*) in wheat crops of the Ciscaucasia Steppe Zone. *Entomological Review*, 100(2):173-178.
- Kapustkina, A.V., Frolov, A.N.,** 2022. Wheat grain damage by *Eurygaster integriceps* puton (Hemiptera, *Scutelleridae*): Diagnostics and detection methods. *Entomological Review*, 102(1):50-62.

- Kara, B., Acun, S., Gül, H., 2020.** Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) tane iriliğinin unda bazı kalite özelliklere etkisi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(4):246-252.
- Karababa, E., Ozan, A.N., 1998.** Effect of Wheat Bug (*Eurygaster integriceps*) Damage on Quality of a Wheat Variety Grown in Turkey, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77, 399-403.
- Karabulut, I., Topcu, A., Duran, A., Turan, S., Ozturk, B., 2007.** Effect of hot air drying and sun drying on color values and b-carotene content of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 40:753–758.
- Karaduman, Y., Belen, S., Olgun, M., Ceyhan, M., Kartal, Y., Özkan, K., 2020.** Ülkesel ekmeklik buğday alım bareminde ekmeklik buğday çeşitlerinin ayrımı: yapay zeka destekli örüntü tanıma uygulamalarının kullanılabilirliği. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 13(2):45-59.
- Karimzadeh, R., Hejazi, M.J., Helali, H., Iranipour, S., Mohammadi, S.A., 2014.** Predicting the resting sites of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: *Scutelleridae*) using a geographic information system. *Precision Agriculture*, 15:615-626.
- Kaya, A., Şanlı, A., 2009.** Bazı ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık (*Triticum durum* L.) buğday çeşitlerinin Isparta ekolojik koşullarında verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2:27-34.
- Kazzazi, M., Bandani, A.R., Hosseinkhani, S., 2005.** Biochemical characterization of α -amylase of the sunn pest, *Eurygaster integriceps*. *Entomological Science*, 8(4):371-377.
- Khalid, A., Hameed, A., Tahir, M.F., 2023.** Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality. *Frontiers in Nutrition*, 10:1053196.
- Khatkar, B.S., Bell, A.E., Schofield, J.D. 1995.** The dynamic rheological properties of glutens and gluten sub-fractions from wheats of good and poor bread making quality. *Journal of Cereal Science*, 22(1):29-44.
- Kınacı, E., Kınacı, G., 2004.** Quality and yield losses due to sunn pest (Hemiptera: *Scutelleridae*) in different wheat types in Turkey. *Field Crops Research*, 89(2-3):187-195.
- Kivan, M., Kilic, N., 2005.** Effects of storage at low-temperature of various heteropteran host eggs on the egg parasitoid, *Trissolcus semistriatus*. *BioControl*, 50:589–600.

- Kokelaar, J.J., van Vliet, T., Prins, A.,** 1996. Strain hardening properties and extensibility of flour and gluten doughs in relation to breadmaking performance. *Journal of Cereal Science*, 24(3):199-214.
- Konarev, A.V., Fomicheva, Y.V.,** 1991. Cross analysis of the interaction of α -amylase and proteinase components of insects with protein inhibitors from wheat endosperm. *Biokhimiya*, 56:628-638.
- Koshkin, E.I.,** 2020. *Patofiziologiya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Crop Pathophysiology)*, RG-Press, Moscow.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karaca, H.,** 2000. Hububat Laboratuvar El Kitabı. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayın No: 47, Ankara, 106s.
- Köksel, H., Sivri, D.,** 2002. Süne-Kıymıl Enzimlerinin Çeşitli Özellikleri ve Gluten Proteinleri Üzerine Etkileri. *Hububat 2002-Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi*, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep. s. 49-56.
- Kretovich, V. L.,** 1944. Biochemistry of the Damage to Grain by the WheatBug. *Cereal Chemistry*, 21(1):1-16.
- Kritskaya, E.E.,** 2006. Agrobiological substantiation of sowing spring wheat grain damaged by the sunn pest. *Doctoral dissertation* (Extended abstract), Saratov.
- Ktenioudaki, A., Butler, F., ve Gallagher, E.,** 2011. Dough characteristics of Irish wheat varieties I . Rheological properties and prediction of baking volume. *LWT - Food Science and Technology*, 44(3):594-601.
- Kuktaite, R., Larsson, H., Johansson, E.,** 2004. Variation in protein composition of wheat flour and its relationship to dough mixing behaviour. *Journal of Cereal Science*, 40(1):31-39.
- Kurt, E., Levent, H.,** 2023. Ultrason destekli çimlendirilmiş maş fasulyesi ununun tarhana kalitesine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(4):531-544.
- Łaba, S., Cacak-Pietrzak, G., Łaba, R., Sulek, A., Szczepański, K.,** 2022. Food losses in consumer cereal production in Poland in the context of food security and environmental impact. *Agriculture*, 12(5):665.
- Laidig, F., Hüskén, A., Rentel, D., Piepho, H.P.,** 2022. Protein use efficiency and stability of baking quality in winter wheat based on the relation of loaf volume and grain protein content. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(4):1331-1343.
- Lexhaller, B., Tompos, C., Scherf, K.A.** 2017. Fundamental study on reactivities of gluten protein types from wheat, rye and barley with five sandwich ELISA test kits. *Food Chemistry*, 237:320–330.

- Li, W., Dobraszczyk, B.J., Schofield, J.D.,** 2003. Stress relaxation behavior of wheat dough, gluten, and gluten protein fractions. *Cereal chemistry*, 80(3):333-338.
- Lodos, N.,** 1961. Türkiye, Irak, İran, Suriye’de Süne (*Eurygaster Integriceps* Put.) Problemi Üzerinde İncelemeler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:51, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir. 115 sayfa.
- Lorenz, K., Meredith, P.,** 1988. Insect Damaged Wheat: History of the Problem, Effects on Baking Quality, Remedies. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 21(4):181-187.
- MacRitchie, F.,** 1984. Baking quality of wheat flours. *Advances in Food Research*, 29:201–277.
- Mahla, R., Madan, S., Munjal, R. Hasija, R. J.,** 2015. Drought stress induced changes in quality and yield parameters and their association in wheat genotypes *Environment and Ecology*, 33(4):1639-1643.
- Mason, N.M., Jayne, T.S., Shiferaw, B.,** 2015. Africa’s rising demand for wheat: trends, drivers, and policy implications. *Development Policy Review*. 33:581–613.
- Matsoukos, N.P., Morrison, W.R.,** 1990. Breadmaking quality of ten greek bread wheats-baking and storage tests on bread made by long fermentation and activated (chemical) dough development processes, and the effects of bug-damaged wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 53(3):363-377.
- Mehrabadi, M., Bandani, A.R., Allahyari, M., Serrao, J.E.,** 2012. The sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: *Scutelleridae*) digestive tract: histology, ultrastructure and its physiological significance. *Micron*, 43(5):631–637.
- Mehrabadi, M., Bandani, A.R., Dastranj, M.,** 2014. Salivary digestive enzymes of the wheat bug, *Eurygaster integriceps* (Insecta: Hemiptera: *Scutelleridae*). *Comptes Rendus. Biologies*, 337(6):373-382.
- Meral, R., Yıldız, Ö., Doğan, İ.S.,** 2010. Unların reolojik özelliklerinin belirlenmesinde tekstür analiz cihazının kullanımı ve sonuçların ekstensogaf değerleri ile karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3):17-24.
- Metakovsky, E.V., Branlard, G.P., Graybosch, R.A.** 2006. Gliadins of common wheat: Polymorphism and genetics. In C. Wrigley, F. Bekes, & W. Bushuk (Eds.), *Gliadin and glutenin: The unique balance of wheat quality* (1st ed., pp.35–84). AACC International.
- Mirsaeedghazi, H., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S.M.A.** 2008. Rheometric measurement of dough rheological characteristics and factors affecting it. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10(1):112-119.

- Mittal, S.**, 2007. What affects changes in cereal consumption. *Economic and Political Weekly*, 42:444–447.
- Moll, S., Zettel, V., Delgado, A., Hitzmann, B.**, 2022. Rheological evaluation of wheat dough treated with ozone and ambient air during kneading and dough formation. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(9):6130–6142.
- Mosse´ J, Huet J.C.** 1990. Amino acid composition and nutritional score for ten cereals and six legumes or oilseeds: causes and ranges of variations according to species and to seed nitrogen content. *Sciences des Alimentations*, 10:151–173.
- Mottaleb, K.A., Rahut, D.B., Kruseman, G., Erenstein, O.**, 2018. Changing food consumption of households in developing countries: a Bangladesh case. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*, 30(2):156-174.
- Mutlu, Ç., Canhilal, R., Karaca, V., Duman, M., Gözüaık, C., Kan, M.**, 2014. Economic threshold revision of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* puton) (hemiptera: *Scutelleridae*) on wheat in southeastern Anatolia region. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 4(3):157-169.
- Nawrocka, A., Szymańska-Chargot, M., Miś, A., Wilczewska, A.Z., Markiewicz, K.H.**, 2017. Effect of dietary fibre polysaccharides on structure and thermal properties of gluten proteins– a study on gluten dough with application of FT-Raman spectroscopy, TGA and DSC. *Food Hydrocolloids*, 69:410-421.
- Nesbitt, M.**, 1998. Where was einkorn wheat domesticated. *Trends in Plant Science*, 3:1360–1385.
- Nie, Y., Jin, Y., Deng, C., Xu, L., Yu, M., Yang, W., Zhao, R.**, 2019. Rheological and microstructural properties of wheat dough supplemented with *Flammulina velutipes* (mushroom) powder and soluble polysaccharides. *CyTA-Journal of Food*, 17(1):455-462.
- Olgun, M., Budak Başçiftçi, Z., Ayter Arpacaraoğlu, G., Katarı, D., Aydın, D.**, 2019. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde kalite özelliklerinin belirlenmesi. *International Journal of Applied Biology and Environmental Science*, 1(2):5-11.
- Ooms, N., Delcour, J.A.**, 2019. How to impact gluten protein network formation during wheat flour dough making. *Current Opinion in Food Science*, 25:88-97.
- Osborne, T.B.**, 1924. The vegetable proteins. Longmans, Green and Company., London, 180s.

- Özderen Ünsal, N.T.** 2009. Süne (*Eurygaster* spp.) zararının makarnalık buğday ve makarna kalitesi üzerine etkileri. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 74s.
- Özen, S., Akman, Z.**, 2015. Yozgat ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1):35-43.
- Özer, Ç., Ünal, S.S.**, 2020. Glutomatik 4+ 2 Sistemi ile gluten indeks parametresine yeni bir bakış. *GIDA/The Journal of FOOD*, 45(6):1237-1247.
- Özgür, E., Yücel, M., Öktem, H.A.**, 2009. Identification and characterization of hydrolytic enzymes from the midgut of sunn pest of wheat (*Eurygaster integriceps*). *International Journal of Pest Management*, 55(4):359-364.
- Özkan, M., Babaroğlu, N.E.**, 2015. Süne. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü. Ses Reklam İletişim ve Baskı Hizmetleri, ISBN 978-605-9175-00-5.
- Özkaya, H., Kahveci, B.**, 1990. Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:14, Ankara, 152s.
- Özkaya, H., Özkaya, B.**, 2005. Öğütme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, Ankara.
- Öztürk, A., Aydın, F.**, 2004. Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190:93-99.
- Pandey, M., Shrestha, J., Subedi, S. Shah, K. K.** 2020. Role of nutrients in wheat: a review. *Tropical Agrobiodiversity*, 1(1):18-23.
- Pandiselvam, R., Mitharwal, S., Rani, P., Shanker, M.A., Kumar, A., Aslam, R., Khaneghah, A.M.**, 2023. The influence of non-thermal technologies on color pigments of food materials: An updated review. *Current Research in Food Science*, 6:100529.
- Parker, B.L., Costa, S.D., Skinner, M., Bouhssini, M.E.**, 2002. Sampling sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton) in overwintering sites in northern Syria. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26(3):109-117.
- Parker, B.L., Amir-Maafi, M., Skinner, M., Kim, J.S., El Bouhssini, M.**, 2011. Distribution of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: *Scutelleridae*), in overwintering sites. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14(1):83-88.
- Pathare, P.B., Opara, U.L., Al-Said, F.A.J.**, 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food and bioprocess technology*, 6:36-60.

- Paulian F., ve Popov, C.,** 1980. Sun Pest or Cereal Bug. In: Wheat Technical Monograph, Ciba-Geigy Ltd, Basel, Switzerland, pp: 69-74.
- Pavlyushin, V.A., Dolzhenko, V.I., Shpanev, A.M., Goncharov, N.R., Laptiev, A.B., Lysov, A.K. ve ark.,** 2015a. Integrated protection of winter wheat/Zashchita i karantin rastenii, 5:37-71.
- Pavlyushin, V.A., Vilkoval, N.A., Sukhoruchenko, G.I., Nefedova, L.I., Kapustkina, A.V.,** 2015b. *Vrednaya cherepashka idrugie khlebnye klopy*. Harmful bug bug and other bread bugs. SPb: VIZR, 280 s.
- Pérez, G., Bonet, A., Rosell, C.M.,** 2005. Relationship between gluten degradation by *Aelia* spp and *Eurygaster* spp and protein structure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(7):1125-1130.
- Polgar, L.,** 1992. Prolyl endopeptidase catalysis. A physical rather than a chemical step is rate-limiting. *Biochemical Journal*, 283(3):647-648.
- Polgar, L.,** 2002. The prolyl oligopeptidase family. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, 59:349-362.
- Poutanen, K. S., Kårlund, A.O., Gómez-Gallego, C., Johansson, D.P., Scheers, N.M., Marklinder, I.M., ve ark.,** 2022. Grains—a major source of sustainable protein for health. *Nutrition reviews*, 80(6):1648-1663.
- Radjabi, G.H.,** 2000. Ecology of Cereals' Sunn Pests in Iran. Agricultural Research, Education and External Organization, Tehran, Iran. 343s.
- Ramli, H., Zainal, N.F.A., Hess, M., Chan, C.H.,** 2022. Basic principle and good practices of rheology for polymers for teachers and beginners. *Chemistry Teacher International*, 4(4), 307-326.
- Raymundo, A., Fradinho, P., Nunes, M.C.,** 2014. Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates And Dietary Fibre*, 3(2):96-105.
- Ropciuc, S., Oroian, M., Leahu, A., Damian, C.,** 2021. Evaluation of the rheological properties of the dough and the characteristics of the bread with the addition of purple potato. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 32(2):125-131.
- Rouillé, J., Della Valle, G., Lefebvre, J., Sliwinski, E.,** 2005. Shear and extensional properties of bread doughs affected by their minor components. *Journal of Cereal Science*, 42(1):45-57.
- Rylko, D.,** 2011. Damage from sunn pest. *Agroinvestor*, 19:36-38

- Saadati, F., Bandani, A.R.,** 2011. Effects of serine protease inhibitors on growth and development and digestive serine proteinases of the sunn pest, *Eurygaster integriceps*. *Journal of Insect Science*, 11(1):72.
- Sagar, N.A., Pareek, S.,** 2020. Dough rheology, antioxidants, textural, physicochemical characteristics, and sensory quality of pizza base enriched with onion (*Allium cepa* L.) skin powder. *Scientific Reports*, 10(1):18669.
- Sahari, M.A., Gavlighi, H.A., Tabrizzad, M.H.A.,** 2006. Classification of protein content and technological properties of eighteen wheat varieties grown in Iran. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(2):6–11.
- Sahte, S.K., Ponte, J.G., Rangekar, P.D., Salunkhe, D.K.,** 1981. Effects of addition of great northern bean flour and protein concentrates on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chemistry*, 58(2):97-100.
- Schmid, M., Wieser, H., Koehler, P.,** 2016. Isolation and characterization of high-molecular-weight (HMW) gliadins from wheat flour. *Cereal Chemistry*, 93:536-542.
- Shewry, P.R., Halford, N.G., Lafiandra, D.,** 2006. The highmolecular- weight subunits of glutenin. In C. Wrigley, F. Bekes, & W. Bushuk (Eds.), *Gliadin and glutenin: The unique balance of wheat quality* (1st ed., pp.143-169). AACC International.
- Shewry, P.R.,** 2007. Improving the protein content and composition of cereal grain. *Journal of Cereal Science*, 46:239–250.
- Shewry, P.R.,** 2009. Wheat. *Journal of experimental botany*, 60(6):1537-1553.
- Shewry, P.** 2019. What is gluten—why is it special?. *Frontiers in nutrition*, 6, 101.
- Shi, A.M., Wang, L.J., Li, D., Adhikari, B.,** 2013. Characterization of starch films containing starch nanoparticles: Viscoelasticity and creep properties. *Carbohydrate polymers*, 96(2):602-610.
- Shiau, S.Y., Yeh, A.I.** 2001. Effects of alkali and acid on dough rheological properties and characteristics of extruded noodles. *Journal of Cereal Science*, 33(1):27-37.
- Simón, M.R., Fleitas, M.C., Castro, A.C., Schierenbeck, M.,** 2020. How foliar fungal diseases affect nitrogen dynamics, milling, and end-use quality of wheat. *Frontiers in Plant Science*, 11:569401.
- Sivri, D.,** 1998. Süne proteolitik enzimlerin izolasyonu, karakterizasyonu, saflaştırılması ve gluten proteinleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi. Ankara, 101s.

- Sliwinski, E.L., Kolster, P., van Vliet, T., 2004.** Large-deformation properties of wheat dough in uni-and biaxial extension. *Rheologica Acta*, 43:306-320.
- Southan, M., MacRitchie, F., 1999.** Molecular weight distribution of wheat proteins. *Cereal Chemistry*, 76(6):827-836.
- Spies R., 1997.** Application of rheology in the bread industry. In: Faridi, H. and J.M. Faubion (eds.), *Dough Rheology and Baked Product Texture*, pp: 343–61. CBS Press, Huston, USA.
- Steffe, J.F., 1996.** Rheological methods in food process engineering. Freeman press, 418s.
- Szabo, A.T, Hammer, K., 1996.** Notes on the taxonomy of farro: *Triticum monococcum*, *T. dicoccon* and *T. spelta*. In: *Hulled wheats Proceedings of the 1st International Workshop on Hulled Wheats*, 21–22 July 1995, Tuscany, Italy. IPGRI, Italy, 2–40.
- Şahin, M., Göçmen, A., Aydoğan, S., 2004.** Ekmeklik buğdayda Mini SDS (Sodyum Dodesil Sülfat) sedimentasyon testi ile bazı kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2:1–5.
- Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., 2008.** Orta anadolu kuru ve sulı koşulları için tescil edilmiş ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve bazı kalite özellikleri yönünden performanslarının belirlenmesi. *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, Konya, 2-5 Haziran, s.390- 400.
- Şahin, M., Akçacık, A., Aydoğan, S., 2011.** Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ile kalite özellikleri arasındaki ilişkiler ve stabilite yetenekleri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2):39-48.
- Şanal, T., Pehlivan, A., Yazar, S., Olgun, M., 2012.** Quality analysis of Turkey in bread wheat by interpolation technique II. White hard bread wheat. *Biological Diversity and Conservation*, 5(3):134-139.
- Tadesse, W., Harris, M., Crespo-Herrera, L. A., Mori, B. A., Kehel, Z., ve ark., 2022.** Insect resistance. In *Wheat Improvement: Food Security in a Changing Climate* (pp. 361-378). Cham: Springer International Publishing.
- Tonk, F.A., Kaya, E., İşıplıler, D., İlker, E., Turanlı, F., Tosun, M., Çakır, M., 2017.** Identification of resistance to *Eurygaster integriceps* Puton on some bread wheat genotypes. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 90:52-57.
- Topchii, T.V., 2012.** Cereal bugs: species composition and seasonal dynamics in winter wheat varieties, *Karantin i Zakhyst Roslyn*, 6:2.
- Toprak, U., Guz, N., Gurkan, M.O., Hegedus, D.D., 2014.** Identification and coordinated expression of perilipin genes in the biological cycle of sunn pest, *Eurygaster maura* (Hemiptera: *Scutelleridae*): implications for lipolysis and

lipogenesis. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 171:1-11.

- Torbica, A., Antov, M., Mastilović, J., Knežević, D.,** 2007. The influence of changes in gluten complex structure on technological quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Research International*, 40(8):1038-1045.
- Torbica, A., Mastilović, J.,** 2008. Influence of different factors on wheat proteins quality. *Food and Feed research*, 35(2), 47-52.
- Torbica, A., Zivancev, D., Hadnađev, M., Mastilović, J.,** 2010. Influence of heat stress on wheat grain quality. In *Proceedings of the 45th Croatian 5th International Symposium on Agriculture*, Opatija, February 15-19, s.940-944.
- Torbica, A., Živančev, D., Mastilović, J., Knežević, D., Bodroža-Solarov, M.,** 2011. Impact of changes in climate conditions on the technological quality of wheat. *46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia*, 14-18 February, s. 617-621.
- Tosi, P.** 2012. Trafficking and deposition of prolamins in wheat. *Journal of Cereal Science*, 56:81-90.
- Toufeili, I., Ismail, B., Shadarevian, S., Baalbaki, R., Khatkar, B.S., Bell, A.E., Schofield, J.D.,** 1999. The role of gluten proteins in the baking of Arabic bread. *Journal of Cereal Science*, 30(3):255-265.
- Triboi, E., Abad, A., Michelena, A., Lloveras, J., Ollier, J.L., Daniel, C.,** 2000. Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. Quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy*, 13(1):47-64.
- Trissi, N., El Bouhssini, M.E., Ibrahim, J., Abdulhai, M., Parker, B.L., Reid, W., El-Haramein, F.J.,** 2006. Effect of egg parasitoid density on the population suppression of sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: *Scutelleridae*), and its resulting impact on bread wheat grain quality. *Journal of Pest Science*, 79(2):83-87.
- Tsiami, A.A., Bot, A., Agterof, W.G.M., Groot, R.D.** 1997. Rheological properties of glutenin subfractions in relation to their molecular weight. *Journal of Cereal Science*, 26(1), 15-27.
- Tuncer, T., Atlı, A., Köksel, H., Ozan, A. N., Sivri, D., Çinkaya, N., Köşker, S., Çelik, S., Özderen, T.,** 2002. Süne (*Eurygaster* spp.) ve Kımıl (*Aelia* spp.) Zararı Görmüş Buğdayın Kullanılabilirliği ve Kalitesinin Arttırılması. *Hububat 2002 Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*. Gaziantep, 141-155.

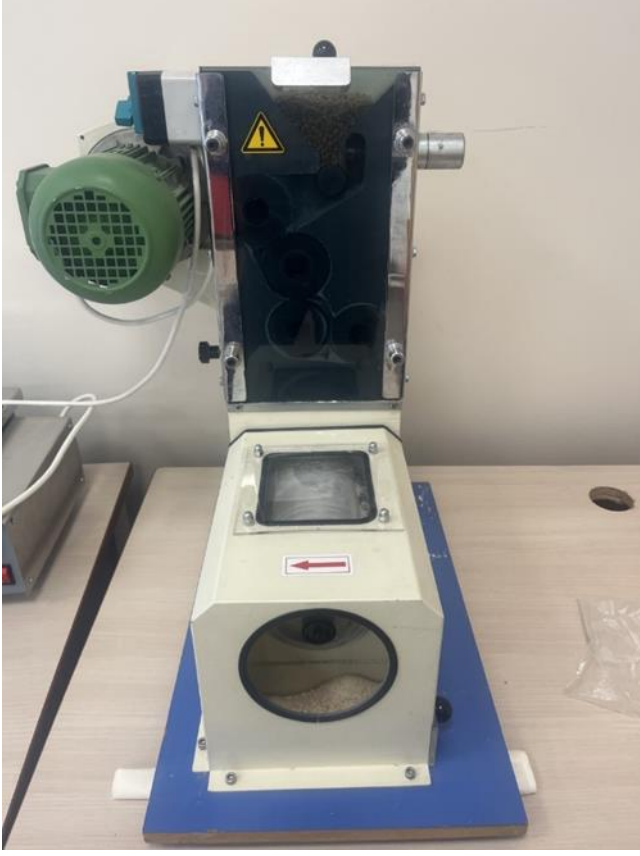
- Türker, S., Elgün, A., 1998.** Süne-Kıvımlı Zararlı Tavlı Buğdaylara Mikrodalga Uygulamasının Öğütme ve Un Özelliklerine Etkisi. *Gıda Dergisi*, 23(1):67-73.
- Ulutürk, Ş., Gül, H., 2025.** Impact of atmospheric pressure cold plasma on the physicochemical, rheological, chemical functional groups via FTIR spectroscopy and antioxidant characteristics of sunn pest (*Eurygaster integriceps*)-damaged wheat flour. *Journal of Cereal Science*, 123:104132.
- URL-1, 2024.** <https://www.fao.org/4/y5609e/y5609e02.html>. 29.10.2024.
- URL-2, 2013.** Türkiye İstatistik Kurumu. Tarım/Bitkisel üretim istatistikleri <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. 24 Eylül 2013.
- URL-3, 2025.** <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0410000>. 15.04.2025.
- URL-4, 2020.** FAOStat (2020) FAO Stat. <http://www.fao.org/faostat>.
- URL-5, 2020.** WorldBank (2020) Data Bank. <https://databank.worldbank.org>.
- URL-6, 2019.** UN-DESA World population prospects. <https://population.un.org/wpp/>
- URL-7, 2025.** Tolerancing Part 3: Color Space vs. Color Tolerance <https://www.xrite.com/blog/tolerancing-part-3>. 12.01.2025.
- URL-8, 2020.** <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Duyuru%20Belgeler/2020/duyuru/nisan%20toplant%C4%B1/tescil%20raporlar%C4%B1/bu%C4%9Fday/Orta%20Anadolu%20B%C3%B6lgesi%20Kuru%20Ekm%20Bu%C4%9F-1%20Tes%20Rap%202020.pdf>. 15 Kasım 2024.
- URL-9, 2021.** [https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Yay%C4%B1nlar/Tescil%20Raporlar%C4%B1/2021/Serin%20%C4%B0klim%20\(Bu%C4%9Fday\)/Orta%20Anadolu%20B%C3%B6lgesi%20Sulu%20Ekm%20Bu%C4%9F-2%20Tes%20Rap%202021.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Yay%C4%B1nlar/Tescil%20Raporlar%C4%B1/2021/Serin%20%C4%B0klim%20(Bu%C4%9Fday)/Orta%20Anadolu%20B%C3%B6lgesi%20Sulu%20Ekm%20Bu%C4%9F-2%20Tes%20Rap%202021.pdf). 15 Kasım 2024.
- URL-10, 2024.** dynamic mechanical analysis. https://www.google.com/search?q=dynamics+mechanic+analysis+2013+a+beginners+guide&sca_esv=0461824181cd8f1&source=hp&ei=NawUaJnoFLqExc8PjfvEsQI&iflsig=ACkRmUkAAAAaBS6RYj4WtXG4hhMUQT_NsjaqBrb4O8m&ved=0ahUKEwjZ1sOF14SNaxU6QvEDHY09MSYQ4dUDCA0&uact=5&oq=dynamics+mechanic+analysis+2013+a+beginners+guide&gs_lp=Egdnd3Mtd2l6IjFkeW5hbWljcyBtZWNoYW5pYyBhbmFseXNpcyAyMDEzIGegYmVnaW5uZXJzIGdlaWRlMggQABiABBiiBDIFEAA Y7wUyBRAAGO8FMgUQABjvBTIIEAAYgAQYogRIuxJQAFgAcAB4AJABAJgB1wGgAdcBqgEDMi0xuAEDyAEA-AEC-AEBmAIBoALgAZgDAJIHAzItMaAHwwSyBwMyLTG4B-AB&scient=gws-wiz. 16 Aralık 2024.

- Ünal, S.S.,** 2002. Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, Gaziantep, 3-4 Ekim, s. 25-37.
- Ünal, S.S.,** 2003. Buğday un ve kalitesinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler, Nevşehir ekonomisinin sorunları ve çözüm önerileri: Un sanayi örneği. *Nevşehir Ekonomisi Sempozyumu Bildirileri I*, Erciyes Üniversitesi, Nevşehir İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Nevşehir, 27-28 Haziran, s.15-29.
- van Velzen, E.J., van Duynhoven, J.P., Pudney, P., Weegels, P.L., van der Maas, J.H.,** 2003. Factors associated with dough stickiness as sensed by attenuated total reflectance infrared spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 80(4):378-382.
- Vilkova, N.A., Shapiro, I.D., Borshchova, T.A.,** 1976. Use of infrared microscopy for detecting damage and resistance of grain crops to cereal bugs, in *Metody issledovaniy patologicheskikh izmenenii rastenii* (Methods of Studying Pathological Changes in Plants), Fadeev, Yu.N., Ed., Moscow: Kolos, p.216.
- Vilkova, N.A., Nefedova, L.I., Kapustkina, A.V.,** 2012. Damage to wheat grain by the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton) in the main wheat growing regions, *Vestnik Zashchity Rasteniy*, 1:19.
- Vilkova, N.A., Kapustkina, A.V., Konarev, A.V., Frolov, A.N.,** 2018. Problems of diagnostics of wheat grain damage by wheat bugs, *Zashchita i karantin rasteniy* 9:3-8.
- Vishram, A.K.,** 2016. Cloning and expression of bovine Alpha S1 casein peptides of variable size and position of spPEP inhibitor sequence. Master of Thesis, Stephen F. Austin State University, Texas, p.68.
- Wang, W., Zhou, X., Li, W., Liang, J., Huang, X., Li, Z., Zhang, X., Zou, X., Xu, B., Shi, J.,** 2024. Real-Time Monitoring of Dough Quality in a Dough Mixer Based on Current Change. *Foods*, 13:504.
- Wieser, H.,** 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food microbiology*, 24(2):115-119.
- Wieser, H., Koehler, P., Scherf, K.A.** 2020. Chemical composition of wheat grains: Proteins, In *Wheat—An exceptional crop* (1st ed., pp. 21-35). Woodhead Publishing Elsevier.
- Wieser, H., Koehler, P., Scherf, K. A.** 2023. Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*, 100(1):23-35.
- Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, ve ark.,** 2019. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*. 393:447-492.

- Xijun, L., Junjie, G., Danli, W., Lin, L., Jiaran, Z.,** 2014. Effects of protein in wheat flour on retrogradation of wheat starch. *Journal of Food Science*, 79(8):1505-1511.
- Xu, F., Hu, H., Liu, Q., Dai, X., Zhang, H.,** 2017. Rheological and microstructural properties of wheat flour dough systems added with potato granules. *International Journal of Food Properties*, 20(1):1145-1157.
- Yazgaç, B.G., Kırıcı, M.,** 2017. Embedded system application for sunn pest detection. in *IEEE 2017 6th International Conference on Agro-Geoinformatics*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Fairfax, Virginia, USA, 7–10 August, s.1-6.
- Zaidel, D.N.A., Chin, N.L.,Yusof, Y.A.,** 2010. A reviewon rheological properties and measurements of dough andgluten. *Journal of Applied Sciences*, 10(20):2478–2490.
- Zakharenko, V.A., Zakharenko, A.V.,** 2005. The economic aspect of pesticide use in the modern Russian agriculture. *Rossiiskii Khimicheskii Zhurnal*, 49(3):55-63.
- Zhang, D., Mu, T., Sun, H.,** 2018. Effects of starch from five different botanical sources on the rheological and structural properties of starch–gluten model doughs. *Food Research International*, 103:156-162.
- Zhang, Z., Fan, X., Yang, X., Li, C., Gilbert, R.G., Li, E.,** 2020. Effects of amylose and amylopectin fine structure on sugar-snap cookie dough rheology and cookie quality. *Carbohydrate polymers*, 241:116371.
- Zhu, F., Li, H.,** 2019. Effect of high hydrostatic pressure on physicochemical properties of quinoa flour. *Food Science and Technology*, 114:108367.
- Zoccatelli, G., Vincenzi, S., Corbellini, M., Vaccino, P., Tavella, L., Curioni, A.,** 2004. Breakdown of glutenin polymers during dough mixing by Eurygaster *maura* protease. pp. 433-436, Eds. Lafiandra, D., Masci, S., and D'Ovidio, R. (Eds.). (2004). The gluten proteins (Vol. 295). Royal Society of Chemistry.

Ekler

Ek3A. Laboratuvar tipi valsli un değirmeni



Ek3B. Bayraktar-2000 ve S. Odeska buğday örneklerinin görüntüsü

