



**FARKLI TAHILLARDAN ELDE EDİLEN
MALT UNLARININ EKMEK KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Gül Seda REİS

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU
2016**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI TAHILLARDAN ELDE EDİLEN MALT UNLARININ
EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Gül Seda REİS

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2016**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**FARKLI TAHILLARDAN ELDE EDİLEN MALT UNLARININ EKMEK
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU danışmanlığında, Gül Seda REİS tarafından hazırlanan bu çalışma, 23/09/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3./3.)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY

İmza :

Üye : Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

İmza :

Üye : Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 20.10.2016 tarih ve 40 / 20 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI TAHILLARDAN ELDE EDİLEN MALT UNLARININ EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gül Seda REİS

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Bu çalışmada, farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının ekmeklik buğday ununa belirli oranlarda (unun amilolitik enzim aktivitesi 274 ± 3 FN olacak şekilde) ilavesinin ekmek kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Un örnekleri ve üretilen ekmekler fiziksel, kimyasal, reolojik ve tekstürel analizlere tabi tutulmuştur.

Malt unu ilavesi ekmek ağırlığı, ekmek hacmi, spesifik hacim, su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı (MTI), yumuşama derecesi, hamur enerjisi, uzama kabiliyeti, maksimum direnç, 1., 3. ve 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, çiğnenebilirlik değerleri, ekmek içi ve ekmek kabuğu L, a ve b renk değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca malt unu ilavesi 1. ve 3. gün elastikiyet değeri üzerine çok önemli seviyede etkili olurken 5. gün elastikiyet değeri üzerinde ise önemli düzeyde ($p < 0,05$) etkili olmuştur.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının ilavesi ekmek kabuk ve ekmek içi L renk değeri ile ekmek içi sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde düşürücü, bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değerinde ise genel olarak arttırıcı yönde etkili olmuştur.

Kontrolde 56,66g olan maksimum direnç değerinin tüm katkılı hamurlarda azaldığı, kontrolde 29,70 mm olan hamur uzama kabiliyeti değerinin (arpa maltı katkılı hariç) genel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Üretilen ekmeklerin hacim değerlerinin buğday maltı katkılı ekmek hariç diğerlerinde daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Yapılan çalışmada özellikle spesifik hacim ve ekmek içi sertlik değerleri bakımından ticari enzim, mısır maltı, çavdar maltı ve yulaf maltı katkılı unların kontrole göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

2016, 88 sayfa

Anahtar Kelimeler: Çimlendirme, çimlenmiş tahıl unları, hamur reolojisi

ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFECTS OF MALTED FLOUR OBTAINED FROM DIFFERENT GRAINS ON THE QUALITY OF BREAD

Gül Seda REİS

Atatürk University
Sciences Institute
Food Engineering Department

Consultant: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

In this study, we have investigated the effects of adding specific amounts of flours obtained from various germinated grains to bread wheat flour (by fixing the amylolytic enzyme activity of the flour 274 ± 3 FN) on the quality of bread. Flour samples and the produced breads were physically, chemically, rheologically and texturally analyzed.

Addition of malted flour had very significant ($p < 0.01$) effects on the bread volume, specific volume, water absorption capacity, maturation time, dough stability, kneading tolerance (MTI), softening degree, dough energy, elongation capacity, maximum resistance, hardness on day 1, 3 and 5, adhesiveness, cohesiveness, chewability values, inner bread and bread crust L, a and b color values. Additionally, the addition of malted flour had very significant effects on the resilience values on day 1 and 3, it also had significant effects ($p < 0.05$) on the resilience value on day 5.

The addition of malted flour obtained from different grains had a decreasing effect in the crust and inner bread L color value, inner bread hardness and chewability values, and a generally increasing effect on the ripened Zeleny sedimentation value.

The maximum resistance value that was 56.66g in the control diminished in all doughs with additives; the dough elongation capacity value that was 29.70 mm in the control, increased generally in the doughs with additives (except for the dough with added barley malt).

The volume values of the produced breads were observed to be higher in all breads with additives, except for the one with wheat malt.

In this study, it has been confirmed that, flours that contains industrial enzyme, corn malt, rye malt and oat malt have got better results, especially in terms of specific volume and value of inner bread hardness.

2016, 88 pages

Keywords Germination, germinated grain flours, dough rheology

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, bu çalışmanın düzenlenmesi, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, laboratuvar çalışmalarında gerekli desteği sağlayan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda bilgi, hoşgörü ve yardımlarını benden esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Arş. Gör. Şule BAŞAR'a, çok değerli arkadaşım Gıda Mühendisi Filiz YUCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Sağladıkları idari kolaylıklardan ötürü değerli müdürlerim Bayburt Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürü Sayın Abdulkadir KARABULUT'a, İl Müdür Yardımcısı Sayın Bülent BAYRAKTAR ve Bayburt Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Gıda ve Yem Şube Müdürü Sayın Serkan YILMAZ'a teşekkür ederim.

İlgi, hoşgörü ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan çok değerli arkadaşlarım Sayın Arş. Gör. Kübra AKŞEHİR'e ve Sayın Arş. Gör. Latife Betül GÜL'e teşekkürü bir borç bilirim.

İlgi, sabır, maddi ve manevi desteklerini tüm hayatım boyunca hissettiğim çok değerli annem ve babam Zehra-Metin AYDIN'a, kardeşlerim Eda-Mehmet Resul AYDIN'a ve eşim Faruk REİS'e şükranlarımı sunarım.

Gül Seda REİS

Eylül, 2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çimlendirme	2
1.2. Çimlendirme yöntemleri	2
1.3. Tahıllar	3
1.3.1. Buğday	4
1.3.2. Arpa	4
1.3.3. Çavdar	5
1.3.4. Triticale	6
1.3.5. Darı	6
1.3.6. Mısır	7
1.3.7. Yulaf	7
1.3.8. Çeltik	8
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Taneler	18
3.1.2. Su ve tuz	19
3.1.3. Maya	19
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Deneme planı	19
3.2.2. Unlarda yapılan analizler	20
3.2.2.a. Nem miktarı tayini	20
3.2.2.b. Düşme sayısı (Falling number) ve sıvılaşma sayısı (Liquid number) tayini	20

3.2.2.c. Zeleny sedimantasyon ve bekletilmiş Zeleny sedimantasyon değeri tayini..	20
3.2.2.d. Yaş öz, gluten indeksi ve kuru öz tayinleri	21
3.2.2.e. Renk yoğunluğunun ölçülmesi	22
3.2.2.f. Farinograf denemeleri	22
3.2.2.g. Amilograf denemeleri.....	23
3.2.3. Hamurda yapılan analizler.....	23
3.2.3.a. Hamur uzayabilirlik.....	23
3.2.3.b. Gaz tutma gücü analizi	25
3.2.3.c. Hamur şişirme analizi.....	26
3.2.4. Ekmek üretimi	27
3.2.4.a. Ekmekte yapılan analizler	29
3.2.5. İstatistiksel analizler	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	32
4.1. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış un örneklerine ait Zeleny sedimantasyon, bekletilmiş Zeleny sedimantasyon, yaş öz, kuru öz, gluten indeksi değerleri.....	32
4.2. Un örneklerine ait amilograf (vizkozite değeri, pik sıcaklığı, jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı) değerleri	35
4.3. Un örneklerine ait farinograf (su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı, yumuşama derecesi) değerleri	38
4.4. Un örneklerine ait (L, a, b) renk değerleri.....	43
4.5. Un örneklerine ait düşme sayısı değerleri	46
4.6. Hamur gaz tutma (gaz tutma gücü, maksimum hamur yüksekliği, eğim, gazın kaçmaya başladığı yükseklik) değerleri	47
4.7. Hamur uzayabilirlik (maksimum direnç, uzama kabiliyeti, hamur enerjisi) değerleri	51
4.8. Hamur şişirme analizi (Dobraszczyk / Roberts dough inflation system) değerleri	55
4.9. Ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri	60
4.10. Ekmek içi renk (L, -a, +b) değerleri.....	63
4.11. Ekmek kabuk renk (L, +a, +b) değerleri	66

4.12. Ekmek içine ait 1. gün tekstür profili analizi (sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik) değerleri.....	69
4.13. Ekmek içine ait 3. gün tekstür profili analizi (sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik) değerleri.....	72
4.14. Ekmek içine ait 5. gün doku profili analizi (sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik) değerleri	76
5. SONUÇ	81
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	89

SİMGELER DİZİNİ

a	(+a) Kırmızı, (-a) Yeşil Renk Değeri
b	(+b) Sarı, (-b) Mavi Renk Değeri
BU	Brabender Unit
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
dk	Dakika
FU	Farinograf Unit
g	Gram
GABA	Gamma-aminobütirik asit
kJ	Kilojoule
KO	Kareler Ortalaması
kPa	Kilopascal
L	Renk Değeri (açıklık-koyuluk)
mL	Mililitre
mm	Milimetre
MTI	Mixing Tolerance Index (yoğurmaya karşı tolerans)
°C	Derece Santigrat
P	Basınç
N	Newton
s	Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Örnek bir hamur uzayabilirlik kurvesi ve hamur uzama kabiliyeti, hamur uzama alan ve hamur maksimum direnç değerlerinin hesaplanması	24
Şekil 3.2. Örnek bir hamur gaz tutma gücü kurvesi ve maksimum hamur yüksekliği, minimum hamur yüksekliği, gaz tutma gücü (alan) ve hamurdaki çökme değerlerinin hesaplanması	26
Şekil 3.3. Ekmek üretim şeması.....	29
Şekil 4.1. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait su kaldırma kapasitelerindeki (%) değişim	41
Şekil 4.2. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamur stabiliteelerindeki değişim	42
Şekil 4.3. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait L renk değerleri	44
Şekil 4.4. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait a renk değerleri	45
Şekil 4.5. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait b renk değerleri	46
Şekil 4.6. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait düşme sayısı değerleri	46
Şekil 4.7. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gaz tutma gücü değerindeki değişim.....	50
Şekil 4.8. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait uzama kabiliyeti değerlerindeki değişim.....	53
Şekil 4.9. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait enerji değerlerindeki değişim	59
Şekil 4.10. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin spesifik hacim değerlerindeki değişim	62
Şekil 4.11. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklere ait ekmek içi L renk değerlerindeki değişim	65
Şekil 4.12. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklere ait ekmek kabuk L renk değerlerindeki değişim.....	68
Şekil 4.13. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 1. gün sertlik değeri	71

Şekil 4.14. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 1. gün yapışkanlık değeri	72
Şekil 4.15. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 3. gün sertlik değeri	75
Şekil 4.16. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 3. gün yapışkanlık değeri	76
Şekil 4.17. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 5. gün sertlik değeri	79
Şekil 4.18. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 5. gün yapışkanlık değeri	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Hamurda yapılan uzayabilirlik analizinin yürütüldüğü koşullar	24
Çizelge 3.2. Hamurda yapılan gaz tutma gücü analizinin yürütüldüğü koşullar	25
Çizelge 3.3. Hamurda yapılan hamur şişirme analizinin yürütüldüğü koşullar.....	27
Çizelge 3.4. Ekmek içinde yapılan doku profili analizinin yürütüldüğü koşullar	30
Çizelge 4.1. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlara ait Zeleny sedimantasyon, bekletilmiş Zeleny sedimantasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri ortalamaları	32
Çizelge 4.2. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlara ait Zeleny sedimantasyon, bekletilmiş Zeleny sedimantasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerlerinin varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.3. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlara ait Zeleny sedimantasyon, bekletilmiş Zeleny sedimantasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	33
Çizelge 4.4. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerleri ortalamaları	35
Çizelge 4.5. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.6. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	36
Çizelge 4.7. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı (MTI) ve yumuşama derecesi değerleri ortalamaları	38

Çizelge 4.8. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı ve yumuşama derecesi değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.9. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gelişme süresi, yoğurma toleransı (MTI) ve yumuşama derecesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.10. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait L renk değerleri ortalamaları.....	43
Çizelge 4.11. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait a renk değerleri ortalamaları.....	44
Çizelge 4.12. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait b renk değerleri ortalamaları.....	45
Çizelge 4.13. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gaz tutma gücü, maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerleri ortalamaları.....	47
Çizelge 4.14. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gaz tutma gücü, maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.15. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	49
Çizelge 4.16. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç, uzama kabiliyeti, hamur enerjisi değerleri ortalamaları.....	51
Çizelge 4.17. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç, uzama kabiliyeti, hamur enerjisi değerlerinin varyans analiz sonuçları	51

Çizelge 4.18. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç ve hamur enerjisi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	52
Çizelge 4.19. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamurları şişirmek için uygulanan basınç (P:mm) değeri ortalamaları.....	55
Çizelge 4.20. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamurları şişirmek için uygulanan basınç (P) değerinin varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.21. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait basınç değeri (P:mm) ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 4.22. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait L, W, P/L değerleri ortalamaları.....	57
Çizelge 4.23. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait L, W, P/L değerlerinin varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.24. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait L ve P/L değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	58
Çizelge 4.25. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamaları.....	60
Çizelge 4.26. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri varyans analiz sonuçları	60
Çizelge 4.27. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait ağırlık ve hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	61
Çizelge 4.28. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmek içlerine ait L, -a ve +b renk değerleri ortalamaları.....	63

Çizelge 4.29. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmek içlerine ait L, -a, +b renk değerleri varyans analiz sonuçları	63
Çizelge 4.30. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış ekmek içlerine ait -a ve +b renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	64
Çizelge 4.31. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belli oranlarla katkılanmış unlardan elde edilen ekmek kabuklarına ait L, +a ve +b renk değerleri ortalamaları.....	66
Çizelge 4.32. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen ekmek kabuk L, +a, +b renk değerleri varyans analiz sonuçları	66
Çizelge 4.33. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış ekmek kabuklarına ait L, +a ve +b renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	67
Çizelge 4.34. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 1. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları	69
Çizelge 4.35. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 1. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin varyans analiz sonuçları	70
Çizelge 4.36. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 1. gün kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	71
Çizelge 4.37. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 3. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları	73
Çizelge 4.38 Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 3. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin varyans analiz sonuçları	73

Çizelge 4.39. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 3. gün kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	74
Çizelge 4.40. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları	77
Çizelge 4.41. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin varyans analiz sonuçları	77
Çizelge 4.42. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	78

1. GİRİŞ

Çimlendirme işlemi, yüzyıllar boyunca tohumların besin değerini arttırmak (Veluppillai *et al.* 2009) ve tohumlardaki anti-besinsel etkileri azaltmak amacıyla kullanılmıştır (Tian *et al.* 2010). Ayrıca, son yıllarda çimlenmiş tahıl unlarından elde edilmiş olan fırıncılık ürünleri, zor bulunan ve özel ürünlerin satıldığı restoranlarda ve süpermarketlerde aranır hale gelmiş ve endüstriyel fırıncılık sektöründe tam tahıl ekmeklerde yeni bir açılım olarak ilgi görmeye başlamıştır.

Çimlenme; vitaminler, mineraller, lifler ve ferulik asit, serbest aminoasit olarak bilinen gamma aminobütirik asit (GABA), γ -oryzanol gibi fitokimyasalların seviyelerini arttırması ancak fitik asit gibi anti-besinsel bileşenleri azaltması ile tahılların besinsel değerini geliştirmesiyle sonuçlanan bir süreçten oluşmaktadır (Ti *et al.* 2014). Tahıllarda çimlenmeyle birlikte depo bileşenlerin parçalanması, diğer hücre bileşenleri ve yapısal proteinlerin sentezi gibi biyokimyasal, besinsel, duyuşal özelliklerinde, biofonksiyonel bileşenlerinde önemli değişiklikler şekillenmektedir (Charoenthaikij *et al.* 2012). Çimlenmeye bağlı olarak ribofilavin, niasin, pentatonik asit, pridoksin ve askorbik asit gibi vitaminlerin, triptofan, lisin gibi aminoasitlerin miktarı artmakta, ayrıca fermentasyon için gerekli besin maddeleri sağlanarak maya faaliyeti takviye edilmekte, hamurun gaz üretim gücü ve alfa amilaz miktarı da artmaktadır (Elgün ve Ertugay 2002).

Ekmek yapımında, amilolitik ve alfa amilaz aktivitesi önem arz etmektedir. Ülkemizde yetişen buğdaylarda ise amilolitik aktivite ve özellikle de alfa amilaz aktivitesinin düşük olduğu bildirilmektedir (Ertugay 1983). Bu nedenle ekmek yapımında kullanılan buğdaylarda amilolitik aktivitesi yeterli düzeyde bulunmadığından dolayı katkı maddelerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Doğal ve yaygın olarak kullanılabilen hububat maltları, amilolitik aktivitesinin düzenlenmesini sağlamakla birlikte (Elgün ve Ertugay 2002) ekmekte kalite ve besin değerini arttırmakta ve ekmek aromasını zenginleştirmektedir (Ertugay 1983).

Ambalajsız olarak piyasaya arz edilen ekmek, tam buğday ekmeği, tam buğday unlu ekmek, kepekli ekmek ve ekşi hamur ekmeklerine katkı maddesinin katılması yasaklanmıştır (TGK Tebliğ No:2012/2). Ekmeklik unlara sadece un fabrikasında C vitamini ve enzimatik katkı katılabilmektedir. Amilolitik enzim olarak bakteriyel, fungal ve hububat kaynaklı enzimler kullanılsa da, hububat kaynaklı enzimatik katkılar ve özellikle malt unu hem yaygın kullanılmakta hem de daha üstün özelliklere sahip görülmektedir. Malt unu üretiminde yaygın olarak arpa ve buğday kullanılmaktadır. Bu araştırmada buğday ve arpaya ilaveten diğer tahıllardan da malt unu elde edilmiş ve un ve ekmek kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1. Çimlendirme

Çimlendirme, bitkilerin gelişmesi ve büyümesi için gerekli enerji ve bazı esansiyel bileşenlerin sağlanması amacıyla tohum içerisinde bulunan proteinlerin parçalanması, lipidlerin oksitlenmesi, karbonhidratların basit şekerlere çevirilmesi gibi kompleks metabolik faaliyetler sürecidir (Yetim vd 2010a).

Köse 2001'e göre Mayer and Mayber (1963); bir tohumda çimlenme işlemi, embriyodan bir bitkinin oluşumunu başlatan olaylar dizisi olarak kabul edilir ve bir tohumdaki çimlenmenin belirtisi ise, kökçük, sürgün veya koleorhiza gibi embriyo kısımlarından birisinin, tohum içinde meydana gelen büyüme sonucu, tohum kabuğunu delerek dışarı çıkması olarak ifade edilmektedir.

Çimlendirme gıdaların besinsel değerinin artırılması yönünde kullanılan işleme yöntemlerinden birisi olarak kabul edilmekte ve tohumların çimlendirme işlemi ise ucuz ve etkili bir teknoloji olarak kabul görmektedir (Plaza *et al.* 2003).

1.2. Çimlendirme Yöntemleri

Bitkilerin besin muhteviyatı ve bazı özellikleri çimlendirme koşullarına bağlı olarak değiştiğinden çimlendirme işleminin farklı ortam koşullarında yapılması gerekmektedir.

(Öztürk 2008). Tohum veya tanenin çimlenebilmesi için nem ve sıcaklık gibi belirli ortam koşullarının oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca çimlendirme ortamına besin elementi takviyesi gibi farklı işlemler de elverişli çimlenmenin sağlanması için gereklidir (Yetim vd 2010a).

Çimlendirme işlemi, pratikte toprak altı ile benzer şartlar sağlanarak gerçekleştirilmektedir (Yetim vd 2010b). Basit, pahalı olmayan ve kompleks ekipmanlar gerektirmeyen bir işlem olan çimlendirme (Plaza *et al.* 2003; Öztürk 2008), genelde modern inkübatör sistemlerinde yapılabildiği gibi bazen basit yöntemlerle de gerçekleştirilmektedir (Öztürk 2008; Yetim vd 2010b). Çimlendirme işlemi genellikle tanelerin önceden su içerisinde bekletilmesiyle gerçekleştirilir. Bu işlem sırasında çok önemli biyokimyasal, besinsel ve duyuşsal değişimler meydana gelmektedir. Yağlar ve karbonhidratların yıkımı gerçekleşmekte, nişastanın sindirilirliği artmaktadır. Vitaminler ve antioksidanlar olarak nitelendirilen ikincil bileşikler çimlenme sırasında olumlu yönde değişmektedir (Vidal-Valverde *et al.* 2002).

Günümüzde bu işlem son teknoloji kullanılarak modern işletmelerde yapılabildiği gibi, evde de kolayca yapılabilmektedir (Öztürk 2008). Örneğin kavanoz yönteminde; tohumlar önce bir süre suda bekletilerek bünyelerine nem çektikten sonra yine kavanozlarda belli aralıklarla ısıtılarak çimlendirilebilirler. Örtü yönteminde ise tohum önce suda bekletilir ve ardından iki örtü arasına yayılarak ara sıra bu örtüler nemlendirilir ve istenen çimlenme sağlanır (Yetim vd 2010b). Bu çimlendirme yöntemlerinin dışında plastik tüplerde, çimlendirme torbalarında, tepside, topraklı kaplarda ve ticari çimlendiriciler kullanılarak da çimlendirme işlemi yapılabilmektedir. Ayrıca bu işlem karanlıkta ve ışıklı ortamların her ikisinde de yapılabilmektedir (Öztürk 2008).

1.3. Tahıllar

Günümüzde insan beslemesinde en çok tüketilen bitkisel ürünler içerisinde tahıllar ilk sırada bulunmaktadır. Tarımı gerçekleştirilen tahıl çeşitlerinin başlıcasını buğday, mısır,

pirinç, arpa, çavdar, yulaf, darı çeşitleri ve sorgum oluşturmaktadır (Elgün ve Ertugay 2002).

1.3.1. Buğday

İnsan beslenmesinde önemli bir tahıl ürünü olan buğday en fazla üretimi ve tüketimi yapılan tahıl çeşididir. İnsanların günlük kalori ihtiyaçlarının yaklaşık olarak yarısından fazlasını buğday oluşturmaktadır (Ertugay 1982).

Çimlendirilmiş buğday filizleri yüksek miktarda vitamin C, E ve fenolik madde ihtiva ettiği için iyi bir antioksidan madde özelliğine sahiptir. Yang *et al.* (2001) tarafından yapılan araştırmada normalde buğday tanesinde C vitamini hiç bulunmazken, çimlenmeye bağlı olarak miktarının arttığı ve çimlendirmenin 7. gününde tespit edilen miktarı 550 µg/g ve fenolik bileşenlerden sadece ferulik asit ve vanillik asit 8. günde sırasıyla 932.4 µg/g ve 12.9 µg/g olarak tespit edilmiştir.

1.3.2. Arpa

Tarih öncesi devirlerde insanlık için önemli bir besin maddesi olan arpanın önemi günümüzde azalmaya başlamış ve daha çok hayvan beslenmesinde ve bira sanayinde kullanılmaya başlanmıştır (Anonim 2016b).

Arpa *Hordeum* familyasına ait yıllık bir bitki olmakla birlikte, tanesi ortalama olarak 8-12 mm uzunlukta, 3-4 mm genişlikte ve 2-3 mm kalınlığa sahiptir. Başak uzunluğu 8 – 15 cm ve 2, 4 ve 6 sıralı yetişen çeşitleri bilinmektedir (Candan 2009).

Arpanın kuru madde içeriği ortalama %52-72 nişasta ihtiva etmektedir (Nirmala *et al.* 2000). Arpa tanesinde, %9-14 protein ve nişasta olmayan polisakkarit olmak üzere sırayla %3-6 β-glukan ve %4-7 arabinoksilan %4-6 selüloz/lignin ihtiva etmektedir. Bu selüloz/lignin oranının insan beslenmesinde önemi, diyet lifinin kan şekerini

düzenlemesi, kolesterol seviyesini düşürmesi, bağırsak kanseri ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olması ile sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Altan vd 2006). Son yıllarda arpa içeriğindeki β -glukan, arabinoksilan, oligosakkaritler ve fenolik bileşenler gibi bioaktif bileşiklerin sahip oldukları fonksiyonel özelliği konusu önem kazanmaya başlamıştır (Sharma and Gujral 2010).

Arpa, B vitaminlerince zengin ve özellikle tiamin, pridoksin, riboflavin ve pantotenik asit içermektedir (Altan vd 2006). Bilindiği üzere ekmek yapımında amilaz aktivesi önem arz etmektedir. Arpa ise amilaz aktivitesi yönünden ilk sırada gelen tahıllar içerisinde yer almaktadır (Nirmala *et al.* 2000).

Bilindiği üzere çimlendirme işlemi, tahıllarda olduğu gibi arpada da birçok değişikliklere neden olmaktadır. Örneğin, Nirmala *et al.* (2000) tarafından yapılan bir araştırmada çimlenmiş bir arpa tanesinin nişasta içeriğinde yaklaşık %65 civarında bir azalma olduğu ve başka bir çalışmada ise çimlendirme süresinin uzamasıyla arpa tanesindeki gamma-aminobütirik asit (GABA) miktarında artış olduğu bildirilmektedir (Chung *et al.* 2009).

1.3.3. Çavdar

Diyet tahıl ürünleri içerisinde çavdar önemli bir yer tutmaktadır. Çavdar tanesi yüksek miktarda biyoaktif bileşenlerle birlikte önemli miktarda diyet lifi içermektedir. En önemli diyet lifi bileşeni kısmi olarak çözünebilen polisakkarit yapıdaki arabinoksilandır (Mankan 2008). Çavdar tanesi antosiyanince zengin olup gri-mavi un vermekte, kendine has tat ve aroması ile de insan gıdası olarak tüketilmektedir (Elgün ve Ertugay 2002). Kalp damar hastalıklarının ve bazı kanser türlerinin önlenmesi çavdarın yapısında bulunan lignanlar, hemiselülozik bileşenler ve diyet lifleri sayesinde (Mankan 2008).

Hübner *et al.* (2010)'nin çavdar maltı ve çavdar maltı esaslı ürünlerin özelliklerine çimlenme süresi ve sıcaklığının etkisini incelemiş oldukları çalışmada çimlenme

periyodunun uzunluğu ile amilolitik (α -amilaz ve β -amilaz) ve proteolitik enzim aktivitesinin arttığını β -glukanaz aktivitesinin ise etkilenmediğini, arabinoksilan miktarında da artış olduğunu belirtmişlerdir.

1.3.4. Tritikale

Dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla geliştirilen tritikale bitkisi, buğday x çavdar melezinden ıslah çalışmaları sonucu marjinal, fakir tarım alanlarından alınan verimi arttırmak amacıyla üretilmiştir. Buğday ve arpanın verimli ve kaliteli yetişmediği tarla koşullarında tritikale yüksek verim potansiyeline sahiptir. Tritikale tane ürünü olarak çoğunlukla hayvan beslenmesinde, bazen de hasıl olarak kaba yem üretimi ve otlatma için de yetiştirilmektedir. Özellikle tanesi kanatlıların beslenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Süzer 2014).

Buğday, mısır, darı ve sorgumdan daha yüksek miktarda lisin ve protein (%14,7) içeren ve nispeten büyük çekirdekli tritikale bitkisi, yetiştiriciler tarafından geliştirilmiş “insan yapımı” bir tahıl bitkisidir (Iqbal *et al.* 2016). Son yıllarda kaliteli buğday unuyla karıştırılarak pasta, bisküvi, ekmek, kek ve makarna, kahvaltılık tahıllar gibi gıda ürünlerinin yapımında da kullanılabilmektedir (Iqbal *et al.* 2016, Süzer 2014).

1.3.5. Darı

Darı, yoğun miktarda kalsiyum ve diyet lifi ihtiva etmesi nedeniyle yararlı etkileri bulunan önemli bir tahıl çeşididir (Nirmala *et al.* 2000). İçeriğinde bulunan fitik asit, tripsin, polifenoller ve tanenler gibi maddeler içermekte ve darının çimlendirilmesiyle birlikte darının yenilebilir özelliği ve besin değeri artış göstermektedir (Öztürk 2008). Badau *et al* (2005) yapmış oldukları çalışma ile çimlendirme zamanındaki artışın fitik asit miktarında önemli derecede azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir.

Nirmala *et al.* (2000)’nin yapmış oldukları çalışmada çimlenmiş darıda 96 saatte toplam indirgen şeker miktarının %1,44’ten %8,36’ya yükselirken karbonhidrat miktarının

%81'den %58'e düştüğünü, maltoz ve maltotiriozun sırasıyla 48 ve 72 saat sonra tespit edildiğini, amilaz aktivitesinin de 72 saatte maksimum seviyeye ulaştığının daha sonra hafif bir düşüş gösterdiğini, α -D-glukosidaz ve 1,3- β -D-glukanaz'ın ise 48 saatte maksimum seviyeye ulaştığını bildirmişler ve darı maltının indirgen şeker açısından zengin bir kaynak olduğunu rapor etmişlerdir. Çeşitli gıdaların üretiminde katkı maddesi olarak ve bira gibi bazı içeceklerin yapımında çimlendirilmiş darı tanesi kullanılmaktadır (Öztürk 2008).

1.3.6. Mısır

Mısır, yaygın olarak kullanılan ve sayısız faydası bulunan bir tahıl ürünüdür. Çeşitli sektörler için hammadde niteliğinde ve özellikle hayvancılık sektöründe kümes ve çiftlik hayvanları için yem, insanlar için yiyecek ihtiyacını karşılaması özelliğiyle çok amaçlı bir ürün niteliğine sahiptir. Mısır, değişken iklim şartları altında geniş bir uyum yeteneğine sahip çok yönlü gelişen bir üründür. Hayvan beslemesinde kullanımında büyümenin herhangi bir aşamasında risk olmaksızın hızlı büyüme, yüksek verim, lezzetli ve besleyici yem sağlamaktadır (Anonim 2016a). Kimyasal bileşiminde ise yaklaşık olarak %10 protein, %3.5 lif, %2 mineral ve %80 karbonhidrat, demir ve vitamin B ihtiva etmektedir (Shah *et al.* 2016).

1.3.7. Yulaf

Yulafın yüksek düzeyde antioksidan içermesi nedeniyle insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinde önemli bir yer tuttuğu bilinmektedir. Diğer tahıl tohumları ile karşılaştırıldığında yüksek proteine sahiptir (Wu 1983). Yulaf tohumu proteinlerinin geliştirilmesinde çimlendirme işleminin kullanılan yöntemlerden biridir (Tian *et al.* 2010). Günümüzde yulaf; ekmek, bisküvi vb. fırıncılık ürünlerinde, yulaf ezmesi ve yulaf unu kahvaltılık tahıllarda, içecekler ve bebek mamalarında (Öztürk 2008, Aydın 2009), kıvam arttırıcı olarak hazır çorba ve soslarda kullanılmaktadır (Aydın 2009).

Tian *et al.* (2010) çalışmasında yulaf tohumlarının çimlendirilmesi ve bunu takip eden kurutma sonrası yulaf maltının arpa maltının yerine iyi bir gıda olarak kullanılabileceğini ayrıca bazı hazır gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılabileceğini ve çimlenme prosesi ile ham yulaf tohumlarının besinsel değerinin ve sindirilebilirliğinin iyileştirildiği, çimlenmiş yulaf tohumlarının ham yulaf tohumlarından daha iyi besin maddesi olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada amilolitik aktivitenin yulaf maltında arpa ve buğday maltına göre daha düşük olduğu, lipaz aktivitesinin ise yulaf maltında arpa ve buğday maltı ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yulaf maltının lipaz aktivitesinin çimlenmemiş yulaftan daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Mäkinen and Arendt 2012).

1.3.8. Çeltik

İnsanlar için besin kaynağı olarak tahıllar içinde buğdaydan sonra gelen ve su içinde çimlenebilen ve kökleri sudaki oksijenden yararlanabilen bir tahıldır (Anonim 2016c). Pirinç içeriğinde karbonhidrat, vitamin B₆, çinko ve bakır ihtiva etmesi nedeniyle önemli bir besin kaynağıdır. Tahıllar içerisinde en düşük miktarda protein ve diyet lif içeriğine sahiptir (Saman *et al.* 2008).

Çimlenme işleminin tahılların besinsel değerini geliştirmesi nedeniyle çimlenmiş kahverengi pirincin çimlenmemiş kahverengi pirinç ile karşılaştırıldığında besleyici ve fizyolojik değerinin daha yüksek olduğu kabul edilmektedir (Ti *et al.* 2014). Çimlendirilmiş çeltiğin çok daha yüksek besin bileşimine sahip olması nedeniyle bunların diyabet ve hiperkolesterolemik hastaların yanında sporcularda da olumlu etkilerinin olduğu (Öztürk 2008), ayrıca çimlendirilmiş çeltik tanesinde gamma-aminobütirik asit'in miktarının arttığı belirlenmiştir (Charoenthaikij *et al.* 2012). Fonksiyonel bir gıda olarak tanımlanan çimlenmiş esmer pirinç, serbest aminoasit olarak bilinen gamma-aminobütirik asit (GABA) ve ferulik asit miktarı bakımından zengin içeriğe sahip ve sindirimi ve absorpsiyonu yüksek orandadır. Bu sayede çimlendirilmiş esmer pirinç tüketimine bağlı olarak birçok kronik rahatsızlığın

önlenebileceği bildirilmektedir (Turan 2013). Ayrıca, çimlenmiş kahverengi pirincin; antidiyabetik, obezite önleyici ve hipokolesterolemik etkileri bulunmaktadır (Imam *et al.* 2013).

Saman *et al.* (2008)'nin 7 gün boyunca mumsu ve mumsu olmayan iki pirinç çeşidinde çimlenme boyunca kimyasal değişimi incelemesine yönelik araştırmasında, α -amilaz ve α -glukosidaz aktivitesinin her iki çeşitte de maksimum değerlerine çimlenmenin 3. gününde ve amilolitik aktivitenin ise 5. gününde en yüksek değerine ulaştığını ve mumsu pirincin maltlı pirinç şurubu üretiminde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çimlenme işlemi sırasında nükleik asitlerin ve nükleotidlerin sentezi ile bazı aminoasitler ve diğer azotlu bileşiklerde de artış olduğu bildirilmiş olup çimlendirme ile malt ürünlerinde hem mineral madde miktarında hem de biyoyararlılık oranında artış olmaktadır (Dilber vd 2003). Çimlenmiş tahıl tanesinde, fitaz aktivitesinin artması, fitik asit ve fitatların olumsuz etkisini azaltıp ve niasin miktarını arttırmaktadır. Buğday, pirinç ve arpada çimlendirme sırasında karbonhidrat oranı azalma gösterirken azot yüzdesindeki artışın, protein yüzdesi ve kalitesinde artışa neden olduğu bildirilmiştir.

Dalby and Tsai (1976)'nin tahıl tohumlarının çimlendirilmesi boyunca, lizin ve triptofan miktarındaki artışı incelemiş oldukları çalışmada buğday, arpa, tritikale, çavdar ve yulafın çimlenme boyunca lizin ve triptofan miktarının arttığını, prolamin miktarının ise azaldığını tespit etmişlerdir.

Çimlendirilmiş pirincin yüksek besin değerine sahip olması nedeniyle şeker hastaları, yüksek kolesterol hastaları ve profesyonel sporcular gibi yüksek fiziksel aktivite gösteren insanlarda olumlu etkilerinin olması ile tüm pirinç filizi tüketicileri için değerli bir besin kaynağını oluşturduğu belirtilmektedir (Piernas and Guiraud 1997).

Akiyama *et al.* (1998)'nin sekiz gün boyunca çimlendirilmiş çeltik danesinin β -glukosidaz enzim aktivitesini incelemiş oldukları çalışmada en yüksek enzim aktivitesinin 5. günde olduğunu bildirilmişlerdir.

Kanauchi *et al.* (2000)'nin yaptıkları çalışmada çimlendirilmiş arpanın, yaklaşık % 30 civarında suda çözülmeyen diyet lifi içerdiğini belirtmişler.

Çimlenme ile amilaz aktivitesinin maksimum düzeyinin buğdayda 6 ile 7 gün, mısırdaki 4 gün ve darıda 3 gün sonra gözlemlendiği bildirilmiştir (Nirmala *et al.* 2000).

Centeno *et al.* (2001)'nin arpa ve çavdarın toplam fosfor, fitat fosforu, fitaz ve fosfataz aktivitesine farklı çimlendirme şartlarının etkisini incelemiş oldukları çalışmada 5 gün boyunca çimlenmiş olanlara göre 3 gün boyunca çimlenmiş çavdar ve arpada daha yüksek fitaz ve fosfataz aktivitesinin görüldüğünü ve çimlenme prosesinin fitaz ve fosfataz aktivitesinde çavdar (%112 ve %213) ve arpada (%212 ve %634) önemli derecede artışa fitat fosforunun miktarında ise azalışa (sırasıyla %84, %58) neden olduğunu, fitat fosfor miktarının azalmasının fosfataz aktivitesinin artışı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çimlenmiş çavdar ve arpanın hayvan yemlerinde kullanılmasının hayvan yemlerindeki fosfor kullanılabilirliğini arttırabileceğini, yem formülasyonlarının maliyetini düşürebileceğini ve tarım alanlarındaki yoğun fosfor kirliliğinin azalmasına sebep olabileceğini belirtmişlerdir.

Brijs *et al.* (2002)'nin çimlenmiş çavdar tanesindeki proteolitik enzimleri incelemiş oldukları çalışmada çavdar tanelerinin çimlenmesi boyunca toplam proteolitik aktivitenin çimlenmenin ilk üç gününde arttığının belirtmişlerdir.

Vidal-Valverde *et al.* (2002) tarafından yapılan araştırmada fasulye, bezelye ve mercimeğin besin değeri üzerine çimlenmenin etkisini incelendiği araştırmasında toplam çözünür şeker miktarının arttığını (bezelye ve fasulyelerde çimlenmenin 2. gününden sonra arttığını), vitamin B₂ miktarında önemli derecede artış olurken vitamin B₁ miktarında önemli bir değişimin görülmediğini ve toplam α -galaktosidaz seviyesinin çimlenmiş bezelyelerde yüksek miktarda bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Kuo *et al.* (2004) ticari baklagillerde serbest protein ve protein olmayan aminoasit miktarlarına çimlenme şartlarının etkisi üzerine yaptıkları çalışmada çimlenmenin fasulyelerde alanin ve lizin miktarında (ham fasulyelerde sırasıyla 2.93 ve 0.106 mg/g kurumadde, çimlenmiş fasulyede 4.40 ve 0.530 mg/g kurumadde) artış sağladığı, histidin miktarının ise fasulyelerde başlangıçta mevcutken çimlenmeden sonra yok olduğunu, glisin, arginin, glutamik asit, trosin ve triptofan miktarının ise önemli derecede azaldığını ve çimlenmiş mercimeklerde aspartik asit dışındaki tüm serbest protein aminoasitlerin çok yüksek miktarda arttığını, bezelyelerdeki glisin, alanin,

prolin, trosin, lösın, fenilalanin ve lısın miktarlarının çimlenmeden sonra arttığını histidin miktarının ise çimlenmeden sonra yok olduğunu bildirmişlerdir.

Urbano *et al.* (2005)'nin yapmış oldukları çalışmada çimlendirilmiş bezelyede toplam ve dirençli nişasta miktarında önemli derecede azalma şekillendiğini bu nedenle toplam nişastaya göre kullanılabilir nişastanın oranının arttığını, çimlenme işlemi ile bezelyede vitamin B₂ miktarının önemli derecede arttığını fakat vitamin B₁ miktarında önemli bir değişimin görülmediğini, α -galaktosidaz miktarında göze çarpan bir azalışın olduğu, sukroz, glukoz ve früktoz miktarında ise önemli derecede artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Sung *et al.* (2005) yapmış oldukları çalışmada arpa tanesinin çimlendirilmesiyle fitaz aktivitesinin 7 ile 9 kat kadar arttığını ve bu fitaz aktivitesinin maksimum değerine 15°C de 7 gün ve 20-25°C de 4 günlük çimlenmeden sonra ulaşıldığı rapor edilmiştir.

Kulkarni *et al* (2006)'nın farklı şartlar altında yetiştirilen buğday çiminin antioksidant aktivitesinin değerlendirildiği bir çalışmada buğday filizinin, çimlendirme periyodu ile beraber, su ve etanol ekstraktındaki antioksidan aktivitesinin, fenolik madde ve flavonoid içeriğinin arttığını saptamışlardır.

López-Amorós *et al.* (2006)'nin baklagillerin fenolik bileşenleri ve antioksidant aktiviteleri üzerine çimlenmenin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada çimlenme ile baklagillerde fenolik bileşenlerin çimlenme koşulları ve baklagil türlerine bağlı olarak kalitatif ve kantitatif olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca aynı çalışma sonucunda bezelye ve fasülyelerde çimlenme sonrası antioksidant aktivitenin önemli derecede arttığını belirtmişlerdir.

Kulkarni *et al.* (2006)'ya göre Hanninen *et al.* (1999)'nın yaptıkları çalışmada buğday filizinin çimlendirme periyodu ile vitamin C ve E, β -karoten, ferulik asit ve vanillik asitin konsantrasyonunun arttığını ve 7. günde maksimum düzeye ulaştığını bildirmişlerdir.

Wang *et al.* (2013)'e göre çimlenme boyunca tripsin inhibitöründe meydana gelen azalmanın protein sindirilebilirliğindeki artışla önemli bir korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Öztürk (2008)'e göre tripsin inhibitörü proteinlerin sindirilmesini engellediğinden bu inhibitörün aktivitesinin azaltılmasıyla da proteinlerin hem kalitesi hem de sindirilebilirliği artmaktadır.

Velupillai *et al.* (2009)'nin çimlenmiş pirinç tanesinde meydana gelen biyokimyasal değişimi incelemiş oldukları çalışmada çimlenmiş pirinçte indirgen şeker miktarında çimlenmenin birinci gününde 7,3'ten 58,1 mg/g kuru maddede önemli düzeyde artış olduğu, serbest aminoasit ve çözünür protein miktarında çimlenmenin beşinci gününde sırasıyla 3,69 ve 5,29 mg/g kuru maddede artış olduğunu belirtmişlerdir. Toplam protein miktarının çimlenme boyunca 100,5'ten 91,0 g/kg kuru maddede önemli düzeyde azalma gösterdiğini ayrıca amilolitik (1,1'den 190,0 U/g kuru madde) ve proteolitik aktivitede (0'dan 0,12 U/g kuru madde) çimlenme boyunca bir artış görüldüğünü belirtmişlerdir.

Tian *et al.* (2010)'nin çimlenme boyunca yulaf tanesinde meydana gelen fizikokimyasal değişimi incelemiş oldukları çalışmada çimlenmiş yulaf tanelerinde threonin ve valin aminoasitlerinin miktarının 72 saatten sonra artış gösterdiğini, isolösin aminoasidinin miktarının ise 24 saatlik çimlenmeden sonra devamlı olarak arttığını ve çimlenmenin sonunda ham yulaftaki değerlerin 2 katına ulaştığını, çimlenmiş yulaftaki lisin miktarının ise ham yulaftan her zaman daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Çimlenme dönemi boyunca toplam amilaz aktivitesinde ise hızlı bir artışın görüldüğü, beta amilazın mutlak aktivitesinin ise her zaman alfa amilazdan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca β -amilaz aktivitesinin 96 saatin sonunda 228.9 mg/g ile doruk noktasına ulaştığını ve bu değer ham yulaftaki değerin 4 katından fazla olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada çimlenme boyunca yulaf tohumlarındaki protein ve serbest şeker miktarının arttığını, nişasta ve fitik asit miktarının azaldığını belirtmiştir. Fitik asit miktarının %0,35'ten %0,11'e düşmesinin çimlenme sürecinin ilerlemesiyle fitaz aktivitesindeki artıştan kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Çimlenmiş kahverengi pirinç bileşimi ile öğütülmüş pirinç karşılaştırıldığında GABA (γ -aminobutirik asit) miktarının 10 kat, diyet lif, vitamin E, niasin ve lisin miktarının yaklaşık 4 kat, tiamin ve magnezyum miktarının yaklaşık 3 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Moongngarm and Saetung 2010).

Sharma and Gujral (2010)'nin 8 farklı arpa çeşidi üzerine yaptıkları çalışmada 12 saatlik çimlenme sonucunda toplam fenolik miktarının ve polifenol oksidaz aktivitesinin tüm çeşitlerde azaldığını, 24 saatlik çimlenmenin sonucunda ise her iki değerin miktarının arttığını, ayrıca antioksidant aktivitesinin ise 12 saatlik süre sonunda önemli derecede arttığını rapor etmişlerdir.

Üstün ve Çelik (2011)'in çimlendirme sırasında buğday, arpa ve mısır tanelerinde fitaz aktivitesi ve çimlendirilmiş tahıl unu kullanımının ekmek kalitesi üzerine etkisini incelemiş oldukları çalışmada maksimum fitaz aktivitesinin 5 gün çimlendirme sonucunda buğdayda 0,226 U/mg ve arpada 0,263 U/mg olduğu en düşük fitaz aktivitesinin ise mısırdaki 0,108 U/mg olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca 5 gün çimlendirilmiş buğday ununun ekmek hamuruna %3 oranında eklenmesinin ekmek sertliği ve ekmek içi rengini önemli düzeyde etkilediğini belirtmişlerdir.

Musa *et al.* (2011)'nin yaptıkları çalışmada çimlenmiş kahverengi pirinçte amiloz miktarının beyaz ve kahverengi pirince göre önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmanın sonucunda çimlenmenin jeletinizasyon ve yapışma özellikleri üzerine etkisinin olduğunu gözlemlemişlerdir.

Bravi *et al.* (2012)'nin beş arpa çeşidinde yaptıkları çalışmada malt prosesi boyunca toplam lipid miktarında önemli derecede azalma olduğunu, beş arpa çeşidinde palmitik (18.42-19.38%), oleik (12.93-13.97%), linolenik (7.59-8.55%) ve stearik (1.03-1.30%) asitin, majör yağ asidi olarak da linoleik (56.09-58.03%) asitin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca çimlenmiş beş arpa çeşidinde linoleik (Regina cinsi hariç), linolenik, stearik asit miktarının arttığı, palmitik (Regina cinsi hariç), oleik asit miktarının ise azaldığı belirtilmiştir.

Ayernor and Ocloo (2007)'nin çeltiğın 32°C'de 0, 5, 7 ve 9 günlük peryotlarda çimlendirilmesiyle diastatik aktivite, fiziksel ve kimyasal değişimini belirlemek amacıyla yapmış oldukları bir çalışmada çimlenme boyunca çeltik maltında bin tane ağırlığının, nişasta miktarı ve vizkozitesinin azalırken diastatik aktivite ve şeker miktarının önemli oranda arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca nişasta miktarındaki azalmanın nedenini α - ve β -amilaz gibi hidrolitik enzimlerin aktivitesi ile ilişkilendirmişlerdir.

Hefni and Witthöft (2012) altı çavdar ve dört buğday çeşidinde yaptıkları çalışmada çimlenme süresi ve kültüre bağlı olarak folat (folik asit) miktarının başlangıç miktarına göre her iki tahılda da 4-6 kat arttığını belirtmişlerdir.

Songtip *et al.* (2012)'nin farklı depolama peryotlarındaki çeltiğın çimlendirilmesiyle çimlendirilmiş kahverengi pirinç unundaki fizikokimyasal değişimi incelemiş oldukları çalışmada çimlenmiş kahverengi pirinç ununda serbest gamma aminobütirik asit (GABA) miktarının arttığını, pH 3'te suda bekletilmiş kahverengi pirinç tanelerinin indirgen şeker miktarının pH 6,8'de suda bekletilmişlere göre önemli derecede yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca α -amilaz aktivitesinin pH 3 ve pH 6,8'de suda bekletilmiş olan çimlenmiş kahverengi pirinç ununda 8 aylık depolamaya kadar önemli derecede arttığını daha sonra azaldığını belirtmişlerdir.

Bir diğer çalışmada ise kahverengi pirincin çimlendirilmesi ile toplam fenolik ve flavonoid miktarının, fenolik bileşiklerden ferulik, kumarik, syring ve kafeik asitlerin seviyelerinin önemli derecede arttığı belirtilmiştir (Ti *et al.* 2014).

Borlu (2009) tarafından lavaş ekmeği yapımında Tip 650 ekmeklik unun %5 ve %10 oranlarında keten tohum ve çimlenmiş keten tohumu unu ile katkılanmasının hamur reolojik ve ekmek kalitesi üzerine etkileri ve Omega 3, Omega 6 ve lignan üzerine etkisinin belirlenmesini araştırmış olduğu çalışmada su absorpsiyonunun, gelişme süresinin ve yumuşama derecesinin arttığını hamur stabilitesinin düştüğünü tespit etmiştir. Ayrıca keten tohumu unu ve çimlenmiş keten tohumu unu ilavesiyle uzama kabiliyeti ve hamur enerjisinin düştüğünü, alveograf analizinde ise çimlenmiş keten

tohumu ve keten tohumu unu katkılama düzeyinin artışı ile orantılı olarak kurve yüksekliği ve kabarma indeksinin arttığını, kurve uzunluğu, kurve alanı ve iş değerlerinin azaldığını tespit etmiştir.

Mohammed *et al.* (2014)'nin buğday ununa %10, %20, %30 oranlarında nohut unu ilavesinin buğday çirilenme özellikleri ve ekmek yapma kalitesine etkisini inceledikleri çalışmada nohut eklenmesi ile çirilenme sıcaklığının arttığı fakat pik vizkozite değeri ve pik sıcaklığının azaldığını belirtmişler ve çirilenme sıcaklığının buğday-nohut karışımında 62-66,5°C arasında değiştiğini buğday unundan (60,8°C) daha yüksek nohut unundan (72°C) ise daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Farinograf değerlerinden su absorpsiyonunun nohut ilavesinin artmasıyla artış gösterdiğini bu artışın sebebi olarak da karışım unundaki toplam protein ve pentozan miktarının özellikle riboz ve deoksiribozun (nişasta olmayan polisakkaritler) artmasına bağlanmıştır. Hamur gelişme süresi tüm buğday-nohut unu karışımlarında kontrole göre önemli derece artmış, hamur stabilitesinde ise %10 nohut unu ilaveli örnekte yüksek stabilite gözlenmiş %20 ve %30 ilaveli olanlarda ise stabilite değerinde azalma görülmüştür.

Mohammed *et al.* (2012)'nin buğday ununa %10, %20, %30 oranlarında nohut unu ilavesinin hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada nohut unu ilavesinin su absorpsiyonu ve hamur gelişme süresini önemli derecede arttırırken hamur uzayabilirlik ve deformasyon enerjisini azalttığını bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada nohut unu ilavesinin artmasıyla kolorimetre ile ölçülen kabuk renginin daha koyu olduğunu, kontrol kabuk renginin farklı seviyelerde nohut unu ilave edilmiş örneklerden daha açık ve daha sarı olduğunu belirtmişlerdir. Nohut içeren ekmeklerdeki koyulaşmayı yüksek lizin içeriği nedeniyle pişirme sırasında meydana gelen Maillard reaksiyonundaki artışa atfetmişlerdir.

Cornejo *et al.* (2015)'nin kahverengi pirinç ekmeğinin bioaktif bileşenleri ve besinsel değerine çimlenmenin etkisini incelemiş oldukları çalışmada çimlendirilmiş kahverengi pirinçte çimlenme ile γ -aminobutirik asit (GABA), fenolik bileşikler, γ -oryzanol ve

antioksidant aktivitesi gibi bioaktif bileşiklerin miktarının önemli ölçüde artış gösterdiğini, çimlenmiş kahverengi pirinçli ekmekle kontrol ekmeğini karşılaştırdıklarında çimlenmiş kahverengi pirinçte fitik asit içeriğinin azalmasına bağlı olarak besinsel değerinin kontrol ekmeğe göre daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir.

Ahmed and Thomas (2015)'in buğday ununa konsantre β -glukan ve su ilavesinin hamur reolojisi üzerine etkisini incelemiş oldukları çalışmada buğday ununa konsantre β -glukan ilavesinin hamur uzayabilirliğini önemli derecede etkilediğini, konsantre β -glukan ilavesinin 2,5 den 10 g/ 100g'a artması ile hamur uzayabilirlik ve Henky strain 'nin her iki değerinin azalmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Taneler

Bu çalışmada malt unu eldesinde materyal olarak Bayburt, Erzurum ve Çorum illerinden temin edilmiş olan Buğday (Doğu 88), Arpa (Olgun), Çavdar, Tritikale (Ümran Hanım), Darı, Mısır, Pirinç, Yulaf tohumları ve enzimatik katkı olarak da *Bacillus subtilis*'ten elde edilen ticari enzim kullanılmıştır.

Ekmek pişirme denemelerinde kullanılmak üzere TKG Buğday Unu Tebliğine uygun Ekmeklik Buğday Unu (Birsan Un) kullanılmıştır.

Çimlenmiş tahıl unlarının elde edilmesinde tahıl taneleri elle temizlenmiştir. Temizlenen taneler musluk suyu ile yıkanıp suları süzölmüştür. Yulaf taneleri ise farklı olarak küflenme ve bozulma olmaması için % 2 lik sodyumhipoklorit ile 15 dk boyunca oda sıcaklığında yüzeyi steril edildikten sonra musluk suyu ile iyice yıkanıp durulanmış ve tepsilere serilerek oda sıcaklığında, karanlık ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Pirinç, darı, mısır, yulaf taneleri ise farklı olarak musluk suyu ile yıkandıktan sonra oda sıcaklığında karanlıkta 24 saat suda bekletildikten sonra çimlenmeye bırakılmıştır. Tanelerin nemli kalması için günde bir kez (buğday ve tritikale taneleri günde iki kez) ıslatılmıştır. Çimlendirme işlemi, tanelerin filizleri 1 cm oluncaya dek devam edilmiş olup pirinç ve yulaf tanelerinde 7 gün, mısır tanelerinde 4 gün, diğer tanelerde 3 gün sürmüştür. Daha sonra elde edilen çimlenmiş tahıllar çimlendirilmenin sonlandırılması için oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Filizleri ve kökçüklerinden temizlenen çimlenmiş taneler kombine değirmen öğütme sisteminden bir defa geçirilerek (Yücebaş Makine Analitik Cihazlar Sanayi, İzmir) öğütöldükten sonra unlar Polietilen torbalar içerisinde nem olmayan, serin bir ortamda araştırmada kullanılmaya hazır şekilde depolanmıştır.

3.1.2. Su ve tuz

Çalışmada su olarak Atatürk Üniversitesi içme suyu ve tuz olarak mutfak tuzu kullanılmıştır.

3.1.3. Maya

Araştırmada her ekmek yapımında taze olarak temin edilen TS 3522 pres yaş maya standardına uygun olduğu bildirilen pres maya kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Piyasadan temin edilerek çimlendirilmiş tahıl tanelerinden elde edilmiş unlar, piyasadan temin edilmiş ekmeklik buğday ununa düşme sayıları 274 ± 3 olacak şekilde aşağıdaki oranlarda kullanılmıştır. Elde edilen unlarda aşağıda belirtilen analizler ve ekmek pişirme denemeleri yapılmıştır.

Çimlendirilmiş Tahıl Unları	274±3 Düşme Sayısını Sağlayan Katkı Seviyesi (%)
Buğday	0,88
Arpa	0,57
Çavdar	1,067
Tritikale	0,598
Darı	1,455
Mısır	1,356
Yulaf	1,902
Çeltik	1,705
Ticari Enzim (Amilolitik)	0,0115

3.2.2. Unlarda yapılan analizler

3.2.2.a. Nem miktarı tayini

Nem miktarı tayininde yaklaşık 5 g örnek tartılarak 105°C'ye ayarlı kurutma dolabında 4 saat kurutulduktan sonra desikatörde 15 dk soğutulup tartılmıştır. Ardından 30 dk daha kurutulduktan sonra desikatörde soğutularak tartılmıştır (Elgün vd 2011).

3.2.2.b. Düşme sayısı (Falling number) ve sıvılaşma sayısı (Liquid number) tayini

Düşme (FN) ve sıvılaşma (LN) sayılarını belirlemek amacıyla Falling Number test ekipmanı kullanılmıştır. Viskozimetre tüplerine %14 nem esasına göre 7 g örnek ve 20°C'de 25 mL saf su konduktan sonra ağızları kauçuk tıplarla kapatılarak 7-8 saniye kuvvetlice çalkalanmıştır. Daha sonra tıplar çıkarılarak karıştırıcıyla tüplerin kenarlarına yapışmış olan unsurlar tüpün içerisine eklenmiştir. Viskozimetre tüpleri karıştırıcı ile birlikte 100°C su banyosundaki yerine yerleştirilmiş, 60 s karıştırmadan sonra karıştırıcıların belirli bir seviyeye düşene kadar geçen süre sonunda cihazdan okunan FN ve LN değerleri kaydedilmiştir (Elgün vd 2011).

3.2.2.c. Zeleny sedimentasyon ve bekletilmiş zeleny sedimentasyon değeri tayini

Prensip, un ve laktik asit çözeltisi ile hazırlanmış süspansiyondaki un partiküllerinin gluten kalitesine göre şişmesi ve şişen partikülün belirli zaman içindeki çöken miktarının ölçülmesidir (Şen 2013). Fazla miktarda gluten ihtiva eden unlar ile gluten kalitesi yüksek unlarda çökme yavaş olacağı için sedimentasyon değeri yüksek çıkmaktadır (Elgün vd 2011). Zeleny sedimentasyon testinde özel sedimentasyon tüplerine 3,2 g örnek tartılarak üzerlerine 50 mL brom fenol çözeltisi ilave edilmiştir. Sedimentasyon tüplerinin ağızları kapatılarak yaklaşık 8 saniye elle çalkalanarak unun süspansiyon haline gelmesi sağlandıktan sonra tüpler çalkalama aletine yerleştirilmiştir. 5 dakika süreyle çalkalanan tüpler aletten sırayla alınarak üzerlerine 25 mL laktik asit sedimentasyon çözeltisi ilave edilerek tekrar 5 dakika daha çalkalanmak üzere alete

yerleştirilmiştir. İkinci 5 dakikanın tamamlanmasına müteakip tüpler aletten alınıp düz bir zeminde 5 dakika bekletildikten sonra çöküntü seviyeleri direkt olarak okunmuştur. Sonuçlar %14 nem esasına göre düzeltilerek verilmiştir. Bekletilmiş Zeleny sedimentasyon tayininde Zeleny sedimentasyon tayininden farklı olarak 50 mL brom fenol mavisi çözeltisi ilave edilip 5 dakika süreyle çalkalanan tüpler aletten sırayla alınarak düz bir zeminde 1 saat bekletildikten sonra analize devam edilmiştir (Elgün vd 2011).

Bekletilmiş zeleny sedimentasyon buğdayların süne ve kımıl tarafından zarar görüp görmediğinin belirlenmesinde kullanılan testlerden biridir (Elgün vd.2011). Bu testte zararlıların taneye bıraktığı proteolitik enzimlerin un proteinlerini etkilemesi için belirli bir süre inkübe edilmesi öngörülür. Enzim aktivitesi sonucunda proteinlerin bir kısmı parçalanır ve modifiye sedimentasyon değeri Zeleny sedimentasyon değerinden düşük çıkar. İki analiz arasında fark ne kadar fazla ise zarar o derece fazladır (Şen 2013).

3.2.2.d. Yaş öz, gluten indeksi ve kuru öz tayinleri

Yaş öz tayini 10 g örnek tartılarak Glutomatic cihazında yapılmıştır. %2'lik tamponlu tuzlu su çözeltisi kullanılarak belirlenen süre kadar yoğurma ve yıkama işlemi yapılmıştır. Süre sonunda santrifüj edildikten sonra yaş öz miktarı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Elgün vd 2011).

Glutomatikte elde edilen gluten santrifüjün gluten indeks eleklerine karşılıklı takılıp 6000 d/dk'da 1 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra eleği geçen gluten elekten sıyrılıp tartılmıştır. Ardından santrifüj eleğinde kalan gluten çıkarılarak tartılmıştır. Böylece toplam gluten miktarı ve elekte kalan gluten miktarları bulunmuştur. Bu miktarlardan yüzde (%) gluten indeksi hesaplanmıştır (Elgün vd 2011).

Glutomatikte elde edilen gluten, Glutork'a yerleştirilip, 150°C'de 4 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda kuru gluten aletten alınıp desikatörde soğutulduktan sonra 0,0001

hassasiyetli terazide tartılarak yüzde (%) miktarı hesaplanmıştır (Elgün vd 2011). Gluten indeksi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Gluten indeksi} = \frac{\text{Elekte Kalan Gluten (g)}}{\text{Toplam Gluten (g)}} \times 100$$

3.2.2.e. Renk yoğunluğunun ölçülmesi

Renk yoğunluğu ölçümleri Minolta Colorimetre cihazı ile 3 paralelli ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Renk yoğunluklarının ölçümü ve sonuçların değerlendirilmesi, Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB; Comission Internationale de l'Eclairage) formülüne göre yapılmıştır. Bu formül, üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup; L; 0=siyahtan 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, -a değeri yeşil, +a değeri kırmızı, -b değerleri mavi, +b sarı renk yoğunluklarını göstermektedir (Elgün vd 2011).

Unun rengi, un üzerinde düz bir yüzey oluşturulduktan sonra; ekmeğin iç rengi ise ekmek dilimlendikten sonra dilim üzerinde ölçüm yapılarak okunmuştur.

3.2.2.f. Farinograf denemeleri

Farinograf testi için 300g kapasiteli farinograf (Bilgisayar destekli un test cihazı-Yücebaş Makine) cihazı kullanılmıştır. Cihaz test sıcaklığı olan 30°C ye geldikten sonra formülasyonlarda kullanılan un karışımlarında %14 nem esasına göre 300 gram un kullanılarak önce unun su kaldırma kapasitesi tespit edilmiştir. Farinogram kurvesi çiziminde ise aynı miktar un örneğinde tespit edilen su miktarı verilmiş ve 20 dakikalık analiz sonucunda kurve üzerinde hamur gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma tolerans sayısı (MTI) ve yumuşama değerleri tespit edilmiştir (Elgün vd 2011).

3.2.2.g. Amilograf denemeleri

Amilograf aleti, un-su bulamacında artan sıcaklık muamelesiyle meydana gelen jelatinizasyonun (çirışlenme) vizkozitesini ölçmektedir. Amilograf testi için, 80 g un (%14 nem esasına göre) 750 mL'lik beherde 350 mL suyun 2/3'ü ile hiç topak kalmayacak şekilde bagetle iyice karıştırılmış, bulamaç haline getirildikten sonra aletin karıştırma kabına konulmuş ve suyun kalan 1/3'ü ile beher iyice çalkalanarak karıştırma kabına aktarılmıştır (Elgün vd 2011). Amilograf analizi Rojas vd (1999)'nin kullanmış oldukları metot uyarlanarak gerçekleştirilmiştir. Bulamaç (karışım), sıcaklık dakikada 1,5°C artacak şekilde 30°C den 92°C'ye 41 dk boyunca ısıtılmış ve bu derecede 20 dk bekletilmiştir. Daha sonra aynı hızda 92°C'den 50°C'ye soğutulmuş ve son aşamada da 50°C'de 20 dk bekletilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen kurveden vizkozite değeri (BU), pik sıcaklığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı parametreleri hesaplanmıştır.

3.2.3. Hamurda yapılan analizler

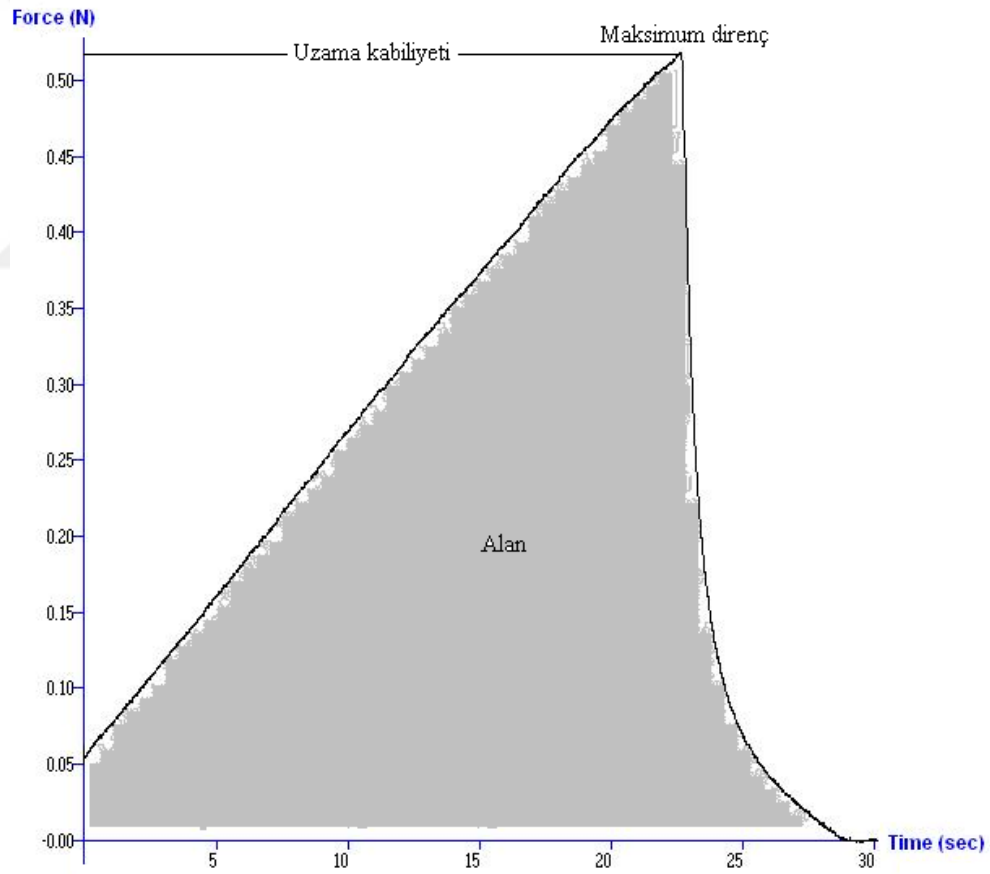
3.2.3.a. Hamur uzayabilirlik

Tekstür Analiz Cihazı (model TA-XT.plus, Stable Micro System, England) kullanılmak suretiyle analiz yürütülmüştür. Deneme planında belirtilen yüzde (%) oranlarına göre hazırlanan un örneklerinin farinografta su absorpsiyonlarının ölçülmesi esnasında farinograf küvetinde hazırlanan hamurdan 3 paralelleli olacak şekilde 20 g tartılarak kuruma olmaması için plastik bir kap içerisinde 20 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda el içinde yuvarlamak suretiyle hamura silindir şekli verilmiş ve parafinlenen mengenede 40 dk baskıya alınmıştır. Bu süre sonunda analiz Çizelge 3.3'te verilen koşullar altında yürütülmüştür.

Çizelge 3.1. Hamurda yapılan uzayabilirlik analizinin yürütüldüğü koşullar

Test modu	Gerilim (Tension)
Ön test hızı	2,00 mm/s
Test hızı	3,30 mm/s
Test sonrası hız	10,00 mm/s
Uzama mesafesi	125,00 mm
Tetikleme gücü	1,0 g

Bu şartlar altında çizdirilen kurveden Şekil 3.1’de belirtilen parametreler hesaplanmıştır.



Şekil 3.1. Örnek bir hamur uzayabilirlik kurvesi ve hamur uzama kabiliyeti, hamur uzama alan ve hamur maksimum direnç değerlerinin hesaplanması

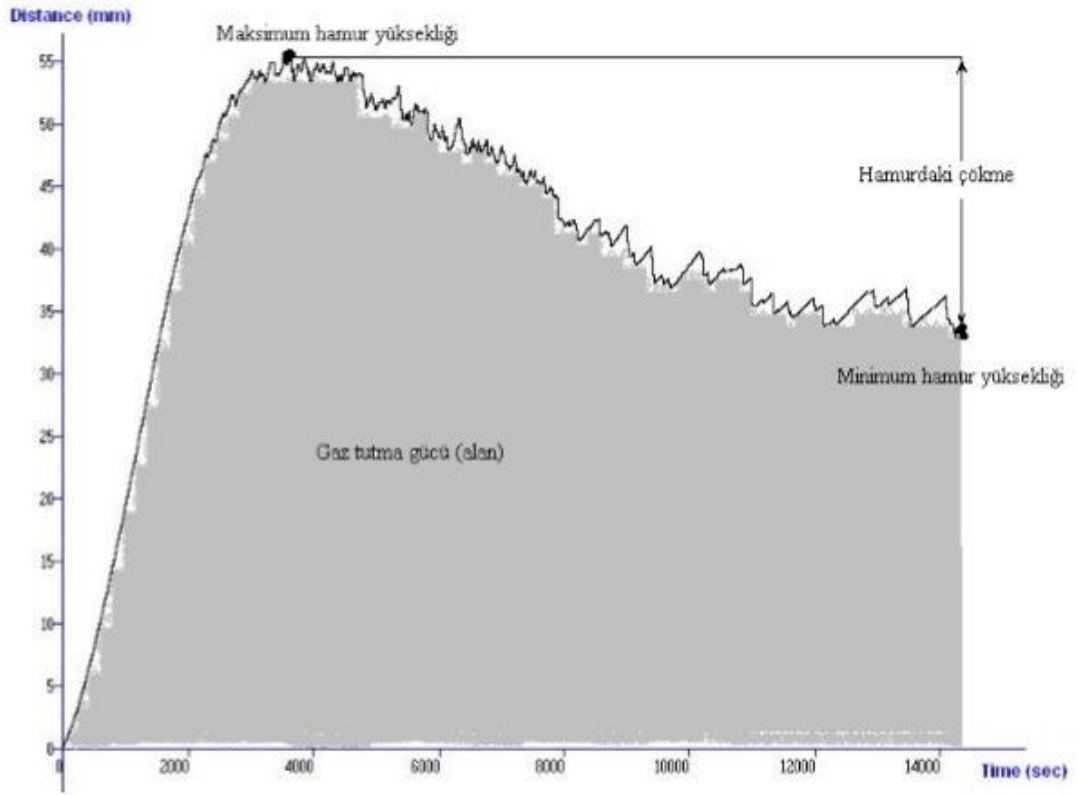
3.2.3.b. Gaz tutma gücü analizi

Gaz tutma gücü analizi için Tekstür Analiz Cihazı (model TA-Xt.plus, Stable Micro System, England) 6 cm çapındaki alüminyum probu ile birlikte kullanılmak suretiyle analiz yürütülmüştür. Hamur formülasyonuna ilave edilen mayanın aktif hale gelebilmesi için ortam sıcaklığı analiz süresince su banyosu ile 35°C’de sabit tutulmuştur. Su banyosu içerisine 7 cm çapındaki plastik boru hareket etmeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Hazırlanan %1,5 tuz, %3 mayalı hamurdan 100 g alınmıştır. Yuvarlak yapıldıktan sonra analiz esnasında çeperlere yapışmaması için hem plastik boru hem de prob ucu parafinlenmiştir. Boruya yerleştirilen hamur kitlesi üzerine ağırlık konulmamıştır. Gaz tutma gücü analiz metodunun yürütüldüğü koşullar Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Hamurda yapılan gaz tutma gücü analizinin yürütüldüğü koşullar

Test modu	Compression
Ön test hızı	2,00 mm/s
Test hızı	2,00 mm/s
Test sonrası hız	1,00 mm/s
Süre	2700,00 s
Tetikleme gücü	1,0 g
Tetikleme mesafesi	2,00 mm

Bu şartlar altında çizdirilen kurveden Şekil 3.2’de belirtilen parametreler hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Örnek bir hamur gaz tutma gücü kurvesi ve maksimum hamur yüksekliği, minimum hamur yüksekliği, gaz tutma gücü (alan) ve hamurdaki çökme değerlerinin hesaplanması

3.2.3.c. Hamur şişirme analizi

Dobraszczyk-Roberts (D/R) Hamur Şişirme sistemleri çift eksenli uzatma testleri ile genişleyen gaz kabarcığı etrafında bir hamur tabakasının şişirilmesine bağlı olarak baskı ve zorlama ilişkilerini ölmektedir (Ahmed and Thomas 2015). D/R Hamur Şişirme sistemi hamurun pişirme sırasındaki genişlemede maruz kaldığı baskı ve zorlama koşullarına benzer bir uygulama sırasındaki reolojik özelliklerinin test edilmesinde kullanılmıştır. Çift eksenli gerilme sırasında aynı anda hem hamurun hem de glutenin reolojik özelliklerinin ölçülmesine olanak sağlamıştır. Bu açılmış bir hamur yaprağının tekstür analiz cihazına bağlanan bir pistonun hareketi ile itilen havanın hamuru şişirmesi ile gerçekleşmiştir (Şen 2013). Ahmed and Thomas (2015) hamur şişirme sisteminin hamurun çift eksenli uzatılmasının taklidi olarak ya da daha sıkı gluten-niştasta matriksi etrafındaki gaz hücrelerinin şişirilmesi olarak temel alındığını belirtmişlerdir.

Belirli oranlardaki tahıl unları (buğday, arpa, çavdar, tritikale, darı, mısır, yulaf, çeltik), ticari enzim ve buğday unu ile hazırlanan karışımlara %1,5 tuz ve farinografta belirlenen oranlarda su ilave edilmiştir. Daha sonra karışımlar farinograf haznesinde 5,5 dk yoğrulmuştur. Elde edilen hamurlar üzerlerinin kurumasını önleyecek şekilde üzerleri kapalı şekilde 5 dk süre ile dinlendirilmiştir. Dinlendirilen hamurlar hamur şişirme sisteminin aparatları kullanılarak 5 dk boyunca açılmıştır. (Hamuru açma işlemi sırasında hamur 90° döndürülmüş ve her döndürme işlemi arası 10 saniye beklenmiştir.) Açılan hamurlardan yuvarlak şekillendirici ile standart kalıpta parçalar kesilmiştir. Hamur şişirme sisteminin diskleri arasında 1dk 10 sn süreyle basınç altında sıkıştırılan hamurlar nem kaybını önleyecek şekilde kapalı sistemde 30 dk dinlendirildikten sonra hamur şişirme sistemi kullanılarak test edilmiştir. Hamur şişirme analizinin yürütüldüğü koşullar Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Hamurda yapılan hamur şişirme analizinin yürütüldüğü koşullar

Ön test hızı	518 cm ³ /dk
Test hızı	1602 cm ³ /dk
Test sonrası hız	1602 cm ³ /dk
Hacim	2.000.000 mm ³
Trigger hacmi	20.000 mm ³
Kırma hassasiyeti	0,8 inch (suyun)

Bu analiz sonucunda hamurları şişirmek için uygulanan basınç (P: mm), hamurların uzama değerleri (L: mm), enerji (W: kJ) ve hamurları şişirmek için uygulanan basıncın uzama değerine oranı (P/L) parametreleri hesaplanmıştır.

3.2.4. Ekmek üretimi

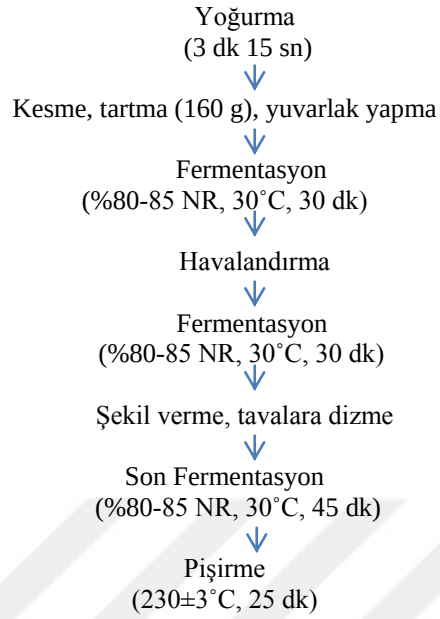
Ekmek yapma denemelerinde, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Teknolojisi Laboratuvarında, katkısız direkt hamur işlemini esas alan AACC-10/09 (1983) yöntemine göre doğrudan hamur yapma tekniğiyle ekmekler yapılmıştır. Ekmek üretiminde aşağıdaki formülasyon

kullanılmıştır. Örneklerin hazırlanmasında %14 rutubet esasına göre 1000 g un, %1,5 tuz, %3 pres maya ve farinograf absorpsiyonu kadar su kullanılmıştır.

Yoğurma işlemi, 1 kg un kapasiteli Stephan (UM 5) marka yoğurucuda yavaş (1500 d/dakika) ve hızlı devir kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık ve nispi nem kontrollü fermentörde fermentasyona tabi tutulan hamurlar; 'İşılay' marka, laboratuvar tipi, elektrikli ve döner tablalı fırında pişirilmiştir.

Hamur unsurları bir araya getirilip 3 dakika 15 saniyelik yoğurma işleminden sonra 160'ar gramlık parçalara ayrılarak yuvarlak yapılmıştır. %80-85 nispi nem ve 30°C sıcaklıkta 30 dakika fermentasyona tabi tutulduktan sonra fermentörden çıkarılan hamurlar 4 kez açılıp katlanarak havalandırılmış ve 30 dakika daha fermentörde bekletilmiştir. Toplam 60 dakikalık ilk fermentasyondan sonra hamurlara el ile şekil verme işlemi uygulanarak tavalara yerleştirilmiş ve %85 nispi rutubet ve 30°C sıcaklıkta proof yüksekliğine kadar (45 dakika) son fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyonu tamamlanan hamurlar $230\pm3^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki fırında 25 dk pişirilmiştir.

Piştirilen ekmekler, ekmek tabanının nemlenmemesi için amaca uygun tel ızgaralar üzerinde 1 saat soğutulduktan sonra polietilen torbalara yerleştirilip ağzları sıkıca bağlanarak ambalajlanmış (Karaoğlu 2002) ve analiz edilene kadar laboratuvar şartlarında bekletilmiştir. Ekmek yapımında kullanılan işlem basamakları Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Ekmek üretim şeması

3.2.4.a. Ekmekte Yapılan Analizler

1. Ekmekte Ağırlık ve Hacimin Belirlenmesi

Ekmeklerin ağırlık ve hacimleri, fırın çıkışından 1 saat sonra tespit edilmiştir (Karaoğlu 2002). Ekmek hacmi, kolza tohumuyla yer değiştirme esasına göre belirlenmiştir. Spesifik hacim, ölçülen hacim değerinin ağırlığa bölünmesi sureti ile elde edilmiştir (Elgün vd 2011).

Pişirildikten sonra 1 saat soğutulmuş olan ekmekler polietilen torbalar içine yerleştirilip, ağzları sıkıca bağlandıktan sonra ekmek içi sertliğinin ölçümü ve diğer analizler için oda şartlarında tutulmuştur (Ertugay 1992).

2. Ekmek İçi Renk Yoğunluğunun Ölçülmesi

Renk yoğunluğu ölçümleri Minolta Colorimetre cihazı ile 3 paralelli ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde L: açıklık-koyuluk, -a değeri yeşil, +a değeri kırmızı, -b değerleri mavi, +b sarı renk parametreleri hesaplanmıştır.

3. Ekmek İçi Tekstür Profil Analizi

Ekmek içi doku özelliklerinin belirlenmesi için Tekstür Analiz Cihazı (model TAXT.plus, Stable Micro System, England) 75 mm çaplı probu ile birlikte kullanılmak suretiyle analiz yürütülmüştür. Deneme planında belirtilen % oranlarına göre hazırlanan unlardan elde edilen ekmekler 1 saat soğutulduktan sonra polietilen torbalarda oda sıcaklığında değişik sürelerde (1, 3 ve 5 gün) muhafaza edilmiştir. Bu süreler sonunda ekmekler özel dilimleme kabında 2,5 cm kalınlığında kesilmiştir. Ardından düz bir zemin üzerinde ekmek içi merkezini tam ortalayacak şekilde 2,5×2,5×2,5 cm boyutunda küpler elde edilmiştir. Ölçülen parametreler sertlik, kohesivlik, yapışkanlık, elastikiyet ve çiğnenebilirliktir. Ekmek içi doku profil analizi metodunun yürütüldüğü koşullar Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Ekmek içinde yapılan doku profili analizinin yürütüldüğü koşullar

Test modu	TPA
Ön test hızı	2,00 mm/s
Test hızı	1,00 mm/s
Test sonrası hız	5,00 mm/s
Strain	% 50,00
Tetikleme gücü	10,00 g
Tetikleme uzaklığı	2,00 mm

Bu şartlar altında çizdirilen eğriden sertlik (hardness), kohesivlik (cohesiveness), yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet (resilience) ve çiğnenebilirlik (chewiness) parametreleri hesaplanmıştır.

Sertlik (hardness): Gıda maddesinin uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür. Başka bir ifadeyle katı gıda partiküllerin öğütücü dişler arasında ve yarı katı besinlerin damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür.

Kohesivlik (cohesiveness): Besinin parçalara ayrılabilmesi veya bütünlüğünün bozulabilmesi için gerekli olan kuvvettir.

Yapışkanlık (adhesiveness): Gıda yüzeyi ile gıdaların ilişkide olduğu dil, diş, damak gibi yüzeylerin arasındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gerekli olan güçtür.

Elastikiyet (resilience): Gıda maddesinde herhangi bir etkiden sonra oluşan şekil bozukluğunun etki kaldırıldığında kaybolmasıdır.

Çiğnenebilirlik (chewiness): Gıdanın yutmaya hazır duruma gelmesine kadar harcanan enerji, çiğneme süresi ve çiğneme sayısı ile ilgili bir özelliktir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Çiğnenme: sertlik×kohesivlik×esneklik işlemi sonucunda elde edilir.

3.2.5. İstatistiksel analizler

Analiz sonuçları SPSS 16.0.1 programı kullanılarak hesaplanmıştır. Kimyasal ve fiziksel hamur analizlerinin ortalamaları arasında fark olup olmadığı tek yönlü ANOVA metodu kullanılarak incelenmiştir. Ortalamalara aynı zamanda DUNCAN testi uygulanmış ve aynı ortalama değerlere sahip olan örnekler aynı harfle kodlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Farklı Tahıllardan Elde Edilen Malt Unları ile Katkılanmış Un Örneklerine Ait Zeleny Sedimentasyon, Bekletilmiş Zeleny Sedimentasyon, Yaş Öz, Kuru Öz, Gluten İndeksi Değerleri

Farklı malt unlarının, enzim aktivitesinin Falling Number cihazında 274 ± 3 olacak şekilde katılmasıyla elde edilen unlara ait Zeleny sedimentasyon, bekletilmiş Zeleny sedimentasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri Çizelge 4.1’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlara ait Zeleny sedimentasyon, bekletilmiş Zeleny sedimentasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	Bekletilmiş Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeksi (%)
Kontrol	33,50	37,50	32,99	11,01	89,73
Buğday Maltı	33,00	40,50	32,95	10,81	84,80
Arpa Maltı	33,00	39,00	33,27	11,11	88,59
Çavdar Maltı	32,50	38,50	32,58	10,62	90,76
Tririkale Maltı	34,25	40,00	30,12	10,75	95,45
Darı Maltı	34,25	39,00	32,73	10,57	86,48
Mısır Maltı	34,00	39,50	33,37	11,20	90,14
Yulaf Maltı	33,50	38,75	33,31	11,17	91,11
Çeltik Maltı	32,75	36,50	33,83	11,12	87,08
Ticari Enzim	33,00	46,00	34,35	10,80	86,35

Çizelge 4.2. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlara ait Zeleny sedimentasyon, bekletilmiş Zeleny sedimentasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	9	0,785	0,609
Bekletilmiş Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	9	13,013	8,897**
Yaş Öz (%)	9	2,520	0,824
Kuru Öz (%)	9	0,110	0,957
Gluten İndeksi (%)	9	19,082	3,493*

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unları, unun gluten indeksi değerinde önemli düzeyde (p<0,05), bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değerinde ise çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olurken yaş öz, kuru öz ve Zeleny sedimentasyon değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli derecede etkili olmamıştır.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının belirli oranlarda katılmasıyla elde edilen unlara ait Zeleny sedimentasyon, bekletilmiş Zeleny sedimentasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlara ait Zeleny sedimentasyon, bekletilmiş Zeleny sedimentasyon, yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	Bekletilmiş Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeksi (%)
Kontrol	2	33,50a	37,50cd	32,99a	11,01a	89,73bc
Buğday Maltı	2	33,00a	40,50b	32,95a	10,81a	84,80c
Arpa Maltı	2	33,00a	39,00bcd	33,27a	11,11a	88,59bc
Çavdar Maltı	2	32,50a	38,50bcd	32,58a	10,62a	90,76ab
Tririkale Maltı	2	34,25a	40,00bc	30,12a	10,75a	95,45a
Darı Maltı	2	34,25a	39,00bcd	32,73a	10,57a	86,48bc
Mısır Maltı	2	34,00a	39,50bc	33,37a	11,20a	90,14abc
Yulaf Maltı	2	33,50a	38,75bcd	33,31a	11,17a	91,11ab
Çeltik Maltı	2	32,75a	36,50d	33,83a	11,12a	87,08bc
Ticari Enzim	2	33,00a	46,00a	34,35a	10,80a	86,35bc

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değeri kontrol una kıyasla en yüksek 46 cm³ ile ticari enzim katkılı olan unda tespit edilirken en düşük bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değeri 36,5 cm³ ile çeltik maltlı unda saptanmıştır. Çeltik maltlı unda bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değerinin düşük olmasının nedeni çimlenmeyle birlikte proteaz aktivitesindeki artış olabilir. Arpa, çavdar, darı ve yulaf maltlı olan unlarda ise bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değerleri arasında istatistik olarak bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Zeleny sedimentasyon değeri istatistiki olarak önemsiz çıkmasına rağmen tritikale maltı, darı maltı ve mısır maltı ilave edilen unlarda daha yüksek tespit edilmişken çeltik maltlı unda Zeleny sedimentasyon değeri daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Zeleny ve bekletilmiş Zeleny sedimentasyon testi buğdayın protein miktarı ve kalitesi hakkında bilgi veren bir metottur. Zeleny sedimentasyon değeri 15'ten küçükse çok zayıf, 16-24 arası zayıf, 25-36 arası iyi, 36'nın üzeri ise çok iyi olarak değerlendirilir (Elgün vd 2011). Protein kalitesinin yüksek olup olmadığı unda yapılan sedimentasyon testi ile anlaşılmaktadır. Sedimentasyon değerinin yüksek bulunması kalitenin yüksek olduğunu gösterir ve böyle unlardan yapılan ekmeklerin hacimleri de yüksek olur (Ertugay 1982). Şahin vd (2013) ekmeklik buğdayda ekmek hacmi ve reolojik özellikler arasındaki ilişkileri incelemiş oldukları bir çalışmada Zeleny sedimentasyon değerinin 13-76 ml arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan Zeleny sedimentasyon değeri ile ekmek hacmi arasında önemli bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Gluten indeksi değeri en yüksek tritikale maltlı olan unda görülürken en düşük buğday maltlı unda görülmüş olup kontrol (katkısız), ticari enzim, arpa maltı, darı maltı ve çeltik maltı katkılı olan unlarda gluten indeksi değerleri istatistik olarak aynı çıksa da kontrol undan daha düşük gluten indeksine sahip oldukları tespit edilmiştir. Yaş öz ve kuru öz değerlerinin ise tüm katkılılarda istatistiki açıdan önemli bir etkisinin bulunmadığı görülmüştür ($p>0,05$) (Çizelge 4.3).

4.2. Un Örneklerine Ait Amilograf (Vizkozite Değeri, Pik Sıcaklığı, Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı ve jelatinizasyon sıcaklığı değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.4'te ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Vizkozite Değeri (BU)	Pik Sıcaklığı (°C)	Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı (°C)
Kontrol	957,50	80,25	61,25
Buğday Maltı	262,50	71,25	61,25
Arpa Maltı	312,50	72,50	60,50
Çavdar Maltı	322,50	72,50	61,50
Tririkale Maltı	305,00	71,50	61,75
Darı Maltı	417,50	73,50	61,25
Mısır Maltı	407,50	73,25	61,75
Yulaf Maltı	517,50	72,75	61,50
Çeltik Maltı	402,50	72,50	61,75
Ticari Enzim	322,50	73,25	60,25

Çizelge 4.5. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Vizkozite Değeri (BU)	9	81645,694	5024,00**
Pik Sıcaklığı (°C)	9	12,890	41,249**
Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı (°C)	9	0,540	2,275

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının vizkozite değeri (BU) ve pik sıcaklığı üzerinde çok önemli derecede ($p<0,01$) etkili olduğu görülürken jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı üzerinde ise istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı, jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait vizkozite değeri, pik sıcaklığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Vizkozite Değeri (BU)	Pik Sıcaklığı (°C)	Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı (°C)
Kontrol	2	957,50a	80,25a	61,25abc
Buğday Maltı	2	262,50g	71,25d	61,25abc
Arpa Maltı	2	312,50f	72,50bcd	60,50bc
Çavdar Maltı	2	322,50e	72,50bcd	61,50ab
Tririkale Maltı	2	305,00f	71,50cd	61,75a
Darı Maltı	2	417,50c	73,50b	61,25abc
Mısır Maltı	2	407,50d	73,25b	61,75a
Yulaf Maltı	2	517,50b	72,75bc	61,50ab
Çeltik Maltı	2	402,50d	72,50bcd	61,75a
Ticari Enzim	2	322,50e	73,25b	60,25c

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi vizkozite değeri en yüksek 957,5 (BU) ile kontrol unda tespit edilmişken en düşük vizkozite değeri 262,5 (BU) ile buğday maltı katkılı olan unda saptanmış olup kontrol una kıyasla tüm katkılı unlarda bu değer düşüğü gözlenmiştir. Pik sıcaklık (°C) değeri en yüksek 80,25°C ile kontrol unda tespit edilmişken en düşük pik sıcaklık değeri 71,25°C ile buğday maltı katkılı unda saptanmış olup kontrol una kıyasla bu değer tüm katkılı unlarda düşüğü arpa, çeltik ve çavdar maltı katkılı unlarda pik sıcaklık değerinin istatistiki olarak aynı olduğu görülmüştür. Jelatinizasyon başlangıç sıcaklık değeri ise 61,75°C ile en yüksek tritikale, mısır ve çeltik maltı katkılı unlarda tespit edilmişken en düşük jelatinizasyon başlangıç sıcaklık

değeri 60,25°C ile ticari enzim katkılı unda saptanmıştır. Kontrol un ile buğday maltı ve darı maltı katkılı olan unlarda jelatinizasyon başlangıç sıcaklık değerleri arasında istatistiki olarak bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

İyi bir unda kurve tepe noktasının 350-500 konsistens (BU) arasında olması istenir. 350 konsistens (BU) altına düşerse ekmek içi fazla nemli, mat renkli olacağı için arzu edilmez. Malt unlarının amilolitik aktivitesi yüksek olduğu için malt katkılı unlarda kurve tepe noktası aşağıya düşmektedir (Elgün vd 2011).

Rojas *et al.* (1999)'nin birkaç hidrokolloidin buğday ununun çirilenme özellikleri ve jelleşme davranışına etkisini araştırmış oldukları çalışmada HPMC (hidroksipropilmetilselüloz)'nin buğday ununa %0,5 ve %1 oranında eklenmesi ile çirilenme sıcaklığını 66,8°C den sırasıyla 67,3°C ve 67,4°C'ye arttırmış, %0,5 ve %1 oranında pektin eklenmiş olanda çirilenme sıcaklığını sırasıyla 66,9°C ve 67,6°C'ye arttırmış, aljinat eklenmiş olanda ise kontrole göre 2,5°C çirilenme sıcaklığını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca buğday ununa %0,5 ve %1 oranında HPMC (hidroksipropilmetilselüloz) ve pektin eklenmesinin maksimum viskoziteyi düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Mohammed *et al.* (2014)'nin buğday ununa %10, %20, %30 oranlarında nohut unu ilavesinin buğday çirilenme özellikleri ve ekmek yapma kalitesine etkisini inceledikleri çalışmada nohut ilavesinin çirilenme sıcaklığını arttırdığı, pik vizkozite değeri ve pik sıcaklığını düşürdüğü belirtmişlerdir.

Charoenthaikij *et al.* (2012)'e göre Hayakawa *et al.* (2004)'nin yaptıkları çalışmada pik vizkozitesinin waxy buğday ununda waxy olmayan buğday unundan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

4.3. Un Örneklerine Ait Farinograf (Su Kaldırma Kapasitesi, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi, Yoğurma Toleransı, Yumuşama Derecesi) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı (MTI) ve yumuşama derecesi değerleri ortalamaları Çizelge 4.7’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı (MTI) ve yumuşama derecesi değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Su Kaldırma Kapasitesi (%)	Gelişme Süresi (dk)	Hamur Stabilitesi (dk)	MTI (FU)	Yumuşama Derecesi (FU)
Kontrol	59,40	2,45	9,45	18,50	68,50
Buğday Maltı	61,20	4,25	10,45	10,50	68,50
Arpa Maltı	58,95	2,55	7,15	41,50	87,50
Çavdar Maltı	59,95	2,25	11,15	8,50	50,50
Tririkale Maltı	59,65	2,45	8,55	14,50	61,50
Darı Maltı	60,10	1,35	5,65	26,50	85,50
Mısır Maltı	60,15	2,25	6,55	34,50	76,50
Yulaf Maltı	59,90	5,55	8,15	39,50	118,50
Çeltik Maltı	60,35	2,25	8,55	15,50	68,50
Ticari Enzim	60,05	2,15	8,15	24,50	78,50

Çizelge 4.8. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı ve yumuşama derecesi değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Su Kaldırma Kapasitesi	9	0,708	41,647**
Gelişme Süresi	9	2,973	594,667**
Hamur Stabilitesi	9	5,685	1137,00**
Yoğurma Toleransı (MTI)	9	283,311	566,622**
Yumuşama Derecesi	9	680,644	1361,00**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı (MTI) ve yumuşama derecesi değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli derecede ($p<0,01$) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gelişme süresi, yoğurma toleransı (MTI) ve yumuşama derecesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gelişme süresi, yoğurma toleransı (MTI) ve yumuşama derecesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Gelişme Süresi (dk)	MTI (FU)	Yumuşama Derecesi (FU)
Kontrol	2	2,45c	18,50f	68,50f
Buğday Maltı	2	4,25b	10,50h	68,50f
Arpa Maltı	2	2,55c	41,50a	87,50b
Çavdar Maltı	2	2,25d	8,50ı	50,50h
Tririkale Maltı	2	2,45c	14,50g	61,50g
Darı Maltı	2	1,35e	26,50d	85,5c
Mısır Maltı	2	2,25d	34,50c	76,50e
Yulaf Maltı	2	5,55a	39,50b	118,50a
Çeltik Maltı	2	2,25d	15,50g	68,50f
Ticari Enzim	2	2,15d	24,50e	78,50d

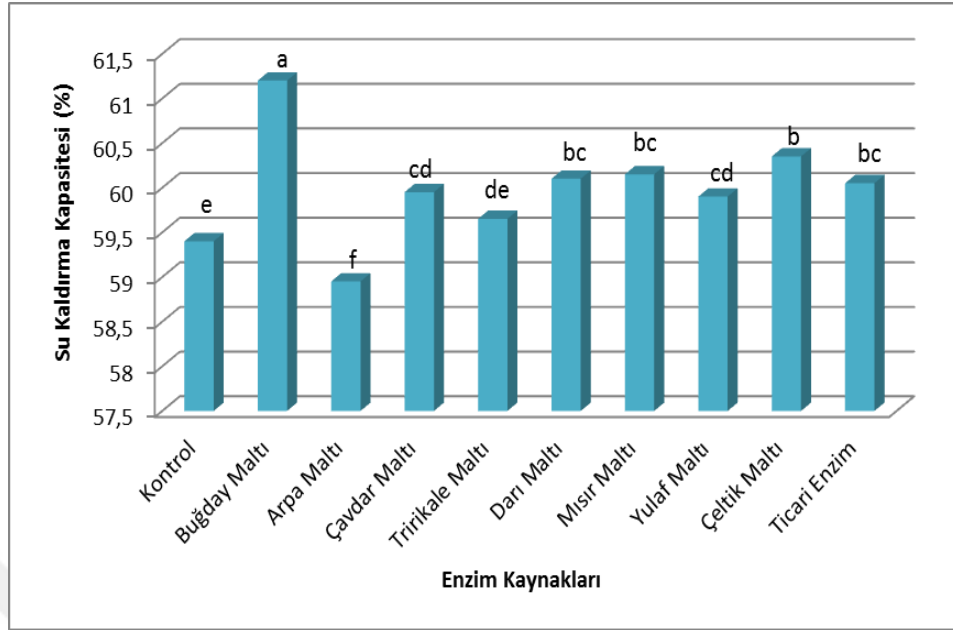
Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi farinograf değerlerinden gelişme süresi değeri en yüksek 5,55 dk ile yulaf maltı katkılı unda tespit edilirken en düşük gelişme süresi 1,35 dk ile darı maltı katkılı unda saptanmıştır. Ticari enzim, çavdar, mısır ve çeltik katkılı olan unlarda gelişme süresi değerinde istatistiki olarak bir fark bulunamamış ($p>0,05$) olup kontrolle kıyaslandığında daha düşük gelişme süresine sahip oldukları görülmüştür.

Gelişme süresinin uzun olması gluten miktarının fazla ve kalitesinin de yüksek olmasının bir göstergesi olup (Köten 2005 ve Aydoğan vd 2012) aynı zamanda hamur

mukavemetinin de yüksek olduğunu gösterir (Şahin vd 2013). Ayrıca gelişme süresinin uzun olması özün geç kabarcığını dolayısıyla yoğurma süresinin uzun olacağını göstermektedir (Aydoğan vd 2012) ve bu durum fırıncılar tarafından istenen bir özelliktir (Şahin vd 2013). Gelişme süresinin düşük olmasının ise ekmek hacminin düşmesine, gözenek yapısının bozulmasına sebep olacağı belirtilmiştir (Aydoğan vd 2012).

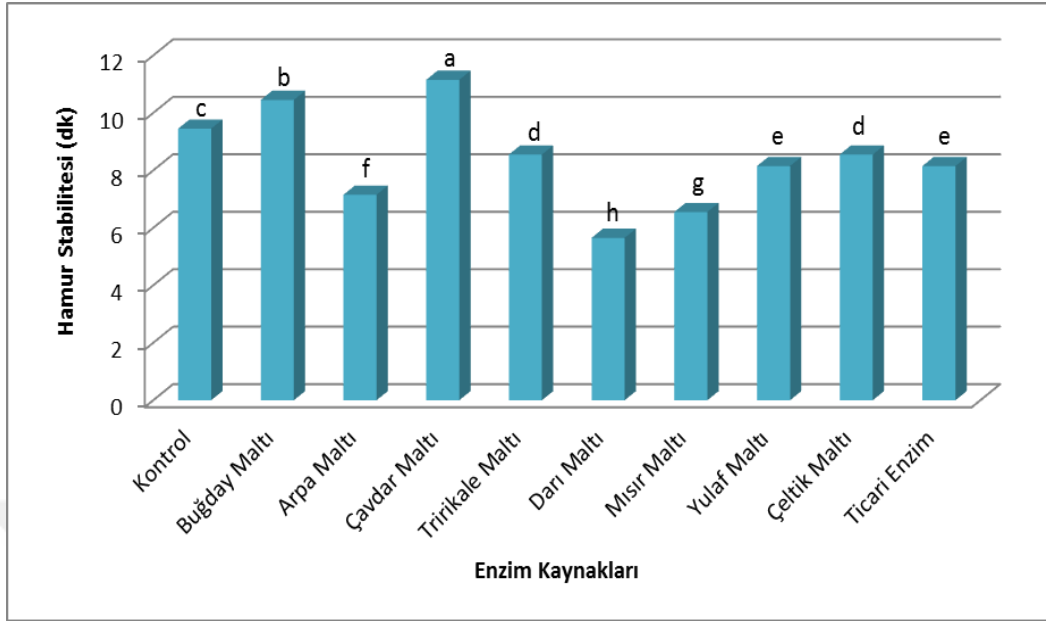
Yoğurma toleransı (MTI) değeri en yüksek 41,5 (FU) ile arpa maltı katkılı olan unda tespit edilmişken en düşük yoğurma toleransı (MTI) değeri 8,5 (FU) ile çavdar maltı katkılı olan unda saptanmıştır. Çavdar maltı, buğday maltı, çeltik maltı ve tritikale maltı katkılı unların yoğurma toleransı (MTI) değerinin kontrol una göre daha düşük olduğu tespit edilirken darı maltı, mısır maltı, yulaf maltı, arpa maltı ve ticari enzim katkılı olan unların yoğurma toleransı (MTI) değerinin kontrol undan daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Bir diğer farinograf değeri olan yumuşama derecesinin ise Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi en yüksek 118,5 (FU) ile yulaf maltı katkılı olan unda tespit edilmişken en düşük yumuşama derecesi değeri ise 50,5 (FU) ile çavdar maltı katkılı olan unlarda saptanmış olup bu değer açısından kontrol, buğday ve çeltik maltı katkılı unlarda istatistiksel olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Köten (2005)’e göre yumuşama derecesi de kalite ile ilgili bir un özelliğidir. Yüksek yumuşama derecesine sahip unlarda fermentasyon süresi kısa tutulmalı ve hamur kısa sürede işlenmelidir. Aksi halde hamur çok çabuk yumuşar ve kıvamını kaybetme eğilimi gösterir. Yumuşama derecesinin fazlalığı hamurun işlemeye uygun olmadığını, fermentasyon toleransının düşük olduğunu gösterir (Elgün vd 2011). Kaliteli ekmeklik buğdaylarda yumuşama derecesinin düşük olması istenmektedir (Aydoğan vd 2012). Ayrıca Yılmazaslan (2008)’e göre yapılan araştırmalar sonucunda yumuşama derecesinin 120-140 BU’nun altında olması gerektiğini belirtmiştir.



Şekil 4.1. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait su kaldırma kapasitelerindeki (%) değişim

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi farinograf değerlerinden su kaldırma kapasitesi en yüksek %61,2 ile buğday maltı katkılı olan unda tespit edilmişken en düşük su kaldırma kapasitesi %58,95 ile arpa maltı katkılı olan unda saptanmıştır. Kontrol unla kıyaslandığında arpa maltı katkılı olan un hariç diğer tüm katkılı olan unlarda su kaldırma kapasitesi değerinin yüksek olduğu görülmüştür. Genellikle su kaldırma miktarının yüksek olması istenen bir özelliktir (Aydoğan vd 2012; Şahin vd 2013). Unun su kaldırma miktarı, ekmek yapmada önemli bir kalite kriteridir (Aydoğan vd 2012). Polat (2007)’nin buğday ununa balkabağı tozu ilavesinin unun ekmeklik kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada bal kabağı tozunun oranının %1-2 arasında olduğunda su kaldırma oranında önemli bir değişikliğin gözlenmediği ancak bal kabağı tozu oranının %3 ve %4 olduğunda su kaldırma değerinin kontrole göre arttığı belirtilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamur stabiliteindeki değişim

Hamur stabilitesi değeri en yüksek 11,15 dk ile çavdar maltı katkılı olan unda tespit edilmişken en düşük hamur stabilitesi değeri 5,65 dk ile darı maltı katkılı olan unda saptanmıştır. Kontrol un ile kıyaslandığında buğday ve çavdar maltı katkılı unlarda hamur stabilitesi yüksek çıkmışken diğer malt katkılı unlarda daha düşük çıkmıştır (Şekil 4.2). Köten (2005)'e göre Çoşkuner (2003), stabilite süresinin hamurun işlemeye karşı dayanıklılığının bir göstergesi olarak değerlendirildiğini, stabilite süresi ne kadar uzun ise ekmeklik kalitesinin de o ölçüde iyi olacağını belirtmiştir.

Polat (2007) tarafından yapılan çalışmada; buğday ununa % 0, 1, 2, 3 ve 4 oranlarında balkabağı tozu (BKT) ilavesinin ekmek yapımına etkisi incelenmiştir. Farinograf denemelerinde BKT katkısı hamurun su kaldırma kapasitesini ve gelişme süresini önemli derecede etkilememiş, yoğurma tolerans indeksinde azalma, yumuşama derecesi değerlerinde artış gözlenmiş olduğunu rapor etmiştir.

Un örneklerinin gelişme süresi ve hamur stabilitesi değerinin yüksek, MTI (yoğurma toleransı) ve yumuşama derecesi değerinin düşük olması ekmeklik kalitesinin iyi olduğunu gösterir (Elgün vd 2011).

Farinograftan elde edilen bulgulara göre kontrole kıyasla una buğday maltı ilavesi stabiliteyi ve gelişme süresini arttırmış, yoğurma toleransını (MTI) azaltmış; çavdar maltı ilavesi stabiliteyi arttırmış, yoğurma toleransını (MTI) ve yumuşama derecesini azaltmış olduğundan buğday ve çavdar maltı katkıları işlemeye daha uygun hamur elde edilmesini sağlamaktadır.

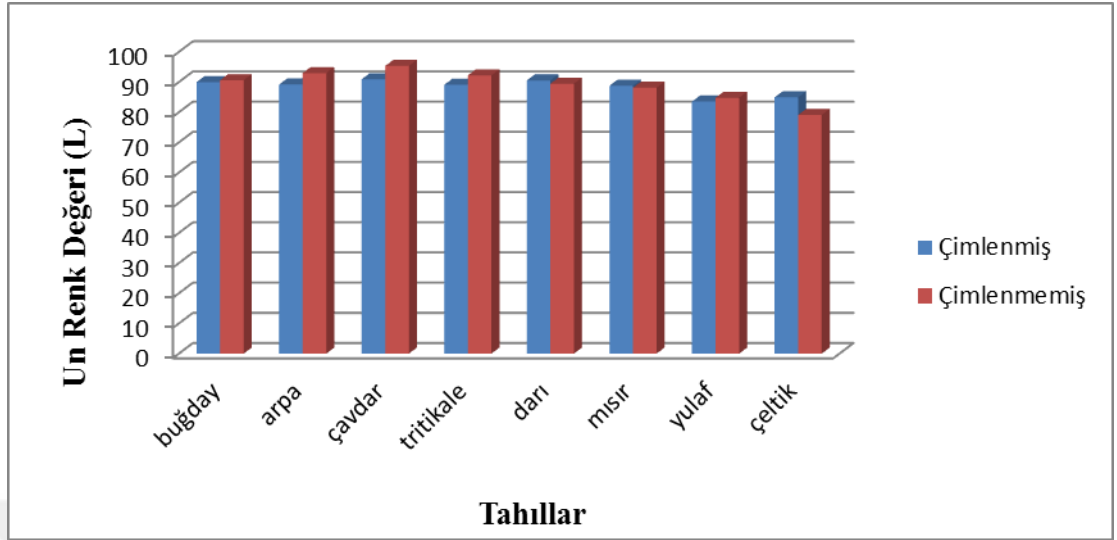
4.4. Un Örneklerine Ait (L, a, b) Renk Değerleri

Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait L renk değerleri ortalamaları Çizelge 4.10'da, a renk değerleri ortalamaları Çizelge 4.11'de ve b renk değerleri ortalamaları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait L renk değerleri ortalamaları

L Renk Değeri		
Taneler	Çimlenmiş	Çimlenmemiş
Buğday	90,00	90,64
Arpa	89,19	92,99
Çavdar	90,94	95,35
Tritikale	89,09	92,22
Darı	90,55	89,47
Mısır	88,78	88,11
Yulaf	83,54	84,80
Çeltik	84,93	79,10

Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait L renk değerleri Şekil 4.3'te verilmiştir.



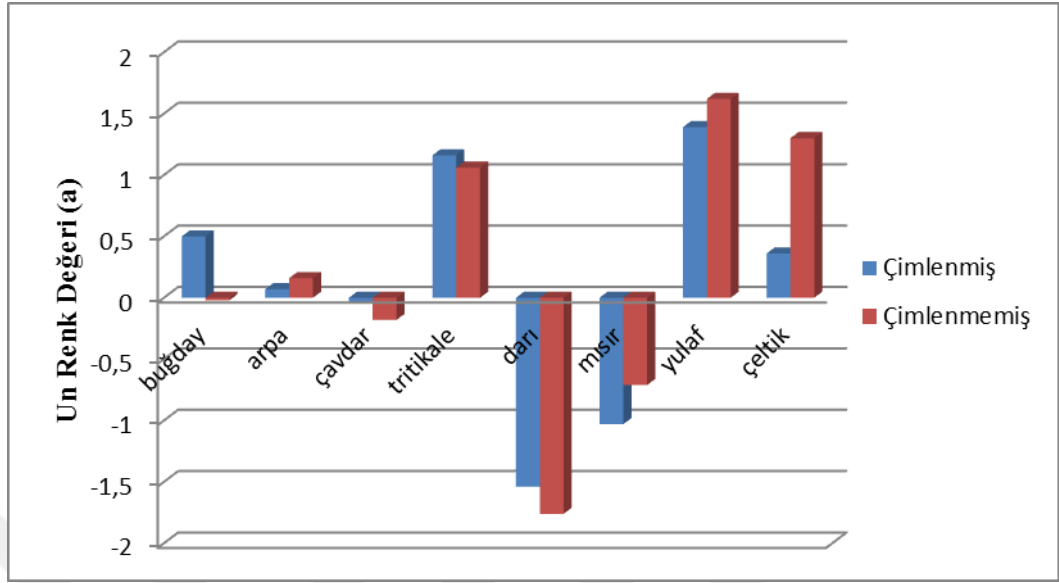
Şekil 4.3. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait L renk değerleri

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu L renk değerlerinde çimlenmeyle birlikte arpa, çavdar, buğday, yulaf ve tritikale de azalma görüldüğü, darı, mısır ve çeltikte ise artış görüldüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait a renk değerleri ortalamaları

a Renk Değerleri		
Taneler	Çimlenmiş	Çimlenmemiş
Buğday	0,50	-0,02
Arpa	0,07	0,16
Çavdar	-0,05	-0,18
Tritikale	1,16	1,06
Darı	-1,54	-1,76
Mısır	-1,03	-0,71
Yulaf	1,39	1,62
Çeltik	0,36	1,30

Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait a renk değerleri Şekil 4.4'te verilmiştir.



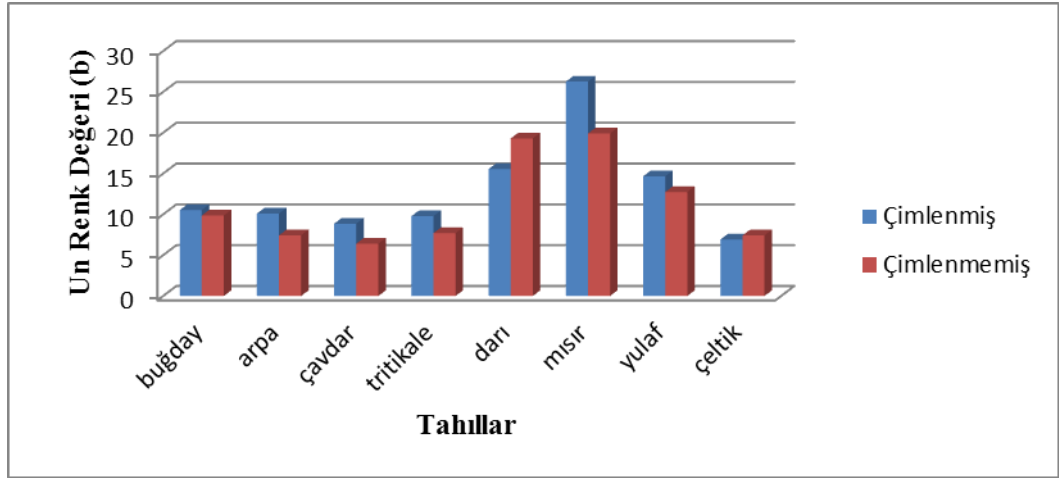
Şekil 4.4. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait a renk değerleri

Çimlenme ile birlikte darı ve çavdar tanesinde yeşil renk değerinde azalma görülürken mısır tanesinde ise artış gözlenmiştir. Tritikale, buğday tanelerinde çimlenmeyle birlikte kırmızı renk değerinde artış tespit edilmişken yulaf ve çeltik tanelerinde çimlenmeyle birlikte kırmızı renk değerinde azalma olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.12. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait b renk değerleri ortalamaları

b Renk Değerleri		
Taneler	Çimlenmiş	Çimlenmemiş
Buğday	10,52	9,86
Arpa	10,1	7,43
Çavdar	8,86	6,42
Tritikale	9,78	7,7
Darı	15,56	19,3
Mısır	26,26	19,91
Yulaf	14,66	12,74
Çeltik	6,92	7,42

Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu örneklerine ait b renk değerleri Şekil 4.5'te verilmiştir.

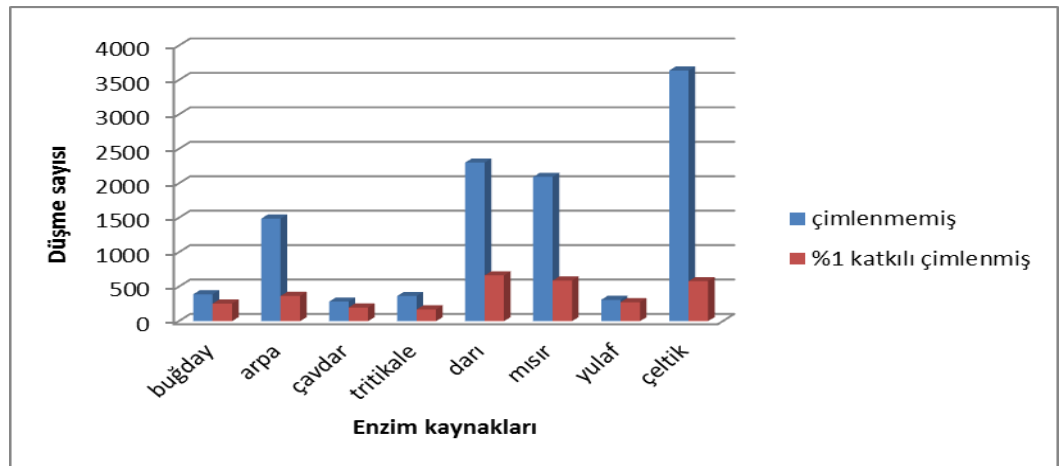


Şekil 4.5. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait b renk değerleri

Şekil 4.5'te görüldüğü gibi çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unu b renk değerlerinde çimlenmeyle birlikte darı unu ve çeltik unu hariç diğer tahıl unlarında artış olduğu saptanmıştır. Çimlenme ile genel olarak tahılların sarı renk değerinde artış olduğu söylenebilir.

4.5. Un Örneklerine Ait Düşme Sayısı Değerleri

Çimlenmiş ve çimlenmemiş tanelerden elde edilmiş unlara ait düşme sayısı değerleri Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Çimlenmiş ve çimlenmemiş tahıl unlarına ait düşme sayısı değerleri

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi çimlenme işlemi ile tahıl unlarının düşme sayısı değerinde azalma olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak çimlenme işlemi ile amilaz aktivitesindeki artış gösterilebilir.

4.6. Hamur Gaz Tutma (Gaz Tutma Gücü, Maksimum Hamur Yüksekliği, Eğim, Gazın Kaçmaya Başladığı Yükseklik) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gaz tutma gücü, maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerleri ortalamaları Çizelge 4.13’te ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gaz tutma gücü, maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Gaz Tutma Gücü (mm·dk)	Maksimum Hamur Yüksekliği (mm)	Eğim (mm/dk)	Gazın Kaçmaya Başladığı Yükseklik (mm)
Kontrol	1543,00	72,71	1,62	43,53
Buğday Maltı	1481,30	68,50	1,53	50,17
Arpa Maltı	1502,30	71,01	1,58	50,13
Çavdar Maltı	1437,70	65,00	1,45	43,36
Tririkale Maltı	1450,80	66,60	1,48	48,80
Darı Maltı	1384,80	63,88	1,42	50,60
Mısır Maltı	1513,20	77,16	1,72	K.Y.
Yulaf Maltı	1601,50	70,47	1,57	52,95
Çeltik Maltı	1602,80	76,78	1,71	K.Y.
Ticari Enzim	1364,10	62,08	1,38	K.Y.

K.Y.: Kaçış Yok (Belirtilen analiz şartlarında hamurda çökme olmadığını ifade eder.)

Çizelge 4.14. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gaz tutma gücü, maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Gaz Tutma Gücü (mm·dk)	9	13311,361	2,511
Maksimum Hamur Yüksekliği (mm)	9	53,673	2,047
Eğim (mm/dk)	9	0,026	2,011
Gazın Kaçmaya Başladığı Yükseklik (mm)	9	1115,856	155,303**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının gazın kaçmaya başladığı yükseklik değeri üzerinde istatistiki olarak çok önemli derecede (p<0,01) etkili olduğu görülmüş olup gaz tutma gücü, maksimum hamur yüksekliği ve eğim değerlerinde ise önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’te verilmiştir.

Çizelge 4.15’te görüldüğü gibi maksimum hamur yüksekliği değeri 77,16 mm ile en yüksek mısır maltı katkılı olan hamurda tespit edilmişken en düşük maksimum hamur yüksekliği değeri 62,08 mm ile ticari enzim katkılı olan hamurda görülmüş olup buğday, arpa, çavdar, tritikale ve yulaf maltı katkılı olan hamurlar ile kontrol unlu hamur arasında maksimum hamur yüksekliği değerleri arasında istatistiki olarak bir fark görülmemesine rağmen kontrol unlu hamurdan daha düşük maksimum hamur yüksekliğine neden oldukları tespit edilmiştir.

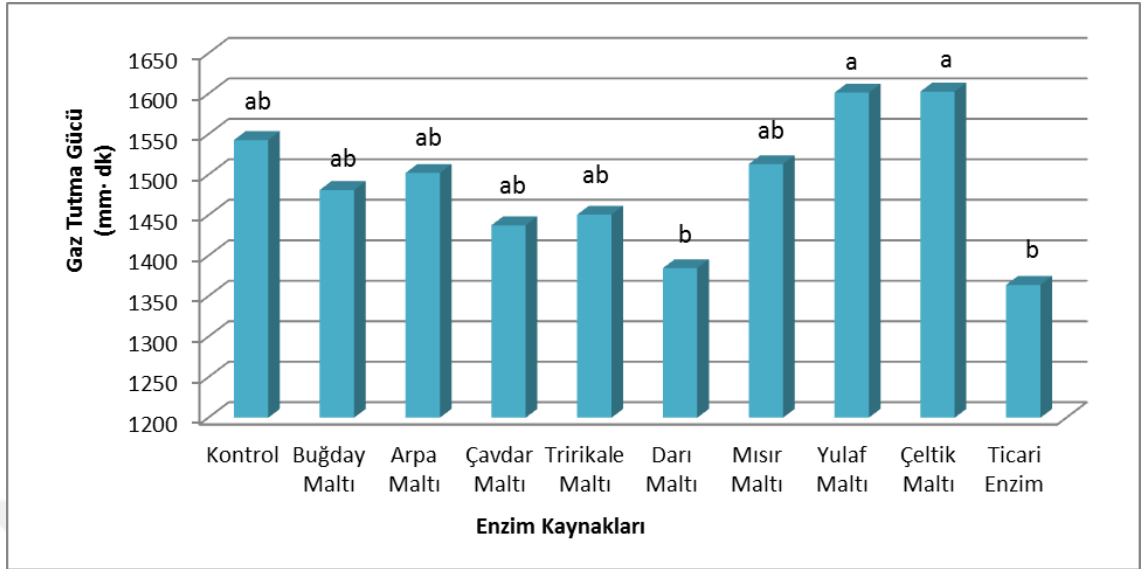
Çizelge 4.15. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum hamur yüksekliği, eğim ve gazın kaçmaya başladığı yükseklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Maksimum Hamur Yüksekliği (mm)	Eğim (mm/dk)	Gazın Kaçmaya Başladığı Yükseklik (mm)
Kontrol	2	72,71ab	1,62ab	43,53b
Buğday Maltı	2	68,50ab	1,53ab	50,17a
Arpa Maltı	2	71,01ab	1,58ab	50,13a
Çavdar Maltı	2	65,00ab	1,45ab	43,36b
Tririkale Maltı	2	66,60ab	1,48ab	48,80ab
Darı Maltı	2	63,88b	1,42b	50,60a
Mısır Maltı	2	77,16a	1,72a	K.Y.
Yulaf Maltı	2	70,47ab	1,57ab	52,95a
Çeltik Maltı	2	76,78a	1,71a	K.Y.
Ticari Enzim	2	62,08b	1,38b	K.Y.

KY: Kaçış Yok (Belirtilen analiz şartlarında hamurda çökme olmadığını ifade eder.)

Eğim değeri Çizelge 4.15'te görüldüğü gibi en yüksek 1,72 mm/dk ile mısır maltı katkılı olan hamurda tespit edilmişken en düşük eğim değeri 1,38 mm/dk ile ticari enzim katkılı olan hamurda görülmüştür. Buğday, arpa, çavdar, tritikale ve yulaf maltı katkılı olan hamurlarda eğim değerleri açısından istatistiki bir fark bulunamamış ($p>0,05$) olup kontrol ile aynı bulunmuştur.

Gazın kaçmaya başladığı yükseklik değeri ise en yüksek 52,95 mm ile yulaf maltı katkılı olan hamurda tespit edilmişken en düşük gazın kaçmaya başladığı yükseklik değeri 43,36 mm ile çavdar maltı katkılı olan hamurda görülmüştür (Çizelge 4.15).



Şekil 4.7. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait gaz tutma gücü değerindeki değişim

Şekil 4.7’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlarda; gaz tutma gücü değeri en yüksek 1602,8 mm·dk ile çeltik maltı katkılı olan hamurda tespit edilmişken en düşük gaz tutma gücü değeri 1364,1 mm·dk ile ticari enzim katkılı olan hamurda saptanmıştır. Gaz tutma gücü değeri açısından çeltik ve yulaf maltı katkılı olan hamurlarda; ticari enzim ve darı maltı katkılı olan hamurlarda istatistiki olarak bir fark görülmemiştir. Buğday, arpa, çavdar, tritikale ve mısır maltı katkılı olan hamurların gaz tutma güçleri arasında istatistiki açıdan bir fark çıkmamış olup kontrol unlu (katkısız) hamur ile aynı çıkmıştır.

Huang *et al.* (2008)’nin yaptıkları çalışmada reofermentometre kullanılarak elde edilen parametreler (maksimum hamur yüksekliği, maksimum gazın kaçma yüksekliği ve CO₂ üretimi) arasında ekmek spesifik hacmi ile maksimum hamur yüksekliği arasındaki korelasyonun daha önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Malt unu hamurların reolojik özelliklerini iyileştirmek ve fermentasyon ortamında mayalara substrat oluşturmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekmeklik unlara malt unu ilavesinin hamur viskozitesini, fermentasyon da gaz üretim kapasitesini, ekmek hacmini, rengini ve tekstürünü geliştirdiği belirtilmektedir (Boz 2008).

4.7. Hamur Uzayabilirlik (Maksimum Direnç, Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç, uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.16’da ve bu değerlere ait varyans analizleri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç, uzama kabiliyeti, hamur enerjisi değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Maksimum Direnç (g)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Hamur Enerjisi (g·s)
Kontrol	56,66	29,70	365,30
Buğday Maltı	40,41	34,48	318,70
Arpa Maltı	48,63	29,67	329,20
Çavdar Maltı	36,17	37,81	337,53
Tririkale Maltı	44,75	36,79	375,50
Darı Maltı	30,54	42,35	309,21
Mısır Maltı	30,29	48,03	350,84
Yulaf Maltı	29,31	46,87	344,28
Çeltik Maltı	40,10	34,03	337,24
Ticari Enzim	32,52	36,66	293,92

Çizelge 4.17. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç, uzama kabiliyeti, hamur enerjisi değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Maksimum Direnç (g)	9	244,038	382,238**
Uzama Kabiliyeti (mm)	9	122,245	58,605**
Hamur Enerjisi (g·s)	9	1848,388	10,675**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının maksimum direnç, uzama kabiliyeti, hamur enerjisi değerlerinin tümü üzerinde istatistiksel olarak çok önemli derecede ($p<0,01$) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç ve hamur enerjisi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

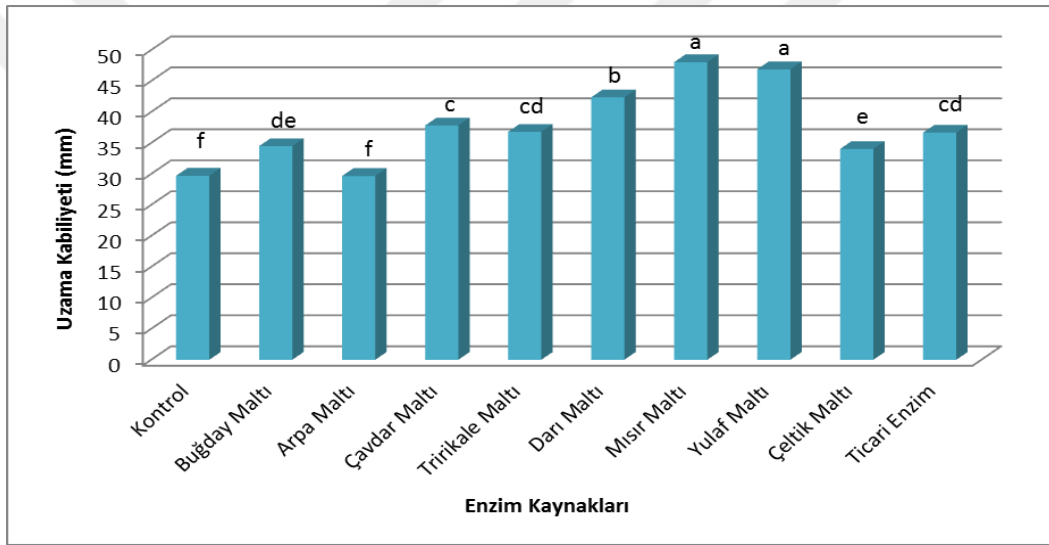
Çizelge 4.18. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait maksimum direnç ve hamur enerjisi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Maksimum Direnç (g)	Hamur Enerjisi (g·s)
Kontrol	3	56,66a	365,30ab
Buğday Maltı	3	40,41d	318,70de
Arpa Maltı	3	48,63b	329,20cde
Çavdar Maltı	3	36,17e	337,53cd
Tririkale Maltı	3	44,75c	375,50a
Darı Maltı	3	30,54g	309,21ef
Mısır Maltı	3	30,29g	350,84bc
Yulaf Maltı	3	29,31g	344,28bc
Çeltik Maltı	3	40,10d	337,24cd
Ticari Enzim	3	32,52f	293,92f

Çizelge 4.18’de görüldüğü üzere maksimum direnç değeri kontrole kıyasla tüm enzim katkılı olan hamurlarda düşmüştür. En yüksek maksimum direnç değeri 56,66 g ile kontrol unda tespit edilmişken en düşük maksimum direnç değeri 29,31 g ile yulaf maltı katkılı olan hamurda saptanmış olup mısır, yulaf ve darı maltı katkılı hamurlarda istatistiki açıdan bir fark gözlenmemiştir. Dolayısıyla buğday ununa malt ilavesinin hamurların maksimum direnç değerini düşürdüğü gözlenmiştir.

Hamur enerjisi değeri kontrole kıyasla tritikale maltı katkılı olan hamur hariç diğerlerinde düşmüştür. En yüksek hamur enerjisi değeri 375,5 g·s ile tritikale maltı

katkılı hamurda tespit edilmişken en düşük hamur enerjisi değeri 293,92 g's ile ticari enzim katkılı hamurda saptanmıştır (Çizelge 4.18). Enerji, hamurun işlemeye karşı mukavemeti ve işlenebilirlik derecesinin göstergesi olup bu değerin yüksek olması; hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermentasyon toleransının yüksek olduğunu göstermekte ve bu hamurlardan yapılan ekmeklerin hacminin de yüksek olduğu ifade edilmektedir (Elgün vd 2011). Dolayısıyla enerji değerinin yüksek olması unun gluten içeriği ve protein kalitesiyle de yakından ilişkili olmaktadır (Köten 2005). Düşük enerjili hamurların ise kısa sürede işlenmesinin gerektiği belirtilmiştir (Elgün vd 2011).



Şekil 4.8. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait uzama kabiliyeti değerlerindeki değişim

Uzama kabiliyeti değeri açısından arpa maltı katkılı ile kontrol arasında istatistiki olarak bir fark tespit edilmemesine rağmen kontrolden daha düşük olduğu, diğer enzim katkılı olan hamurlarda ise kontrol una kıyasla artış olduğu görülmüştür. En yüksek uzama kabiliyeti değeri 48,03 mm ile mısır maltı katkılı hamurda tespit edilmiş olup yulaf maltı katkılı hamur ile mısır maltı katkılı hamur arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir. En düşük uzama kabiliyeti değeri ise 29,67 mm ile arpa maltı katkılı hamurda saptanmıştır. Buğday ununa farklı tahıl maltlarının ilavesi (arpa maltı hariç) genel olarak hamurların uzama kabiliyetinde bir artışa neden olduğu görülmüştür (Şekil 4.8).

Polat (2007)'nin buğday ununa %0, 1, 2, 3 ve 4 oranlarında balkabağı tozu (BKT) ilavesinin ekmek yapımına etkisini incelediği çalışmada hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç, hamur enerjisi değerlerinde balkabağı tozu yüzdesi arttıkça artış olduğu, uzama kabiliyetinde ise azalma olduğunu belirtmiştir.

Boz (2008)'in yaptığı çalışmada buğday ununa malt ilavesinin hamurların uzama kabiliyetini yaklaşık 3 mm arttırdığını, maksimum direncini 130 BU azalttığını, hamur enerjisinde 10 cm²'lik bir azalma meydana getirdiğini belirtmiştir.

Köten (2005)'in yapmış olduğu çalışmada buğday ununa durum buğday unu, DATEM (monoglisidlerin diasetil tartarik asit esterleri) ve L-askorbik asit (C vitamini) katkılarının kullanılmasıyla elde edilen hamurların uzamaya karşı direncinin önemli ölçüde arttığını, örneklerin uzamaya karşı maksimum direnç değerlerinde L-Askorbik asit katkısı hariç durum buğday unu ve DATEM katkılarında kontrole göre düzenli bir artış olduğunu belirtmiştir.

Köten (2005)'e göre Rasper and Preston (1991), hamurun uzamaya karşı dirençli olmasının unun gluteninin kuvvetli olduğunun göstergesi olup hamurun dayanma derecesini ifade ettiğini ve gluten miktar ve kalitesiyle ilgili olduğunu belirtmiştir.

Ekmeklik kalitesi iyi olan unların farinograf ve ekstensografa yüksek elastikiyet ve direnç gösteren unlar olduğu, bu tür unların kurvelerde oluşturdukları geniş alanla karakterize edildikleri ifade edilmektedir (Boz 2008).

Buğday ununa çeşitli malt unları ilave edimesiyle hamurların uzama kabiliyetinde genel olarak bir artış olduğu, maksimum direnç değerinde kontrole göre azalma olduğu ve hamur enerjisi değerinde de tritikale maltı ilavesi hariç azalma olduğu tespit edilmiştir.

4.8. Hamur Şişirme Analizi (Dobraszczyk / Roberts Dough İnflation System) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamurları şişirmek için uygulanan basınç (P:mm) değerine ait ortalamalar Çizelge 4.19’da ve bu değere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamurları şişirmek için uygulanan basınç (P:mm) değeri ortalamaları

Enzim Kaynakları	P (mm)
Kontrol	246,30
Buğday Maltı	368,86
Arpa Maltı	220,81
Çavdar Maltı	299,94
Tririkale Maltı	331,78
Darı Maltı	148,48
Mısır Maltı	160,59
Yulaf Maltı	107,58
Çeltik Maltı	312,50
Ticari Enzim	135,79

Çizelge 4.20. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamurları şişirmek için uygulanan basınç (P) değerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
P (mm)	9	17090,753	23,064**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.20’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının basınç değeri üzerinde istatistiki olarak çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait basınç değeri ortalamasının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait basınç değeri (P:mm) ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim kaynakları	n	P (mm)
Kontrol	2	246,30d
Buğday Maltı	2	368,86a
Arpa Maltı	2	220,81de
Çavdar Maltı	2	299,94bc
Tririkale Maltı	2	331,78ab
Darı Maltı	2	148,48f
Mısır Maltı	2	160,59ef
Yulaf Maltı	2	107,58f
Çeltik Maltı	2	312,50ab
Ticari Enzim	2	135,79f

Çizelge 4.21’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlarda en yüksek basınç değeri 368,86 mm ile buğday maltı katkılı hamurda tespit edilmişken en düşük basınç değeri 107,58 mm ile yulaf maltı katkılı olan hamurda saptanmıştır.

Şen (2013) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa %5, %7.5 ve %10 oranlarında üzüm, nar, kuşburnu çekirdek unları katkılarının ekmek hamuru reolojisi ve ekmek kalitesine etkisini incelemiştir. Hamur şişirme değerlerinden basınç değerinin en yüksek üzüm çekirdeği ununun %5 ve %10 oranı katkılı olanda (269,60 mm ve 24,33 mm) görüldüğünü ve çekirdek unlarının farklı oranlarda (%5, %7.5, %10) kullanıldığı örneklerde basınç değerinin artış gösterdiği belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak çekirdek unu ilavesi ile selüloz ve hemisellüloz gibi nişasta haricindeki polisakkaritlerin ortamdaki su için gluten proteinleri ile yarışa girmesiyle beraber hamurda daha sıkı ve sert bir yapı oluşturduğu ve bu yüzden basınç değerinin artmış olabileceği belirtilmiştir.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait hamurların uzama değerleri (L:mm), enerji değerleri (W: kJ) ve

hamurları şişirmek için uygulanan basınç/hamur uzama değeri (P/L) ortalamaları Çizelge 4.22’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait L, W, P/L değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	L (mm)	W (kJ)	P/L
Kontrol	31,88	1437,2	7,89
Buğday Maltı	19,93	1598,0	18,62
Arpa Maltı	27,23	1447,3	8,49
Çavdar Maltı	15,06	997,6	20,07
Tririkale Maltı	19,90	1309,6	16,82
Darı Maltı	22,35	1207,0	11,51
Mısır Maltı	21,22	1441,2	7,56
Yulaf Maltı	-	-	-
Çeltik Maltı	14,10	1118,8	162,17
Ticari Enzim	27,36	1413,2	5,03

Çizelge 4.23. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait L, W, P/L değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
L (mm)	8	68,357	11,185**
W (kJ)	8	7175,46	27,837**
P/L	8	5068,618	9,794**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.23’te görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının (yulaf maltı katkılı hariç) L, W, P/L değerleri üzerinde istatistiki olarak çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait L ve P/L değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait L ve P/L değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

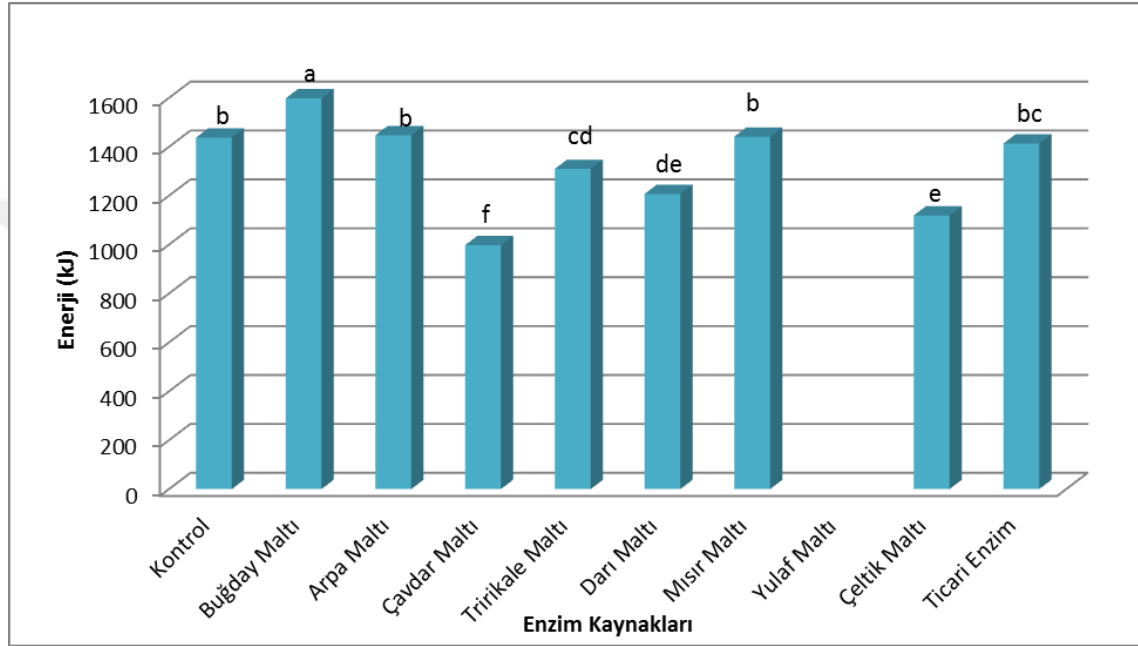
Enzim kaynakları	n	L (mm)	P/L
Kontrol	2	31,88a	7,89b
Buğday Maltı	2	19,93cd	18,62b
Arpa Maltı	2	27,23ab	8,49b
Çavdar Maltı	2	15,06d	20,07b
Tririkale Maltı	2	19,90cd	16,82b
Darı Maltı	2	22,35bc	11,51b
Mısır Maltı	2	21,22c	7,56b
Yulaf Maltı	2	-	-
Çeltik Maltı	2	14,10d	162,17a
Ticari Enzim	2	27,36ab	5,03b

Çizelge 4.24'te görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen hamurlarda; hamurlara ait uzama değeri en yüksek 31,88 mm ile kontrol unlu hamurda tespit edilmişken en düşük hamur uzama değeri 14,1 mm ile çeltik maltı katkılı olan hamurda saptanmıştır. Kontrol unlu hamura kıyasla diğer tüm katkılı hamurlarda hamur uzama değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Yulaf maltı katkılı hamurda ise hamurlara ait uzama değeri tespit edilememiştir.

Şen (2013) tarafından buğday ununa %5, %7.5, %10 oranlarında üzüm, nar, kuşburnu çekirdek unları katkılarının ekmek hamuru reolojisi ve ekmek kalitesine etkisini incelemiş olduğu çalışmada çekirdek unu ilaveli hamurların uzama değerlerinde kontrol örneğine (32.10 mm) göre azalma görüldüğü, kontrol örneğinden sonra en yüksek uzama değerinin %5 oranında kuşburnu çekirdeği ilaveli hamurlarda (21.59 mm) tespit edildiği belirtilmiştir. Çekirdek unu ilaveli hamurların uzama değerindeki azalmanın sebebi olarak gluten ağlarının yapısının deformasyona uğramasının olabileceği belirtilmiştir (Şen, 2013).

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlarda P/L (hamurları şişirmek için uygulanan basınç/hamur uzama değeri) oranı

en yüksek çeltik maltı katkılı olan hamurda tespit edilmişken en düşük P/L oranı ticari enzim katkılı olan hamurda görülmüştür. Kontrol unlu hamur ile kıyaslandığında çeltik maltı katkılı olan hamur hariç diğer malt katkılı olan hamurlarda istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.24).



Şekil 4.9. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen hamurlara ait enerji değerlerindeki değişim

Hamurların ekmeklik kalitelerini gösteren enerji değerine bakıldığında (Şekil 4.9) kontrol unlu hamurun enerji değerinin 1437,2 kJ olduğu, buğday maltı katkılı hamurun enerji değerinin 1598 kJ ile kontrol unlu hamurdan daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup ekmeklik kalitesini arttırdığı tespit edilmiştir. En düşük enerji değeri ise 997,6 kJ ile çavdar maltı katkılı hamurda tespit edilmiştir. Arpa ve mısır maltı katkılı olan hamurların enerji değerlerinin kontrol unlu hamurla benzer olduğu saptanmıştır. Yulaf maltı katkılı hamurda ise enerji değeri tespit edilememiştir.

4.9. Ekmeklere Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamaları Çizelge 4.25'te ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)
Kontrol	133,00	560,00	4,2105
Buğday Maltı	131,76	550,00	4,1740
Arpa Maltı	136,62	575,00	4,2090
Çavdar Maltı	130,82	596,65	4,5610
Tririkale Maltı	132,02	585,00	4,4310
Darı Maltı	134,11	570,00	4,2505
Mısır Maltı	131,62	606,65	4,6090
Yulaf Maltı	132,92	595,00	4,4760
Çeltik Maltı	130,62	625,00	4,7845
Ticari Enzim	134,62	624,15	4,6360

Çizelge 4.26. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Ağırlık (g)	9	6,998	22,582**
Hacim (cm ³)	9	1304,870	61,453**
Spesifik Hacim (cm ³ /g)	9	0,092	52,619**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

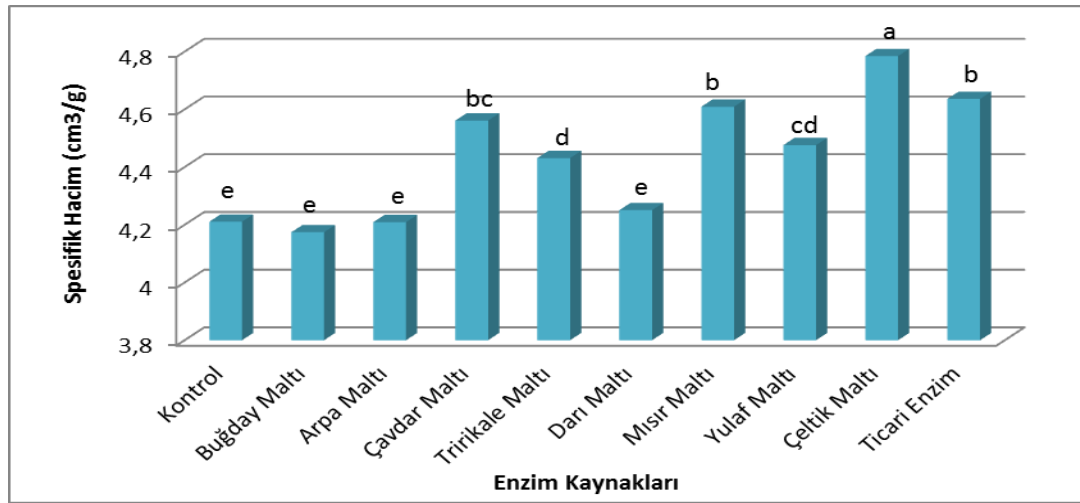
Çizelge 4.26'da görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının ekmeklerin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerinde istatistiki olarak çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait ağırlık ve hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
Kontrol	2	133,00cd	560,00gh
Buğday Maltı	2	131,76defg	550,00h
Arpa Maltı	2	136,62a	575,00ef
Çavdar Maltı	2	130,82fg	596,65bc
Tririkale Maltı	2	132,02def	585,00de
Darı Maltı	2	134,11bc	570,00fg
Mısır Maltı	2	131,62efg	606,65b
Yulaf Maltı	2	132,92cde	595,00cd
Çeltik Maltı	2	130,62g	625,00a
Ticari Enzim	2	134,62b	624,15a

Çizelge 4.27’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının katılmasıyla üretilen ekmeklerde; ağırlık değeri en yüksek 136,62g ile arpa maltı katkılı olan ekmekten elde edilmişken en düşük ağırlık değeri 130,62 g ile çeltik maltı katkılı ekmekten alınmıştır. Hacim değeri olarak en yüksek 625 cm³ ile çeltik maltı katkılı ekmekten elde edilmişken en düşük hacim değeri 550 cm³ ile buğday maltı katkılı olan ekmekte görülmüştür. Buğday maltı katkılı ekmek hariç diğer malt katkılı ekmeklerde hacim değeri kontrol unlu ekmeğe kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin spesifik hacim değerlerindeki değişim

Ekmekte spesifik hacim birincil kalite kriterlerinden biridir (Boz,2008). Spesifik hacim değeri en yüksek $4,7845 \text{ cm}^3/\text{g}$ ile çeltik maltı katkılı ekmekten elde edilmiş olup en düşük spesifik hacim değeri $4,174 \text{ cm}^3/\text{g}$ ile buğday maltı katkılı olan ekmekten elde edilmiştir. Spesifik hacim değeri açısından buğday, arpa, darı maltlı katkılı olan ekmekler arasında istatistiki olarak bir fark bulunamamış olup kontrol un ile benzer bulunmuştur. Ticari enzim katkılı ve mısır maltlı katkılı olanlarda da spesifik hacim değeri istatistiki olarak farklı çıkmamıştır (Şekil 4.10).

Mohammed vd (2014)'nin yapmış oldukları çalışmada buğday ununa nohut unu ilavesinin artmasıyla ekmek hacminde ve ekmek spesifik hacminde kontrole göre azalma olduğunu, ekmek ağırlığında ise kontrole göre artış olduğunu belirlemişlerdir.

Mäkinen and Arendt (2012)'nin buğday ununa %0.5, %1, %2,5 ve %5 oranlarında yulaf, arpa ve buğday maltı ilavesinin ekmek ve hamur özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada somun spesifik hacminin malt seviyesinin artması ile arttığını, buğday ve arpa maltlarının %2,5 oranında ilavesi ile spesifik hacim değeri $3,04 \text{ ml/g}$ 'dan sırasıyla $3,36$ ve $3,44 \text{ mL/g}$ arttırdığını, buğday maltının etkisinin ise % 5 ilavesinde $3,2 \text{ mL/g}$ ile önemli olduğunu belirtmişlerdir.

4.10. Ekmek İçi Renk (L, -a, +b) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmek içlerine ait renk değerleri (L, -a ve +b) ortalamaları Çizelge 4.28’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmek içlerine ait L, -a ve +b renk değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Ekmek İçi Renk Değerleri		
	L	-a	+b
Kontrol	71,20	0,740	11,77
Buğday	67,77	0,625	11,85
Arpa	68,45	0,630	12,59
Çavdar	68,88	0,760	12,25
Tritikale	67,63	0,655	11,49
Darı	65,71	0,795	12,13
Mısır	65,39	0,565	11,40
Yulaf	66,68	0,500	13,24
Çeltik	65,49	0,830	11,74
Ticari Enzim	68,21	1,070	12,38

Çizelge 4.29. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmek içlerine ait L, -a, +b renk değerleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Ekmek İçi Renk (L)	9	6,547	75,974**
Ekmek İçi Renk (-a)	9	0,052	291,247**
Ekmek İçi Renk (+b)	9	0,621	20,491**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

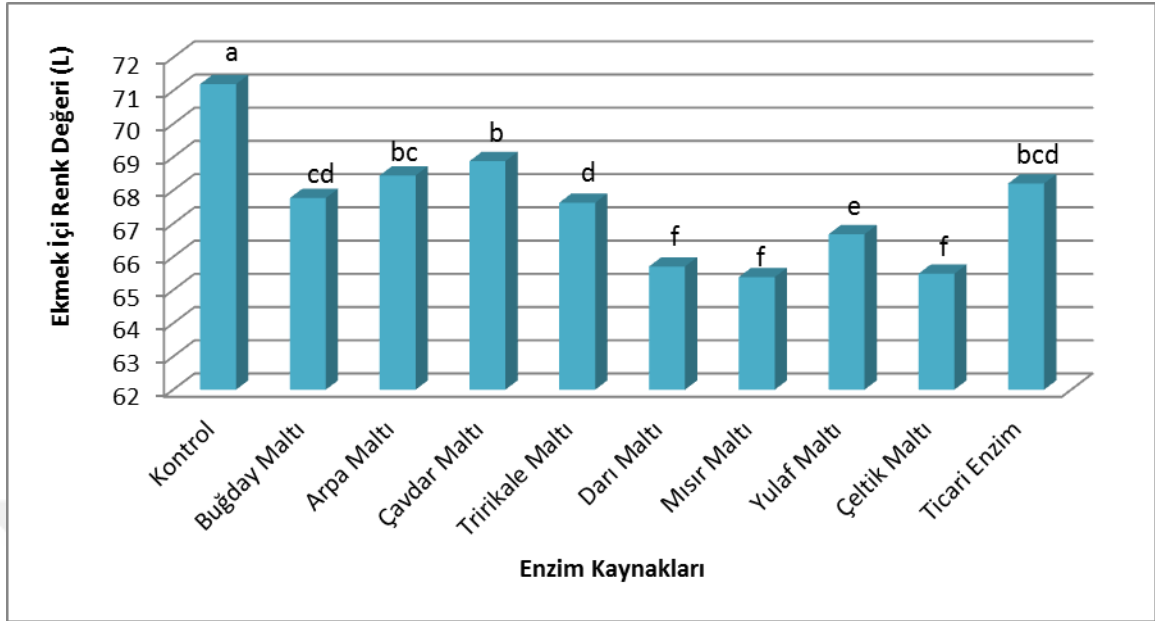
Çizelge 4.29’da görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının L, -a, +b renk değerlerinin tümü üzerinde istatistiksel olarak çok önemli derecede (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmek içlerine ait -a, +b renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış ekmek içlerine ait -a ve +b renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Ekmek İçi Renk (-a)	Ekmek İçi Renk (+b)
Kontrol	2	0,740d	11,77efg
Buğday Maltı	2	0,625e	11,85def
Arpa Maltı	2	0,630e	12,59b
Çavdar Maltı	2	0,760d	12,25bcd
Tririkale Maltı	2	0,655e	11,49fg
Darı Maltı	2	0,795c	12,13cde
Mısır Maltı	2	0,565f	11,40g
Yulaf Maltı	2	0,500g	13,24a
Çeltik Maltı	2	0,830b	11,74efg
Ticari Enzim	2	1,070a	12,38bc

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının belirli oranlarda katılmasıyla üretilen ekmeklerde -a renk değeri en yüksek 1,07 ile ticari enzim katkılı ekmekte tespit edilmişken en düşük -a renk değeri 0,5 ile yulaf maltı katkılı ekmekte saptanmış olup buğday, arpa ve tritikale maltı katkılı ekmeklerde ise bu değer açısından istatistiki olarak bir fark çıkmamıştır ($p>0,05$). Bir diğer renk değeri olan +b renk değeri ise en yüksek 13,24 ile yulaf maltı katkılı olan ekmekte tespit edilmişken en düşük +b renk değeri 11,4 ile mısır maltı katkılı ekmekte saptanmıştır.



Şekil 4.11. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklere ait ekmek içi L renk değerlerindeki değişim

L renk değeri 71,2 ile en yüksek kontrol unlu (katkısız) ekmekte tespit edilmişken en düşük L renk değeri 65,39 ile mısır maltlı ekmekte saptanmış olup L renk değeri açısından darı, mısır ve çeltik maltı katkılı olan ekmeklerde istatistiki olarak bir fark çıkmamıştır. L renk değerinin kontrol una kıyasla tüm katkılı ekmeklerde azaldığı görülmüş olup bu da malt ilavesinin ekmek içi rengini koyulaştırdığını göstermektedir (Şekil 4.11).

Mohammed *et al.* (2012)'nin buğday ununa %10, %20, %30 oranlarında nohut unu ilavesinin hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada nohut unu seviyesi arttıkça ekmek içi a ve b renk değerlerinin arttığı ve ekmek iç renginin nohut unu eklenmesiyle daha sarı ve daha kırmızı olduğu sonucuna vardıklarını belirtmişlerdir.

Polat (2007)'nin yapmış olduğu çalışmada buğday ununa farklı oranlarda (%0, 1, 2, 3 ve 4) katmış olduğu balkabağı tozunun miktarının artması ile ekmek içi renk değerlerinden L (parlaklık) değerinde azalmaya, a (sarı) değerinde artmaya neden olduğunu tespit etmiştir.

4.11. Ekmek Kabuk Renk (L, +a, +b) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmek kabuklarına ait L, +a ve +b değerleri ortalamaları Çizelge 4.31’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belli oranlarla katkılanmış unlardan elde edilen ekmek kabuklarına ait L, +a ve +b renk değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	Ekmek Kabuk Renk Değerleri		
	L	+a	+b
Kontrol	59,52	11,99	25,04
Buğday	57,16	12,94	26,04
Arpa	54,28	13,67	25,34
Çavdar	53,56	14,01	24,52
Tritikale	55,92	13,78	23,07
Darı	59,91	11,95	25,36
Mısır	44,49	13,87	17,15
Yulaf	52,21	13,80	22,94
Çeltik	55,59	13,25	21,91
Ticari Enzim	54,09	14,82	23,70

Çizelge 4.32. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan elde edilen ekmek kabuk L, +a, +b renk değerleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
Ekmek Kabuk Rengi (L)	9	37,995	420,623**
Ekmek Kabuk Rengi (+a)	9	1,622	465,437**
Ekmek Kabuk Rengi (+b)	9	13,353	98,103**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının L, +a, +b renk değerlerinin tümü üzerinde istatistiksel olarak çok önemli derecede (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

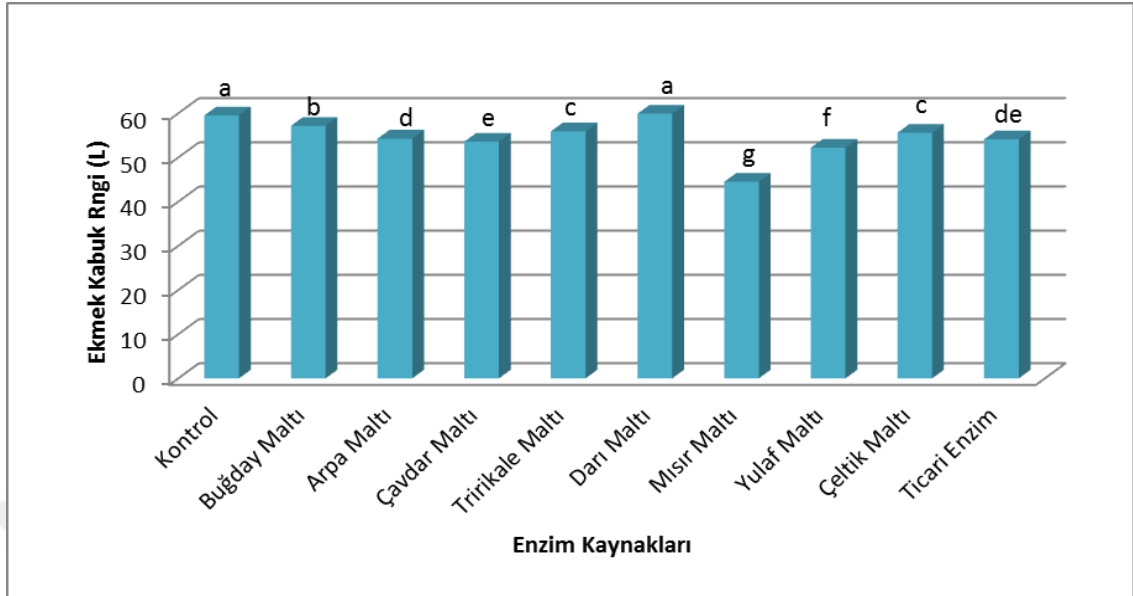
Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklerin kabuklarına ait L, +a, +b renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış ekmek kabuklarına ait L, +a ve +b renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Enzim kaynakları	n	Ekmek Kabuk Rengi (+a)	Ekmek Kabuk Rengi (+b)
Kontrol	2	11,99g	25,04b
Buğday Maltı	2	12,94f	26,04a
Arpa Maltı	2	13,67d	25,34ab
Çavdar Maltı	2	14,01b	24,52bc
Tririkale Maltı	2	13,78cd	23,07d
Darı Maltı	2	11,95g	25,36ab
Mısır Maltı	2	13,87c	17,15f
Yulaf Maltı	2	13,80cd	22,94d
Çeltik Maltı	2	13,25e	21,91e
Ticari Enzim	2	14,82a	23,70cd

Çizelge 4.33'te görüldüğü gibi +a renk değeri en yüksek 14,82 ile ticari enzim katkılı olan ekmekte tespit edilmişken en düşük +a renk değeri 11,95 ile darı maltı katkılı olan ekmekte saptanmış olup tritikale maltı ve yulaf maltı katkılı ekmeklerde ise bu değer açısından istatistiki olarak fark çıkmamıştır. Kontrol unlu ekmeğe kıyasla darı maltı katkılı ekmek hariç diğer tüm katkılı ekmeklerde +a renk değeri artmış olup malt ilaveli ekmeklerin (darı maltlı ekmek hariç) kabuk renginin daha kırmızı olduğu tespit edilmiştir.

Bir diğer renk değeri olan +b renk değeri ise en yüksek 26,04 ile buğday maltı katkılı olan ekmekte tespit edilmişken en düşük +b renk değeri 17,15 ile mısır maltı katkılı olan ekmekte saptanmıştır (Çizelge 4.33).



Şekil 4.12. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklere ait ekmek kabuk L renk değerlerindeki değişim

Farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının belirli oranlarda katılmasıyla üretilen ekmeklerde; L renk değeri en yüksek 59,91 ile darı maltı katkılı olan ekmekte tespit edilmişken en düşük L renk değeri 44,49 ile mısır maltı katkılı olan ekmekte saptanmış olup tritikale maltlı ve çeltik maltlı ekmeklerde istatistiki olarak bir fark çıkmamıştır ($p>0,05$). Kontrol unlu ekmeğe kıyasla darı maltı katkılı olan ekmek hariç diğer tüm katkılı ekmeklerde L renk değerinin azaldığı görülmüş bu da malt ilavesinin ekmek kabuk rengini koyulaştırdığını göstermektedir (Şekil 4.12).

Mäkinen and Arendt (2012)'nin buğday ununa %0.5, %1, %2,5 ve %5 oranlarında yulaf, arpa ve buğday maltı ilavesinin ekmek ve hamur özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada arpa ve buğday maltı ilavesinin ekmek kabuğunu kararttığını yulaf ilavesinin ise önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir.

4.12. Ekmek İçine Ait 1. Gün Tekstür Profili Analizi (Sertlik, Yapışkanlık, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait 1. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları Çizelge 4.34'te ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 1. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	1.Gün Sertlik (N)	1.Gün Yapışkanlık (N·s)	1.Gün Kohesivlik	1.Gün Elastikiyet	1.Gün Çiğnenebilirlik
Kontrol	3,73	0,012	0,548	0,93	1,83
Buğday Maltı	3,38	0,036	0,541	0,91	1,67
Arpa Maltı	2,97	0,007	0,545	0,90	1,48
Çavdar Maltı	3,11	0,003	0,589	0,92	1,66
Tririkale Maltı	3,29	0,049	0,477	0,90	1,42
Darı Maltı	3,32	0,053	0,455	0,84	1,22
Mısır Maltı	2,87	0,044	0,481	0,85	1,21
Yulaf Maltı	2,26	0,027	0,565	0,91	1,24
Çeltik Maltı	3,56	0,086	0,406	0,83	1,19
Ticari Enzim	1,81	0,339	0,393	0,65	0,43

Çizelge 4.35. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 1. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
1.Gün Sertlik (N)	9	1,053	42,055**
1.Gün Yapışkanlık (N·s)	9	0,030	127,638**
1.Gün Kohesivlik	9	0,014	47,898**
1.Gün Elastikiyet	9	0,021	288,948**
1.Gün Çiğnenebilirlik	9	0,455	65,605**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

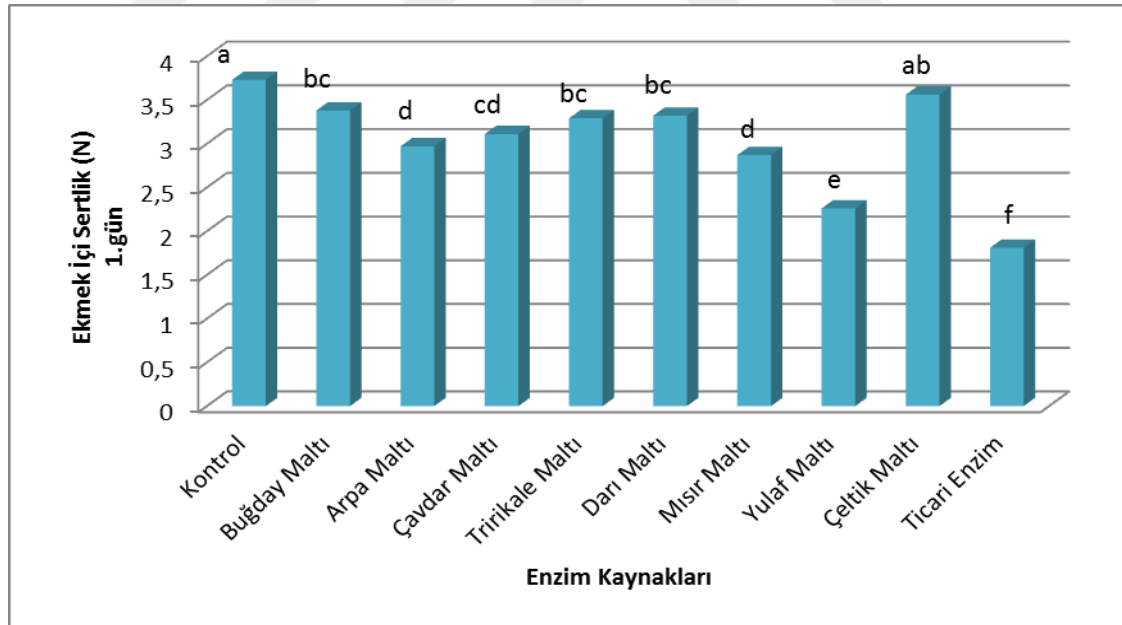
Çizelge 4.35'te görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının 1.gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin tümü üzerinde çok önemli derecede (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait 1. gün kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36'da görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının belirli oranlarda katılmasıyla üretilen ekmeklerde; kohesivlik değeri en yüksek çavdar maltı katkılı ekmekte tespit edilmişken en düşük kohesivlik değeri ticari enzim katkılı ekmekte saptanmıştır. Kohesivlik değeri kontrol unlu ekmek ile buğday ve arpa katkılı ekmekler arasında istatistiki açıdan bir fark görülmemiş olmasına rağmen kontrol unlu ekmekten daha düşük çıkmıştır. Elastikiyet ve çiğnenebilirlik değeri en yüksek kontrol unlu ekmekte tespit edilmişken en düşük elastikiyet ve çiğnenebilirlik değeri ticari enzim katkılı ekmekte saptanmıştır. Kontrol unlu ekmeğe kıyasla diğer tüm katkılı ekmeklerde elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 1. gün kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

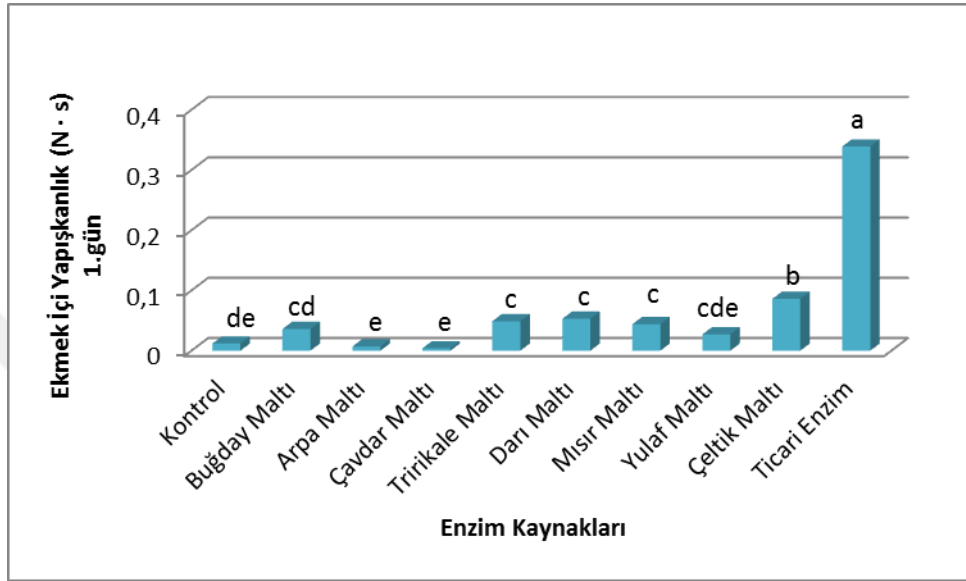
Enzim kaynakları	n	1.Gün Kohesivlik	1.Gün Elastikiyet	1.Gün Çiğnenebilirlik
Kontrol	3	0,548b	0,93a	1,83a
Buğday Maltı	3	0,541b	0,91abc	1,67b
Arpa Maltı	3	0,545b	0,90c	1,48c
Çavdar Maltı	3	0,589a	0,92ab	1,66b
Tririkale Maltı	3	0,477c	0,90c	1,42c
Darı Maltı	3	0,455c	0,84d	1,22d
Mısır Maltı	3	0,481c	0,85d	1,21d
Yulaf Maltı	3	0,565ab	0,91bc	1,24d
Çeltik Maltı	3	0,406d	0,83e	1,19d
Ticari Enzim	3	0,393d	0,65f	0,43e



Şekil 4.13. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 1. gün sertlik değeri

Şekil 4.13'te görüldüğü gibi sertlik değeri en yüksek kontrol unlu ekmekte tespit edilmişken en düşük ticari enzim katkılı ekmekte saptanmış olup kontrol unlu ekmeğe

kıyasla diğer tüm katkılı ekmeklerde sertlik değerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. Buğday, tritikale ve darı maltı katkılı ekmeklerde sertlik değerinde istatistiki açıdan bir farkın olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).



Şekil 4.14. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 1. gün yapışkanlık değeri

Şekil 4.14'te görüldüğü gibi yapışkanlık değeri en yüksek ticari enzim katkılı olan ekmekte saptanmış olup en düşük yapışkanlık değeri çavdar maltı katkılı olan ekmekte tespit edilmiştir. Tritikale, darı ve mısır katkılı ekmeklerin yapışkanlık değerleri arasında ve arpa, çavdar katkılı ekmeklerin yapışkanlık değerleri arasında istatistiki olarak bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

4.13. Ekmek İçine Ait 3. Gün Tekstür Profili Analizi (Sertlik, Yapışkanlık, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait 3. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları Çizelge 4.37'de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 3. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	3.Gün Sertlik (N)	3.Gün Yapışkanlık (N·s)	3.Gün Kohesivlik	3.Gün Elastikiyet	3.Gün Çiğnenebilirlik
Kontrol	6,76	0,040	0,524	0,90	3,16
Buğday Maltı	6,21	0,024	0,454	0,82	2,30
Arpa Maltı	4,38	0,040	0,515	0,91	2,15
Çavdar Maltı	3,78	0,009	0,541	0,90	1,78
Tririkale Maltı	4,84	0,041	0,493	0,87	2,06
Darı Maltı	5,27	0,080	0,419	0,76	1,68
Mısır Maltı	4,07	0,017	0,448	0,83	1,51
Yulaf Maltı	4,75	0,022	0,441	0,87	1,80
Çeltik Maltı	5,02	0,029	0,338	0,74	1,28
Ticari Enzim	2,45	0,496	0,415	0,64	0,65

Çizelge 4.38. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 3. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
3.Gün Sertlik (N)	9	4,464	39,237**
3.Gün Yapışkanlık (N·s)	9	0,065	622,403**
3.Gün Kohesivlik	9	0,011	35,718**
3.Gün Elastikiyet	9	0,022	217,486**
3.Gün Çiğnenebilirlik	9	1,326	104,566**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unları 3. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik değerleri üzerinde önemli derecede (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

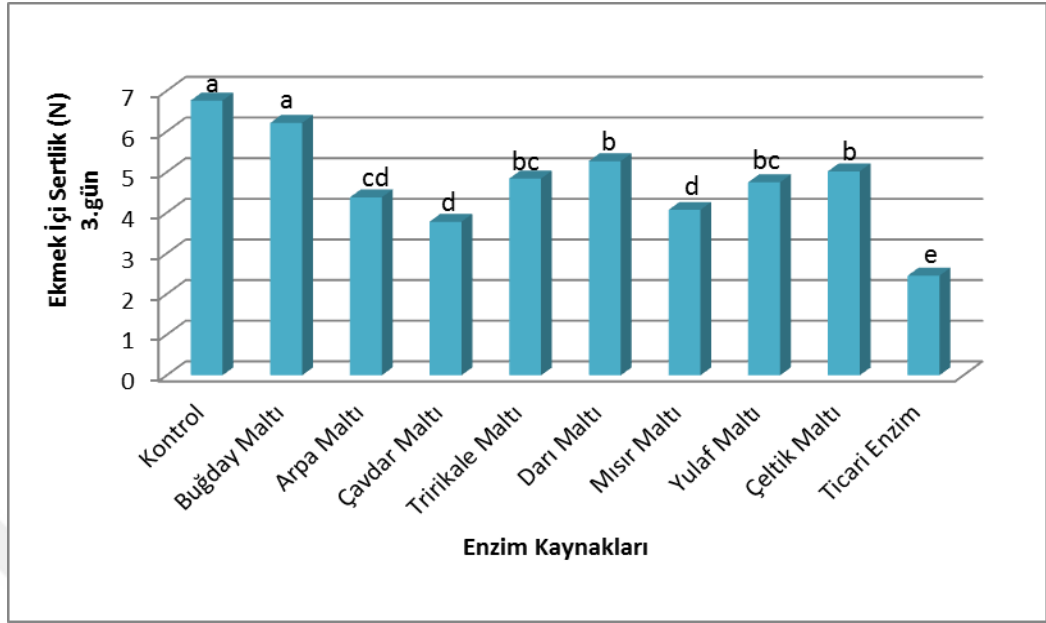
Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait 3. gün kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 3. gün kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim kaynakları	n	3.Gün Kohesivlik	3.Gün Elastikiyet	3.Gün Çiğnenebilirlik
Kontrol	3	0,524ab	0,90a	3,16a
Buğday Maltı	3	0,454c	0,82c	2,30b
Arpa Maltı	3	0,515ab	0,91a	2,15bc
Çavdar Maltı	3	0,541a	0,90a	1,78d
Tririkale Maltı	3	0,493b	0,87b	2,06c
Darı Maltı	3	0,419d	0,76d	1,68de
Mısır Maltı	3	0,448cd	0,83c	1,51e
Yulaf Maltı	3	0,441cd	0,87b	1,80d
Çeltik Maltı	3	0,338e	0,74d	1,28f
Ticari Enzim	3	0,415d	0,64e	0,65g

Çizelge 4.39’da görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unları belirli oranlarda katılmasıyla üretilen ekmeklerde 3. gün kohesivlik değeri en yüksek çavdar katkılı ekmekte tespit edilmişken en düşük kohesivlik değeri çeltik maltı katkılı ekmekte saptanmıştır. Elastikiyet değeri en yüksek arpa maltı katkılı ekmekte tespit edilmiş olup en düşük elastikiyet değeri ticari enzim katkılı ekmekte saptanmıştır. Kontrol unlu ekmekle kıyaslandığında çavdar ve arpa maltı katkılı ekmekler hariç diğer malt katkılı olan ekmeklerde 3. gün elastikiyet değerinin düştüğü görülmüştür.

Çiğnenebilirlik değeri ise Çizelge 4.39’da görüldüğü gibi en yüksek kontrol unlu ekmekte tespit edilmiş olup en düşük çiğnenebilirlik değeri ticari enzim katkılı ekmekte saptanmış olup tüm katkılı ekmeklerde çiğnenebilirlik değerinin kontrol unlu ekmeğe kıyasla düştüğü gözlenmiştir.

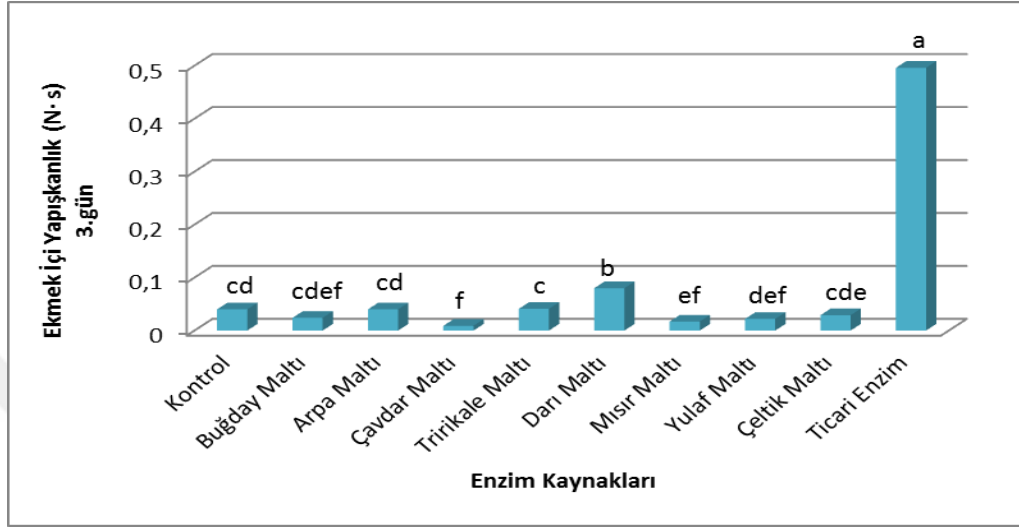


Şekil 4.15. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 3. gün sertlik değeri

Şekil 4.15'te görüldüğü gibi ekmek içlerine ait 3. gün sertlik değeri en yüksek kontrol unlu ekmekte tespit edilmiş olup en düşük ekmek içi sertlik değeri ticari enzim katkılı ekmekte saptanmıştır. Kontrol unlu ekmek ile buğday maltı katkılı ekmekte istatistiki açıdan bir fark tespit edilmemesine rağmen buğday maltı katkılı ekmekte ekmek içi sertlik değeri (3. gün) kontrol unlu ekmeğe kıyasla daha düşük olduğu saptanmış olup diğer malt katkılı ekmeklere ait ekmek içi sertlik değerinin kontrol unlu ekmekten daha düşük çıktığı görülmüştür.

Ekmek içlerine ait 3. gün yapışkanlık değeri en yüksek ticari enzim katkılı ekmekte tespit edilmişken en düşük 3. gün yapışkanlık değeri çavdar maltı katkılı ekmekte saptanmıştır. Darı maltı, tritikale maltı ve ticari enzim katkılı ekmekler haricindeki diğer malt katkılı ekmeklerin yapışkanlık değerleri kontrol unlu ekmekten daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16). Çalışmamızda *Bacillus subtilis*'ten elde edilen ticari enzim kullandığımız için bu bakteriyel kaynaklı enzimin de termostabilitesinin yüksek olması, aktivitelerini ve etkinliklerini arttırmakta, fırında pişirme sırasında yüksek sıcaklıklara dayanıklı olması sebebiyle de fazla inaktive olamamakta ve fırından çıkan ekmeklerde depolama süresince nişastayı parçalamaya devam etmektedir. Ekmeğin pişirildikten

sonra da bakteriyel kaynaklı enzimlerin bu etkilerinin devam etmesinden dolayı ekmek içi yapışkanlık-sakızımsı özellik kazanmaktadır (Elgün ve Ertugay 2002).



Şekil 4.16. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 3. gün yapışkanlık değeri

4.14. Ekmek İçine Ait 5. Gün Doku Profili Analizi (Sertlik, Yapışkanlık, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik) Değerleri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları Çizelge 4.40'da ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamaları

Enzim Kaynakları	5.Gün Sertlik (N)	5.Gün Yapışkanlık (N·s)	5.Gün Kohesivlik	5.Gün Elastikiyet	5.Gün Çiğnenebilirlik
Kontrol	8,72	0,006	0,478	0,90	3,78
Buğday Maltı	6,58	0,003	0,471	0,89	2,75
Arpa Maltı	4,91	0,012	0,452	0,85	1,89
Çavdar Maltı	4,36	0,004	0,550	0,92	2,16
Tririkale Maltı	6,21	0,003	0,392	0,87	2,11
Darı Maltı	7,13	0,046	0,344	0,73	1,80
Mısır Maltı	4,69	0,012	0,402	0,84	1,59
Yulaf Maltı	6,08	0,002	0,433	0,85	2,27
Çeltik Maltı	5,62	0,002	0,354	0,82	1,62
Ticari Enzim	2,42	0,304	0,195	0,77	0,28

Çizelge 4.41. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD		
		KO	F
5.Gün Sertlik (N)	9	8,853	77,921**
5.Gün Yapışkanlık (N·s)	9	0,027	195,197**
5.Gün Kohesivlik	9	0,028	7,337**
5.Gün Elastikiyet	9	0,010	2,872*
5.Gün Çiğnenebilirlik	9	2,385	57,692**

* (p<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

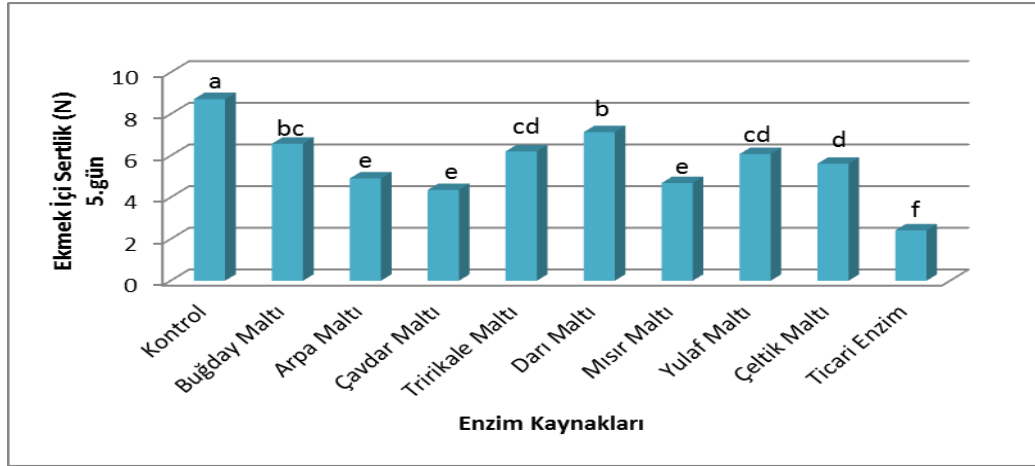
Çizelge 4.41’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının 5. gün elastikiyet değeri üzerinde önemli düzeyde (p<0,05); sertlik, yapışkanlık, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde ise çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unlardan üretilen ekmeklere ait 5. gün kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42’de görüldüğü gibi farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklerde 5. gün kohesivlik değeri en yüksek çavdar maltı katkılı ekmekte tespit edilmişken en düşük ticari enzim katkılı ekmekte saptanmıştır. 5. gün elastikiyet değeri en yüksek çavdar maltı katkılı ekmekte tespit edilmişken en düşük elastikiyet değeri darı maltı katkılı ekmekte saptanmış olup buğday ve çavdar maltı katkılı ekmekler hariç diğer malt katkılı ekmeklerde kontrol unlu ekmeğe kıyasla elastikiyet değerinin düştüğü gözlenmiştir. En yüksek 5. gün çiğnenebilirlik değeri ise kontrol unlu ekmekte gözlenmişken en düşük çiğnenebilirlik değeri ticari enzim katkılı ekmekte görülmüş olup kontrol una kıyasla diğer malt katkılı ekmeklerde çiğnenebilirlik değerinin düştüğü görülmüştür.

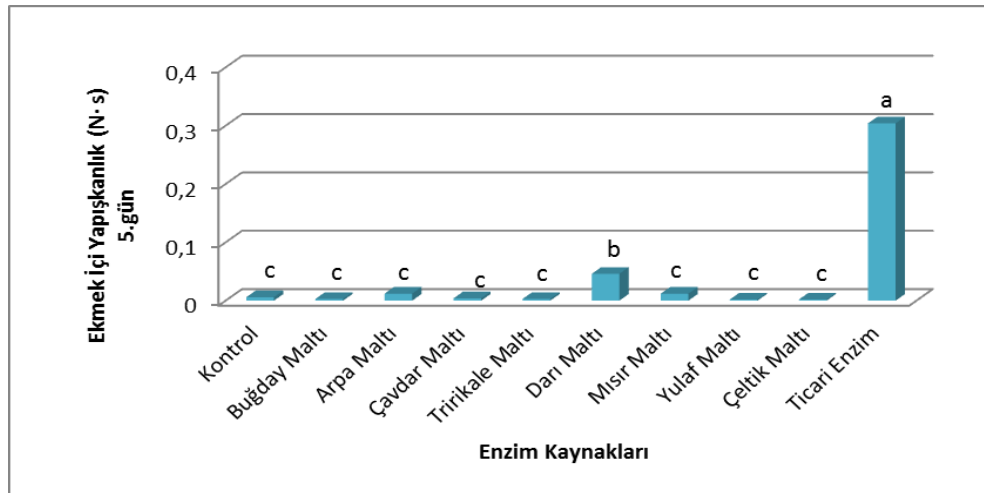
Çizelge 4.42. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmeklerin 5. gün sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim kaynakları	n	5.Gün Kohesivlik	5.Gün Elastikiyet	5.Gün Çiğnenebilirlik
Kontrol	3	0,478ab	0,90a	3,78a
Buğday Maltı	3	0,471abc	0,89a	2,75b
Arpa Maltı	3	0,452abcd	0,85ab	1,89de
Çavdar Maltı	3	0,550a	0,92a	2,16cd
Tririkale Maltı	3	0,392bcd	0,87ab	2,11cd
Darı Maltı	3	0,344d	0,73c	1,80de
Mısır Maltı	3	0,402bcd	0,84ab	1,59e
Yulaf Maltı	3	0,433bcd	0,85ab	2,27c
Çeltik Maltı	3	0,354cd	0,82abc	1,62e
Ticari Enzim	3	0,195e	0,77bc	0,28f



Şekil 4.17. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 5. gün sertlik değeri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklerde, ekmek içlerine ait 5. gün sertlik değeri en yüksek kontrol unlu ekmekte tespit edilmişken en düşük 5. gün sertlik değeri ticari enzim katkılı ekmekte saptanmış olup diğer tüm katkılı ekmeklerde sertlik değerinin kontrol unlu ekmeğe kıyasla düştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.18. Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan elde edilen ekmek içlerine ait 5. gün yapışkanlık değeri

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile katkılanmış unlardan üretilen ekmeklerde yapışkanlık değeri en yüksek ticari enzim katkılı ekmekte tespit edilmişken en düşük yulaf ve çeltik maltı katkılı ekmekte saptanmıştır. Ticari enzim ve darı maltı katkılı olan ekmekler hariç diğer malt katkılı ekmekler ile kontrol unlu ekmek arasında yapışkanlık değeri açısından istatistiki bir fark görülmemiştir ($p>0,05$) (Şekil 4.18).

Şen (2013) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa farklı oranlarda (% 0, 5, 7,5 ve 10) katılan çekirdek unlarının (nar, üzüm ve kuşburnu) ilave oranlarının artmasıyla ekmeklerin yapışkanlığının ve ekmek içi sertliğinin arttığını, ekmek çiğnenebilirliğinin azaldığını tespit etmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışma farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının buğday ununa belirli oranlarda ilave edilmesinin ekmekte kalite üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Araştırma verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesiyle elde edilen bazı temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Farklı tahıllardan elde edilen malt unları ile belirli oranlarda katkılanmış unların bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değeri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olmuştur. Kontrolde 37,5 mL olan bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değeri çeltik maltı katkılı un hariç diğer malt katkılı unlarda artış göstermiştir. En yüksek bekletilmiş Zeleny sedimentasyon değeri 46 mL ile ticari enzim katkılı unda gözlenmiştir.

Kontrolde ortalama olarak %89,73 olan gluten indeksi değeri en yüksek %95,45 ile tritikale maltı katkılı unda, en düşük ise %84,8 ile buğday maltı katkılı unda tespit edilmiştir.

Malt unu katkısının amilograf değerleri üzerindeki etkisine bakıldığında tüm katkıların kontrole göre vizkozite değeri ve pik sıcaklık değerinde düşüşe neden olduğu görülmüştür. Ayrıca farklı tahıllardan elde edilen malt unlarının ilavesinin jelatinizasyon başlangıç sıcaklık değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$).

Ekmeklik buğday ununa farklı malt unlarının ilave edilmesinin su kaldırma kapasitesi, gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı (MTI), yumuşama derecesi üzerinde çok önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0,01$) tespit edilmiştir. Kontrolde %59,4 olan su kaldırma kapasitesi değeri kontrole göre arpa maltı katkılı un hariç diğer katkılılarda artmıştır. En yüksek su kaldırma kapasitesi %61,2 ile buğday maltı katkılı unda, en düşük su kaldırma kapasitesi değeri ise %58,95 ile arpa maltı katkılı unda tespit

edilmiştir. Hamur stabilitesi kontrole göre buğday maltı ve çavdar maltı katkılı unlarda daha yüksekken diğer katkılı unlarda daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek gelişme süresi değeri 5,55 dk ile yulaf maltlı unda, en düşük gelişme süresi ise 1,35 dk ile darı maltlı unda görülmüştür.

Farklı malt unlarının ilavesinin hamurların maksimum direnç, uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olmuştur. Kontrolde 56,66 g olan maksimum direnç değerinin tüm katkılı hamurlarda azaldığı, kontrolde 29,70 mm olan hamur uzama kabiliyeti değerinin (arpa maltı katkılı hariç) genel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Buğday ununa farklı malt unlarının katılması sonucunda hamur enerjisi değerinde kontrole kıyasla (tritikale maltı katkılı hariç) azalma olduğu, en yüksek hamur enerjisi değerinin 375,50 g·s ile tritikale maltı katkılı hamurda, en düşük hamur enerjisi değerinin ise 293,92 g·s ile ticari enzim katkılı hamurda olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol hamurunda 1543 mm·dk olan gaz tutma gücü 1602,8 mm·dk ile en yüksek çeltik maltı katkılı hamurda, en düşük gaz tutma gücü 1364,1 mm·dk ile ticari enzim katkılı olan hamurda tespit edilmiştir.

Üretilen ekmeklerin hacim değeri incelendiğinde buğday maltı katkılı ekmek hariç diğer katkılı ekmeklerin kontrole göre daha yüksek hacim değerine sahip oldukları görülmüştür.

Üretilen ekmeklerde en yüksek hacim ve spesifik hacim değeri sırasıyla 625 cm³ ve 4,7845 cm³/g ile çeltik maltı katkılı ekmekte, en düşük hacim ve spesifik hacim değeri sırasıyla 550 cm³ ve 4,174 cm³/g ile buğday maltı katkılı ekmekte tespit edilmiştir.

Malt unu ilavesinin kontrole göre ekmek içi L renk değerinde tüm katkılı ekmeklerde, ekmek kabuk L renk değerinde ise darı maltı ilaveli ekmek hariç diğer katkılı ekmeklerde azalmaya neden olduğu tespit edilmiş olup malt ilavesi genel olarak örneklerde ekmek içi ve ekmek kabuğu renginde koyuluğun artmasına yol açmıştır.

Üretilen ekmeklerin dokusal özelliklerine ait TPA değerlerine bakıldığında farklı enzim kaynakları ilavesinin 1. gün, 3. gün ve 5. gün sertlik değerini düşürücü yönde etki ettiği görülmüştür. Buna benzer olarak çiğnenebilirlik değerinde de azalma olduğu tespit edilmiştir. 1. gün, 3. gün ve 5. gün yapışkanlık değerinin en yüksek ticari enzim katkılı ekmekte, en düşük 1. gün ve 3. gün yapışkanlık değerinin çavdar katkılı ekmekte olduğu görülmüştür.

Ekmekte spesifik hacim ve ekmek içi yumuşaklık değeri tüketim kalitesine etki eden önemli kalite kriteridir. Yapılan çalışmada özellikle spesifik hacim ve ekmek içi sertlik değerleri bakımından ticari enzim, mısır maltı, çavdar maltı ve yulaf maltı katkılı unların kontrole göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- AACC, 1983, Approved methods of American Association of Cereal Chemists (8th ed.). St. Paul, MN, USA: The Association.
- Ahmed J., Thomas L., 2015. Effect of β -D-glucan concentrate and water addition on extensional rheology of wheat flour dough, LWT-Food Science and Technology 63 (2015) 633-639.
- Akiyama T., Kaku H., Shibuya N., 1998. A Cell Wall-Bound β -Glucosidase From Germinated Rice: Purification and Properties, Phytochemistry, 48(1), 49-54.
- Altan, A., Yağcı, S., Maskan, M., Göğüş, F., 2006. Arpanın Ürün Bazında Değerlendirilmesi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Anonim, 2016a, https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=PLwODAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=diseases+and+management+of+maize&ots=N9bySRz-dk&sig=jnqXUbj_xRBLAfmMzvsnbHlip9M&redir_esc=y#v=onepage&q=diseases%20and%20management%20of%20maize&f=false.
- Anonim, 2016b, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Arpa>.
- Anonim, 2016c, <http://www.pdd.org.tr/pirincin-faydalari>.
- Aydın, E., 2009. Yulaf Katkısının Eriştenin Kalite Kriterlerine Etkisi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Aydoğan, S., Akçacık, A.G., Şahin, M., Kaya, Y., Koç, H., Görgülü, M.N., Ekici, M., 2012. Ekmeklik Buğday Unlarında Alveograf, Farinograf ve Miksografıta Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki ilişkinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7 (1): 74-82.
- Ayernor, G.S., Ocloo, F.C.K., 2007. Physico-chemical changes and diastatic activity associated with germinating paddy rice (PSB.Rc 34), African Journal of Food Science, Vol 1 pp.037-041.
- Badau, M.H., Nkama, I., Jideani, I.A., 2005. Phytic acid content and hydrochloric acid extractability of minerals in pearl millet as affected by germination time and cultivar, Food Chemistry 92 425-435.
- Bravi, E., Marconi, O., Perretti, G., Fantozzi, P., 2012. Influence of barley variety and malting process on lipid content of malt, Food Chemistry, 135 1112-1117
- Brijs, K., Trogh, I., Jones, B.L., Delcour, J.A., 2002. Proteolytic Enzymes in Germinating Rye Grains, American Association of Cereal Chemists, Inc., 79(3):423-428.
- Borlu, M.H., 2009. Lavaş Ekmeğine Farklı Seviyelerde Keten (*Linum usitatissimum*) Tohumu Unu Katkılanmasının Hamur ve Ekmek Özellikleri Üzerine Etkisi, Omega 3, Omega 6 Yağ Asitleri ve Lignan Açısından Değişiminin Belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Boz, H., 2008. Farklı Doğal Bitkisel Katkıların Organik Ekmek Üretiminde Kullanılması ve Kalite Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Candan, B., 2009, Arpa, Malt ve Birada β -glukagon İçeriği ve Bira Kalitesi Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 55 s.
- Centeno, C., Viveros, A., Brenes, A., Canales, R., Lozano, A., Cuadra, C., 2001. Effect of Several Germination Conditions on Total P, Phytate P, Phytase, and Acid Phosphatase Activities and Inositol Phosphate Esters in Rye and Barley, J. Agric. Food Chem., 49, 3208–3215
- Charoenthaikij, P., Jangchud, K., Jangchud, A., Prinyawiwatukul, W., No, H.K., 2012. Composite wheat–germinated brown rice flours: selected physicochemical properties and bread application, International Journal of Food Science and Technology, 47, 75–82.
- Chung, H.-J., Jang, S.H., Cho, H.Y., Lim, S.T., 2009. Effect of steeping and anaerobic treatment on GABA (γ -aminobutyric acid) content in germinated waxy hull-less barley, LWT- Food Science and Technology, 42 1712-1716.
- Cornejo, F., Caceres, P.J., Martínez-Villaluenga, C., Rosell, C.M., 2015. Effect of germination on the nutritive value and bioactive compounds of Brown rice bread, Food Chemistry, 173 298-304.
- Dalby, A. and Tsai, C.Y. 1976, Lysine and tryptophan increased during germination of cereal grains, Cereal Chem. 53(2):222-226.
- Dilber, A., Türker, S., Elgün, A., 2003. Çimlendirilmiş bir buğday ürünü olan azık üzerine araştırmalar, Gıda 28 (4):409-414.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları: 718, Ders Kitapları Serisi: 52, Dördüncü Baskı, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., 2011. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 867, 270 s, Erzurum.
- Ertaş, N. ve Doğruer, Y., 2010. Besinlerde Tekstür, Erciyes Üniv Vet Fak Derg 7(1) 35-42.
- Ertugay, Z. 1983, Buğdayda Amilolitik Aktivite ve Unların Alfa Amilaz Enzimi ile Katkılanması, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Ziraat Dergisi Cilt14: , 177-179.
- Ertugay Z., 1982. Buğday, un ve ekmek arasındaki kalite ilişkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Sayı 1-2, 165-176.
- Ertugay, Z., Elgün A., Kotancılar G., Aydın F., 1992. Farklı Normlarda Uygulanan Kısa Süreli Hamur İşleme Metotlarının Francala Ekmeği Üretiminde Kullanım İmkanları Üzerine Araştırma, Gıda 17 (6) 375-385.
- Hefni, M. and Witthöft C.M., 2012. Effect of germination and subsequent oven-drying on folate content in different wheat and rye cultivars, Journal of Cereal Science , 56 374-378.
- Huang W., Kim Y., Li X., Rayas-Duarte P., 2008. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature, Journal of Cereal Science 48 639-646.
- Hübner, F., Schehl, B.D., Gebruers, K., Courtin, C.M., Delcour, J.A., Arendt, E.K., 2010. Influence of germination time and temperature on the properties of rye malt and rye malt based worts, Journal of Cereal Science 52, 72-79.
- Imam, M.U., Ismail, M., Ithnin, H., Tubesha, Z., Omar, A.R., 2013. Effects of Germinated Brown Rice and Its Bioactive Compounds on the Expression of the

- Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Gene, *Nutrients*, 5, 468-477; doi:10.3390/nu5020468.
- Iqbal B., Ahmad, B., Ullah, I., Imran, Khan, A.A., Anwar, S., Ali, A., Shahzad, K., Khan, S., 2016. Effect of phosphorus, sulphur and different irrigation levels on phenological traits of Triticale, *Pure Appl. Biol.*, 5(2):303-310.
- Karaoğlu, M.M., 2002. Farklı S ıcaklık ve Sürelerde Muhafaza Edilen Kısmi Pişmiş Ekmeklerin Teknolojik ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kanauchi, O., Araki, Y., Andoh, A., Iwanaga, T., Maeda, N., Mitsuyama, K., Bamba, T., Hibi, T., 2000. Effect of Germinated Barley Foodstuff Administration on Mineral Utilization in Rodents, *Journal of Gastroenterology*, 35, 188-194.
- Kulkarni, S.D., Tilak, J.C., Acharya, R., Rajurkar, N.S., Devasagayam, T.P.A., 2006. Evaluation of the Antioxidant Activity of Wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) as a Function of Growth Under Different Conditions, *Phytotherapy Research*, 20, 218-227.
- Kuo, Y-H., Rozan, P., Lambein, F., Frias, J., Vidal-Valverde, C., 2004, Effect of different germination conditions on the contents of free protein and non-protein amino acids of commercial legumes, *Food Chemistry*, 86 537-545
- Köse, H., 2001. Doğal bitki örtüsünde bulunan bazı odunsu süs bitkilerinin tohum çimlendirme yöntemleri üzerinde araştırmalar IV. *Pistacia lentiscus* L. (Sakız ağacı), *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, 11 (1) 1 – 13.
- Köten, M., 2005. Şanlıurfa Yöresine Özgü Tırnaklı (Düz) Ekmeklerde Bazı Katkı Maddelerinin Ekmek Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- López-Amorós, M.L., Hernández, T., Estrella, I., 2006. Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 277-283.
- Mankan, E., 2008, Hamurun Fiziksel Özelliklerinin Çavdar Ekmeğinin Kalitesi Üzerine Etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 69 s.
- Mäkinen Outi E., Arendt Elke K., 2012, Oat malt as baking ingredient- A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties, *Journal of Cereal Science* 56 747-753.
- Musa, A.S.N., Umar, I.M., Ismail, M., 2011. Physicochemical properties of germinated brown rice (*Oryza sativa* L.) starch, *African Journal of Biotechnology* Vol. 10 (33), pp. 6281-6291.
- Mohammed I., Ahmed A.R., Senge B., 2012, Dough rheology and bread quality of wheat-chickpea flour blends, *Industrial Crops and Products* 36 (2012) 196-202.
- Mohammed I., Ahmed A.R., Senge B., 2014. Effects of chickpea flour on wheat pasting properties and bread making quality, *J Food Science Technology*, 51(9):1902–1910.
- Moongnarm, A. and Saetung, N., 2010. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice, *Food Chemistry* 122 782–788.

- Nirmala, M., Subba Rao, M.V.S.S.T., Muralikrishna, G., 2000. Carbohydrates and their degrading enzymes from native and malted finger millet (Ragi, Eleusine coracana, Indaf-15), Food Chemistry, 69 175-180.
- Öztürk, İ., 2008. Çimlendirilmiş Buğday Tanesinin kimyasal özelliklerinin Belirlenmesi ve Doğal Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilme İmkanlarının Araştırılması, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, Türkiye, 121 s.
- Piarnas, V. and Guiraud, J.P., 1997. Disinfection of Rice Seeds Prior to Sprouting, Journal Of Food Science, Volume 62, No.3.
- Plaza, L., Ancos, B., Cano, M. P., 2003. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (Glycine max), wheat (Triticum aestivum.L) and alfalfa (Medicago sativa) treated by a new drying method, European Food Research Technology, 216: 138-144.
- Polat Y., 2007. Buğday Ununa Bal Kabağı Tozu İlavesinin Unun Ekmeklik Kalitesi Üzerine Etkisi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Rojas J.A., Rosel C.M., Benedito de Barber C., 1999, Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems, Food Hydrocolloids 13 27-33.
- Saman, P., Vázquez J.A., Pandiella S.S., 2008, Controlled germination to enhance the functional properties of rice, Process Biochemistry 43 1377-1382.
- Shah B., Khan I.A., Khan, A., Din, M.M.U., Adnan, M., Junaid, K., Shah, S.R.A., Zaman, M., Ahmad, N., Akbar, R., Fayaz, W., Rahman, I., 2016. Determination of physio-morphic basis of resistance in different maize cultivars against insect pests, Journal of Entomology and Zoology Studies 4(1): 317-321.
- Sharma, P. and Gujral H.S., 2010, Antioxidant and polyphenol oxidase of germinated barley and its milling fractions, Food Chemistry, 120 673-678.
- Songtip, P., Jangchud, K., Jangchud, A., Tungtrakul, P., 2012. Physicochemical property changes in germinated brown rice flour from different storage periods of paddy rice, International Journal of Food Science and Technology, 47, 682–688.
- Sung, H.G., Shin, H.T., Ha, J.K., Lai, H.L., Cheng, K.J., Lee, J.H., 2005. Effect of Germination Temperature on Characteristics of Phytase Production From Barley, Bioresource Technology, 96, 1297-1303.
- Süzer S., 2014, Kırac Arazilere Uygun Alternatif Bir Tahıl “Tritikale Yetiştiriciliği”, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, www.arastirma.tarim.gov.tr
- Şahin, M., Akçacık, A.G., Aydoğan, S., Demir, B., Önmez, H., Taner, S., 2013. Ekmeklik Buğday Ununda Ekmek Hacmi ile Bazı Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkilerin Tespiti, Tarla Bitkileri Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22 (1):13-19, Araştırma Makalesi.
- Şen H., 2013. Bazı Doğal Bitkisel Katkıların Ekmek Hamurunun Reolojik Özellikleri ile Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 145 sayfa.
- Ti, H., Zhang, R., Zhang, M., Ki, Q., Wei, Z., Zhang, Y., Tang, X., Deng, Y., Liu, L., Ma, Y., 2014. Dynamic changes in the free and bound phenolic compounds and antioxidant activity of Brown rice at different germination stages, Food Chemistry, 161 337-344.

- Tian B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Vai, Y., Xu, T., Xue, S., Deng, Q., 2010. Physicochemical changes of oat seeds during germination, *Food Chemistry* 119 1195-1200.
- Turan, A., 2013, Çimlendirilmiş Esmer Pirinç Keki Üretiminin Biyoaktif bileşenlere Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 77 sayfa.
- Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, 04.11.2012-28163 tarih ve sayılı Resmi Gazete, Tebliğ No: 2012/2.
- Urbano, G., López-Jurado, M., Frejnagel, S., Gómez-Villalva, E., Porres, J.M., Frías J., Vidal-Valverde, C., Aranda, P., 2005, Nutritional Assessment of Raw and Germinated Pea (*Pisum sativum* L.) Protein and Carbohydrate by in vitro and in vivo Techniques, *Nutrition*, 21, 230-239.
- Üstün, Ö., Çelik, İ., 2011. Phytase Activity of Wheat, Barley and Corn Grains during Germination and Effect of Germinated Grain Flour Addition on Bread Quality, *Akademik Gıda*, 9(6) 6-12.
- Velupillai S., Nithyanantharajah, K., Vasantharubai, S., Balakumar, S., Arasaratnam, V., 2009. Biochemical Changes Associated with Germinating Rice Grains and Germination Improvement, *Rice Science*, 16(3): 240–242
- Vidal-Valverde C., Frias J., Sierra I., Blazquez I., Lambein F. and Kuo Y., 2002. New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. *European Food Research Technology* 215: 472–477.
- Wang, L., Li, X., Niu, M., Wang, R., Chen, Z., 2013. Effect of additives on flavonoids, D-chiro-Inositol and trypsin inhibitor during the germination of tartary buckwheat seeds, *Journal of Cereal Science* 58 348-354.
- Wu, Y.V., 1983. Effect of Germination on Oats and Oats Protein, Northern Regional Research Center, The American Association of Cereal Chemists.
- Yang, F., Basu, T.K., Oraikul, B., 2001. Studies on Germination Condition and Antioxidant Contents of Wheat Grain, *International Journal Food Science Nutrition*, 52(4), 319-330.
- Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O., Hayta, M., 2010a, Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri, *Gıda* 35 (3): 205-210.
- Yetim, H., Törnük, F., Öztürk, İ., Sağdıç, O., 2010b. Yenilebilir Tohum Filizlerinin Mikrobiyal Güvenliği, *Akademik Gıda* 8 (2) 18-23
- Yılmazaslan, B., 2008. Bazı Doğal Katkı Maddelerinin Ekmek Özellikleri Üzerine Etkisi, Afyon Kocatepe Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Afyon.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2006 yılında lisans eğitimine başladığı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2010 yılında mezun oldu. 2012 yılının Ekim ayında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2012 yılından beri Bayburt İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nde Gıda Mühendisi olarak çalışmaktadır. Evlidir.

