T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI KEPEK FRAKSİYONLARINDAN HAZIRLANAN UN PAÇALLARININ DEĞİŞİK DEPOLAMA KOŞULLARINDA HAMUR VE EKMEK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Özen AKBAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2010

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KEPEK FRAKSİYONLARINDAN HAZIRLANAN UN PAÇALLARININ DEĞİŞİK DEPOLAMA KOŞULLARINDA HAMUR VE EKMEK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Özen AKBAŞ

Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman : Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2010, 123 Sayfa

Juri: Prof. Dr. Adem ELGÜN
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Bu araştırmada, değirmenin kırma ve redüksiyon kısımlarından elde edilen kepekler ayrı ayrı ve %50 oranında karıştırılarak üç farklı kepek çeşidi elde edilmiştir. Bu üç kepek çeşidi direkt ve inceltilerek %20 ikame oranında un paçallarında kullanılmıştır. Hazırlanan un paçalları vakum paketlenmiş ve vakumsuz olarak oda koşullarında 21 gün depolanmıştır. Depolamanın başında ve sonunda unlarda fiziksel ve kimyasal özellikler, hamurda reolojik özellikler, bu unlardan hazırlanan ekmeklerde teknolojik ve kimyasal özellikler belirlenmiştir. Ekmek denemeleri katkısız ve katkılı (fungal alfa amilaz, askorbik asit ve sodyum stearoyl 2-laktilat) olarak gerçekleştirilmiştir. Kepek fraksiyonlarının inceltilmeden kullanılması, hamur stabilitesi, enerji ve direnç değerlerini olumlu yönde etki edip, ekmek içi yumuşaklığı artırırken, katkısız ekmeklerde ekmek hacmi ve gözenek yapısı üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. Kırma kısmından elde edilen kepek, hamur reolojik özellikleri, ekmek hacmi ve ekmek içi sertliğini diğer kepek çeşitlerine göre olumlu yönde etkilemiş ancak redüksiyon kısmından elde edilen fraksiyonları içeren kepek çeşitleri daha cazip kabuk kırmızılığı vermiştir. Un paçallarının 21 gün depolanması ile hamur reolojik özellikleri ve teknolojik ekmek özellikleri gelişmiştir. Vakum depolama hamur direnci, ekmek hacmi ve gözenek yapısı açısından vakumsuz depolamaya göre daha üstün ekmek özellikleri vermiştir.

Anahtar kelimeler: Kepek çeşidi, kepekli un, depolama, vakum

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF FLOUR BLENDS PREPARED WITH DIFFERENT BRAN FRACTIONS ON DOUGH AND BREAD PROPERTIES AT VARIED STORAGE CONDITIONS

Özen AKBAŞ

Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering
Supervisor : Asist. Prof. Nermin BİLGİÇLİ

2010, 123 Page

Jury: Prof. Adem ELGÜN
Prof. Süleyman SOYLU
Assist. Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

In this research, the bran fractions which obtained from break and reduction parts of the mill, was alone and blended with 50% ratio with each other to obtain three types of bran. These bran fractions were used in flour blends at 20% ratio as fine ground or directly. Flour blends stored at room conditions during 21 days with and without vacuum packaged. Physical and chemical properties of flour blends, rheologic properties of doughs and technologic and chemical properties of breads which prepared flour blends were determined at the beginning and at the end of the storage. Bread making experiments were conducted with and without additives (fungal alpha amylase, ascorbic acid, sodium stearoyl 2-lactilate). Usage of bran fraction without milling, affected stability, energy and resistance of douhg positively and increased the crust softness while it showed negative effect on bread volume and pore structure of breads without additives. Bran fraction obtained from break system affected rheologic properties of dough, bread volume, crust hardness positively compared to other bran types, but bran fraction obtained from reduction system gave more attractive crumb color. Rheologic properties of dough and technologic properties of bread improved with 21 days storage of flour blends. Vacuum storage gave superior bread properties in term of dough resistance, bread volume and pore structure compared to storage without vacuum.

Key words: Bran types, flour with bran, storage, vacuum

TEŞEKKÜR

Okul hayatım boyunca ve tez çalışmamın en başından sonuna kadar benden maddi manevi desteğini esirgemeyen ve laboratuar çalışmalarım sırasında bana destek olan sayın danışmanım **Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ**' ye; deneyimleri ile bana sürekli yol gösteren sayın **Prof. Dr. Adem ELGÜN** ve **Prof. Dr. Selman TÜRKER**' e; laboratuar çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen **Arş. Gör. Nilgün Abasız Ertaş** ve **Arş. Gör. Kürşat Demir**' e; her zaman bana destek olan babam **İhsan AKBAŞ**, annem **Zehra AKBAŞ**' a ve laboratuarda benle birlikte çalışan canım ablam Ziraat Yüksek Mühendisi **Özge AKBAŞ**' a; maddi-manevi desteğini esirgemeyen Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi **S. Caner Sezer**' e, Gıda Mühendisi arkadaşım **Seyfullah Kaçmaz**' a ve bu süreçte beni destekleyen ve bana yardımcı olan tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ediyorum.

Konya, 2010

Özen AKBAŞ

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ……..…….…….....…..... 1
2. LİTERATÜR ÖZETİ…….....…….....…… 3
2.1. Buğday Kepeğinin Fonksiyonel Özellikleri……...…... 4
2.2. Buğday Kepeği ve Tam Unun Raf Ömrü Üzerine Yapılan Çalışmalar. 6
2.3. Öğütmenin Etkisi İle İlgili Çalışmalar……..... 8
2.4. Kepek Fraksiyonlarının Un, Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi ... 10
2.5. Ekmek Katkı Maddeleri…….....…..... 14
3. MATERYAL VE METOT…….....…..... 17
3.1. Materyal…….....…….....…... 17
3.2. Metot…….....…….....…..... 17
3.2.1. Deneme planı…….....…..... 17
3.2.2. Ekmek denemeleri…….....…..... 18
3.2.3. Laboratuar analizleri…….....…..... 19
3.2.3.1. Buğdayaın bazı fiziksel özellikleri ……..... 19
3.2.3.2. Un paçalı granülasyonu…….....…... 19
3.2.3.3. Renk…….....…..... 19
3.2.3.4. Kimyasal analizler…….....…..... 20
3.2.3.4.1. Su …….....…..... 20
3.2.3.4.2. Kül …….....…..... 20
3.2.3.4.3. Protein…….....…..... 20
3.2.3.4.4. Yağ …….....…..... 21
3.2.3.4.5. Nişasta…….....…..... 21
3.2.3.4.6. Fitik asit …….....…..... 21
3.2.3.4.7. Mineral madde …….....…... 21
3.2.3.5. Reolojik analizler…….....…..... 22
3.2.3.6. Duyusal analizler …….....…..... 22
3.2.4. İstatistiksel analizler …….....…..... 22
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA……..... 24
4.1. Hammadde Analizleri…….…….....…..... 24
4.1.1. Buğdayın bazı fiziksel özellikleri……..... 24
4.1.2. Buğday öğütme fraksiyonları ve bu fraksiyonlardan hazırlanan un paçallarına ait bazı analiz sonuçları…….. 24
4.1.2.1. Granülasyon…….....…..... 24
4.1.2.2. Renk…….....…..... 25
4.1.2.3. Kimyasal analiz sonuçları……..... 26

4.1.2.4. Mineral madde analiz sonuçları……... 30
4.2. Un Paçallarının Farklı Depolama Ortamlarındaki Bazı Analiz Sonuçları .....……..... 32
4.2.1. Un paçallarına ait renk değerleri…….....…….....…. 32
4.2.1.1. “L “ değeri…….....….....…….....…. 32
4.2.1.2. “a” değeri…….....…….....…. 35
4.2.1.3. b değeri…….....…….....…. 36
4.2.2. Hamur reolojik özellikleri…….....…….....…. 38
4.2.2.1. Farinogram özellikleri…….....…….....…. 38
4.2.2.1.1. Su absorpsiyonu……..…….....…. 38
4.2.2.1.2. Gelişme süresi…….....…….....…. 41
4.2.2.1.3. Stabilite…….....…. 43
4.2.2.1.4. Yumuşama derecesi……..... 45
4.2.2.2. Ekstensogram özellikleri ……..... 46
4.2.2.2.1. Uzayabilirlik…….....…..... 47
4.2.2.2.2. Direnç…….....…..... 50
4.2.2.2.3. Maksimum direnç…….....… 51
4.2.2.2.4. Enerji…….....…..... 52
4.2.3. Ekmekçilik özellikleri…….....…..... 54
4.2.3.1. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim …… 54
4.2.3.1.1. Ağırlık…….....…..... 54
4.2.3.1.2. Hacim…….....…..... 58
4.2.3.1.3. Spesifik hacim…….....…..... 61
4.2.3.2. Simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi ...…….... 62
4.2.3.2.1. Simetri…….....…..... 66
4.2.3.2.2. Gözenek yapısı…….....…..... 67
4.2.3.2.3. İç renk beğenisi …….....…..... 68
4.2.3.2.4. Kabuk renk beğenisi …….....…..... 71
4.2.3.3. Ekmek içi sertlik…….....…..... 73
4.2.3.3.1. 24. saat ekmek içi sertlik ……..…….. 73
4.2.3.3.2. 72. saat ekmek içi sertlik ……..…….. 78
4.2.3.4. Renk…….....…..... 81
4.2.3.4.1. Kabuk rengi…….....…..... 81
4.2.3.4.1.1. Kabuk parlaklığı (L) ……... 81
4.2.3.4.1.2. Kabuk kırmızılığı (a) …….. 87
4.2.3.4.1.3. Kabuk sarılığı (b) ……... 89
4.2.3.4.2. Ekmek içi rengi…….....…..... 92
4.2.3.4.2.1. Ekmek içi parlaklığı (L) …….. 96
4.2.3.4.2.2. Ekmek içi kırmızılığı (a) ……. 99

4.2.3.4.2.3. Ekmek içi sarılığı (b) …….. 100
4.2.3.5. Kimyasal özellikler…….....…..... 102
4.2.3.5.1. Su…….....…..... 102
4.2.3.5.2. Kül…….....…..... 104
4.2.3.5.3. Protein…….....…..... 105
4.2.3.5.4. Fitik asit…….....…..... 106
4.2.3.6. Mineral madde…….....…..... 107
5. SONUÇ VE ÖNERİLER…….....…..... 110
6. KAYNAKLAR…….....…..... 112

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1. Un paçalı hazırlamada kullanılan Bezostaya buğdayına ait bazı fiziksel analiz sonuçları ……..... 25
Çizelge 4.2. Bezostaya buğdayından elde edilen öğütme fraksiyonlarından hazırlanan un paçallarına ait un granülasyon (%) değerleri ……... 25
Çizelge 4.3. Bezostaya buğdayından elde edilen öğütme fraksiyonlarına ait renk değerleri ……..... 26
Çizelge 4.4. Bezostaya buğdayından elde edilen kepek fraksiyonlarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları ……..... 27
Çizelge 4.5. Bezostaya buğdayından elde edilen kepek fraksiyonlarına ait bazı mineral madde miktarı (mg/100g) sonuçları …….. 31
Çizelge 4.6. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarına ait renk değerleri …..... 33
Çizelge 4.7. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarına ait renk değerlerinin varyans analiz sonuçları ……. 33
Çizelge 4.8. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarına ait renk değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ……. 34
Çizelge 4.9. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurlara ait farinogram değerleri ……... 39
Çizelge 4.10. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların farinogram özelliklerine ait varyans analiz sonuçları ……..... 40
Çizelge 4.11. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların farinogram özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ……..... 40
Çizelge 4.12. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurlara ait ekstensogram değerleri …….. 47
Çizelge 4.13. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların ekstensogram özelliklerine ait varyans analiz sonuçları ……..... 48
Çizelge 4.14. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların ekstensogram özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ……..... 49
Çizelge 4.15. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklerin hacim, ağırlık ve spesifik hacim sonuçları..... 55
Çizelge 4.16. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklere ait hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerlerinin varyans analiz sonuçları ……..... 56
Çizelge 4.17. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklere ait hacim, ağırlık ve

spesifik hacim değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ……..... 57
Çizelge 4.18. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi sonuçları …….. 63
Çizelge 4.19. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi değerlerinin varyans analiz sonuçları 64
Çizelge 4.20. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklere ait simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....…..... 65
Çizelge 4.21. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait 24. saat ve 72. saat sertlik (N/cm2) analiz sonuçları..... 74
Çizelge 4.22. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin sertlik değerlerine (N/cm2) ait varyans analiz sonuçları.....… 75
Çizelge 4.23. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin sertlik değerlerine (N/cm2) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ……..... 76
Çizelge 4.24. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait kabuk renk değerleri ……... 82
Çizelge 4.25. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin kabuk renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları……..... 83
Çizelge 4.26. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin kabuk renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ……..... 84
Çizelge 4.27. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait iç renk değerleri …….. 93
Çizelge 4.28. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin iç renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları..... 94
Çizelge 4.29. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin iç renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ……..... 95
Çizelge 4.30. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait bazı kimyasal analiz sonuçları …… 103
Çizelge 4.31. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait bazı mineral madde miktarı (mg/100g) sonuçları…….. 108

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.	Un paçalı parlaklığı (L) üzerine etkili “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu ……..…….	35
Şekil 4.2.	Un paçalı kırmızılığı (a) üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu …….....….	36
Şekil 4.3.	Un paçalı sarılığı (b) üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu ……...….....….	38
Şekil 4.4.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların gelişme süresi üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu ……....	42
Şekil 4.5.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların stabilitesi üzerine etkili “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu.....	44
Şekil 4.6.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların stabilitesi üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….….....	45
Şekil 4.7.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların direnci üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….….....	51
Şekil 4.8.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların enerjisi üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….....……...	53
Şekil 4.9.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde hacim üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….....……	59
Şekil 4.10.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde spesifik hacim üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu ……..…….	62
Şekil 4.11.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde gözenek yapısı üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu ……..…….	68
Şekil 4.12.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde iç renk beğenisi üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu ……...	70
Şekil 4.13.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk renk beğenisi üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu ……..….....	72
Şekil 4.14.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde kabuk renk beğenisi üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu ……...	73
Şekil 4.15.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde 24. saat ekmek içi sertliğine ait “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu……	77

Şekil 4.16.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde 72. saat ekmek içi sertliğine ait “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….	79
Şekil 4.17.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk parlaklığına ait “öğütme x depolama” interaksiyonu …….	85
Şekil 4.18.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk parlaklığına ait “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu.....	86
Şekil 4.19.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk kırmızılığına (a) ait “öğütme x depolama” interaksiyonu …….	88
Şekil 4.20.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde kabuk kırmızılığına (a) ait “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….	89
Şekil 4.21.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk sarılığına ait “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu …….	90
Şekil 4.22.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk sarılığına ait “öğütme x depolama” interaksiyonu …….	90
Şekil 4.23.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk sarılığına ait “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….	91
Şekil 4.24.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde kabuk sarılığına ait “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….	92
Şekil 4.25.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu …….	97
Şekil 4.26.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x depolama” interaksiyonu Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x depolama” interaksiyonu …….	97
Şekil 4.27.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu …….	98
Şekil 4.28.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x depolama” interaksiyonu …….	99
Şekil 4.29.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde ekmek içi sarılığına ait “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….	101
Şekil 4.30.	Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde ekmek içi sarılığına ait “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu …….	102

1. GİRİŞ

Tahıl, *Gramineae* familyası bitkilerinin taneleridir. Ekonomik değeri olan başlıca tahıl çeşitleri buğday, çavdar, arpa, yulaf, çeltik, mısır, sorgum ve darıdır. Buğday, dünyada en yaygın olarak yetiştirilen kültür bitkisidir (Elgün ve Ertugay 1995).

Buğdayın dünyadaki üretim miktarı göz önüne alındığında bitkisel kaynaklı besin olarak insan beslenmesindeki önemi anlaşılmaktadır. Tahıl, kesif besin maddesi kaynağı olarak ayrıcalığa sahiptir. Bu özellikler bitkisel gıda maddeleri ve tahıl tüketiminin artışını teşvik etmekte insanın dengeli beslenme problemini tahıllar lehine artırmaktadır.

Rafine gıdaların medeniyet hastalıkları denilen birçok rahatsızlığa neden olduğunun anlaşılması üzerine tüm dünya az girdili ekolojik gıdalara ilgisini arttırmış, bunlardan erişilebilirliği en kolay ve ucuz olduğu bilinen tane tahıl ve baklagiller büyük önem kazanmıştır (Lai ve ark. 1989b). Bu arada tüm tahıl çeşitleri ekmekten bisküviye, makarnadan kahvaltılık tahıl ürünlerine kadar, çok değişik formlarda kullanılmaya başlanmış, tanenin tüm morfolojik tabakaları (endosperm, kabuk, ruşeym) bir arada çok değişik ürünlere işlenmiştir (Pomeranz 1988).

Özellikle ekonomik bakımdan gelişmiş, refah seviyesi yüksek toplumlarda bir yandan insanların bedensel etkinliklerinin azalması, diğer yandan rafine edilmiş diyet lif içeriği düşük gıdaların beslenmede yaygın bir şekilde kullanılması sonucu kalp-damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı şişmanlık, diyabet ve bağırsak hastalıkları gibi bazı rahatsızlıkların oranı artış göstermiştir (Özboy 1992; Özer 1998). Diyet lifin eksikliğinden kaynaklanan sağlık sorunlarına karşı lifli gıdaların koruyucu etkisi artık açık bir biçimde bilinmekte ve bu hastalıklara karşı önlem olarak; diyetlerin dikkatle seçilip düzenlenmesi ve günlük diyetlerde lif içeriği yüksek gıdaların bulundurulması önerilmektedir (Anonymous 1979; Vetter 1988; Tamerler ve Oakenfull 1991; Özboy 1992; Özer 1998; Jacobs ve ark. 2000; Marquart 2000).

Rafine beyaz una odaklı günümüz değirmencilik teknolojisi, kaliteli ve depolamaya dayanıklı unu sanayinin emrine sunarken, insanın temininde zorlandığı mikro besin elementleri ve besinsel lifçe zengin kepek (kabuk ve aleuron) ve ruşeym kısımlarını hayvan yemi olarak değerlendirmektedir. Son yıllardaki insanın doğal

metabolizmasına en uygun bitkisel gıda olduğuna inanışın artığı tam buğday unu ve kepekli ekmeklerin pazar payları hızla yükselmeye başlamıştır (Ranhotro ve ark. 1990; Rasco ve ark. 1991; Butt ve ark. 2004).

Ekmek bugün dünyada bilinen en eski besin kaynaklarından birisidir. İnsan beslenmesinde birinci derecede öneme sahip vazgeçilmez bir gıda olan ekmeğin, kendine has nötr karakterde bir aromaya sahip oluşu, diğer gıdalar için iyi bir taşıyıcı özellik arz eder. Diğer gıdalara göre daha ucuz ve kolay sağlanabilir, karbonhidrat ve protein kaynağı olması nedeniyle insan beslenmesinde yüksek bir öneme sahiptir (Elgün ve Ertugay 1995). Ülkemizde günlük kalori ihtiyacının % 56' sı ile günlük protein tüketiminin % 50' si yalnız başına ekmekten karşılanmakta olup, kişi başına günlük ekmek tüketimi yaklaşık 400 gramdır (Elgün ve Ertugay 1995; Göçmen 1996).

Literatürde, kepekli ekmeğin besin değeri, raf ömrü ve kalitesine yönelik pek çok çalışma bulunmasına rağmen, kimyasal bileşimleri farklı kaba ve ince kepeğin ayrı ayrı ekmek formülasyonlarında değerlendirilmesine yönelik çok fazla sayıda çalışma olmayıp, var olan çalışmalarda da kaba ve ince kepeğin etki mekanizması ile ilgili birbirine zıt görüşler savunulmaktadır.

Endüstriyel olarak elde edilen kalın ve ince kepek, buğday tanesinin farklı tabakalarını temsil etmekte olup, kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından farklılık göstermekte ve ilave edildiği unlu mamülün kalite özelliklerini önemli derecede değiştirmektedir. Kepekli ekmeklerde ya da tam un ekmeklerinde hacim üzerinde olumsuz etkiye sahip olan bileşen ruşeym olup, öğütme sırasında ince kepek ile birlikte sistemden ayrılmaktadır. Kaba kepek ise yüksek selüloz içeriği ile, ekmek hacmi üzerinde çok önemli etkisi olan gluten içeriğini seyreltici bir bileşendir.

Bu çalışmada kaba ve ince kepeğin bu özellikleri dikkate alınarak, buğdayın % 70 ekstraksiyonla öğütülmesi sonucu elde edilen çeşitli kepek fraksiyonlarının % 20 ikame oranında beyaz una ilave edilmesi sonucunda elde edilen un paçalları vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanıp 21 gün oda koşullarında depolandıktan sonra, katkılı ve katkısız olarak hamur ve ekmek özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Buğday tanesi yaklaşık % 8 kabuk, % 7 aleuron, % 3 ruşeym ve % 82 unsu endosperm tabakalarından oluşur (Elgün ve Ertugay 1995). Öğütme işleminin önemli bir yan ürünü olan kepek; buğday tanesinin meyve kabuğu, tohum kabuğu ve aleuron tabakası ile endospermin dış katmanlarından oluşur. Ayrıca embriyo da çoğu zaman kepekten ayrılmayıp kepek ile birlikte düşünülür (Lai 1986; Hoseney 1986).

Kabuk (perikarp + testa) özellikle selüloz, mineraller ve pigmentler; aleuron tabakası besin değeri yüksek ve suda eriyebilir karbonhidratlar, proteinler, mineraller, lipitler, vitaminler (özellikle B kompleksi) ve fenolikler; ruşeym kısmı ise aleuron gibi eriyebilirliği yüksek proteinler, lipitler, şekerler, enzimler ve özellikle B ve E vitaminince zengindir. Değirmencilikte una esas teşkil eden unsu endosperm tabakası ise, özellikle nişasta deposu olup, ikinci dereceden de önemli düzeyde protein (gluten) ihtiva etmektedir (Elgün ve Ertugay 1995).

Buğday dikkate alındığında perikarp, testa, hyalin ve aleuron tabakaları kepek kısmını oluşturmaktadır. Ortalama olarak bir tanede % 12 oranında kepek bulunur. Kepek, testa muhtevasıyla renk maddelerini içinde bulundurur. Selüloz ve kül bakımından en zengin tabakadır. Aleuron protein ve yağca embriyodan sonra en zengin tabaka olarak kepek içeriği içinde kalır (Elgün ve Ertugay 1995). Buğdayın öğütme fraksiyonları bonkalite, ince kepek, kalın kepek ve ruşeymdir. Bunlar tanede sırasıyla % 1.3, % 8.4, % 16.4 ve % 0.2 oranında bulunurlar. Bu fraksiyonların kimyasal kompozisyonu incelendiğinde ise % 13.5 su esasına göre bonkalitede protein %18.5, ince kepekte %18.5 ve kalın kepekte % 16.7’ dir. Bonkalitede yağ oranı %3.8, ince kepekte %5.2 ve kalın kepekte % 4.6’ dır. Kül değerleri bonkalitede %2.71, ince kepekte %5 ve kalın kepekte % 6.5’ dir. Nişasta, pentozan, toplam şeker değerleri sırasıyla bonkalitede % 41.4, % 4.5 ve % 4.6; ince kepekte % 19.3, % 13.8 ve % 6.7; kalın kepekte ise % 11.7, % 18.1 ve % 5.5 olarak rapor edilmiştir (Elgün ve Ertugay 1995).

2.1. Buğday Kepeğinin Fonksiyonel Özellikleri

Lifli gıdaların sağlık açısından önemi anlaşıldıktan sonra, son yıllarda buğday kepeğinin insan gıdası olarak değeri artmıştır. Bu amaçla kepek değişik şekillerde işleme tabi tutularak ekmeğe, tahıl ürünlerine ve diğer gıdalara katılmaktadır (Özkaya ve Özkaya 2005).

Kepekli ürünler ve tam tahıl ürünleri besinsel olarak, tokluk verici ve en temiz enerji kaynağı olan kompleks karbonhidratları, kısmen tam biyolojik değerde proteinleri, esansiyel yağ asitlerini, B ve E vitaminlerini, bazı biyolojik aktivite minerallerini (P ve Ca) içermektedir (Slavin 2000; Slavin ve ark. 2001; Adam ve ark. 2002).

Kepekli ürünlerin besinsel üstünlükleri yanında fonksiyonel üstünlükleri de vardır. Bileşimindeki dirençli nişasta ve oligosakkaritler ile bunların bağırsakta oluşan kısa zincirli yağ asitleri, gazlar, asetat, bütirat ve propiyonat gibi türevleri, prebiyotik fonksiyon ile bakteri florasını düzenleyerek sindirilemeyen grupları bağırsak hareketleriyle stimüle ederek prebiyotik etki göstermektedirler (Slavin 2000). Bağırsağa ulaşan sindirilmemiş karbonhidratlar, bağırsak mikroflorası tarafından kısa zincirli yağ asitlerine ve gazlara fermente edilmektedir. Bu ürünler bağırsak mukoza hücreleri için yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu karbonhidratlar, dışkının bağırsaktaki geçiş hızını artırmaktadır (Slavin 2000).

Tam tahıl ve buğday ürünleri, yüksek besinsel lif, kompleks karbonhidrat ve trifrüktozan içeriği ile düşük glisemik indekse sahip olup, kandaki glikoz ve insülin seviyesini düşürerek antidiyabetik etki göstermektedirler (Meyer ve ark. 2000; Adam ve ark. 2002).

Tahıl kaynaklı diyet lifinin ve trifruktozanların, LDL sentezini ve kandaki triaçilgliserol seviyelerini, sonuçta koroner kalp hastalıkları riskini düşürerek antikolesterol etki gösterdiği çeşitli araştırmacılarla ortaya konmuştur (Wolk ve ark. 1999; Adam ve ark 2002; Elgün ve Demir 2009). Kandaki trigliserid ve kolesterol seviyelerinin yükselmesine, özellikle kronik kalp hastalıkları için önemli risk taşıyan düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolünün (LDL-C) sebep olduğunu göstermiştir (Anderson ve Tietyen-Clark 1986; Adam ve ark. 2002). Bu konuda kobay fareler

üzerinde bir çok çalışma yapılmış, çeşitli tahılların ve bunların öğütme ürünlerinin kandaki lipit seviyesini düşürücü özelliğinin olduğu tespit edilmiştir (Chen ve ark. 1981; Topping ve ark. 1990; Arjmandi ve ark. 1992; Lund ve ark.1993; Wang ve Klopfenstein 1993; Adam ve ark. 2002). Özellikle de tahıl kaynaklarından diyet lifinin alımı ile kroner kalp hastalıkları riskinin (Wolk ve ark. 1999; Adam ve ark. 2002) ve diyabetin azaldığı bilimsel çalışmalarla (Meyer ve ark. 2000; Adam ve ark. 2002) ortaya konmuştur.

Tanede bulunan tokoferoller, tane de doğal rengi sağlayan kepekteki karotenoidler, fitik asit, glutathion, L-sistein ve fenoliklerden ferulik asit ve tokotrionoller antioksidan etki (Slavin 2000); metabolizma ve endojenik cinsiyet hormonlarının üretimi üzerine etkili izoflavonlar ve lignanlar fitoestrojen etki (Slavin ve ark. 1999; Slavin 2000); proteaz inhibitörleri, L-sistein, doymamış yağ asitleri, sterol ve stanoller, antioksidanlar ve saponinlerin kolon ve göğüs kanseri riskini azaltarak kanserojen metabolitleri etkisiz hale getirip antikanser etki (Slavin ve ark. 1999) göstermektedirler. Vitamin E; hücre içi antioksidan olup çoklu doymamış yağ asitlerini oksidasyona karşı korumaktadır. Fenolik asitler, tanenin kepek kısmında oldukça zengin olup, bu kısma lokalize olmuşlardır. Buğday kepeğinde fenolik asitlerden en yüksek oranda ferulik asit bulunmaktadır. Ayrıca, tahıllarda bulunan fitik asit de antioksidan özellikte bir bileşendir (Onyeneho ve Hettiarachchy 1992; Slavin 2000).

Tam tahıllarda bulunan enzim inhibitörleri, fitik asit, hemaglutinin, fenolik bileşenler ve tanenler anti-besinsel bileşenlerdir. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar neticesinde; proteaz inhibitörleri, fitik asit, fenolik bileşenler ve saponinlerin kolon ve göğüs kanseri riskini azalttığı ve de kandaki glukoz, insülin, kolesterol ve triaçilgliserol seviyelerini düşürdüğü gözlenmiştir (Steinmetz ve Potter 1991; Slavin ve ark. 1999). Tam buğday unu ya da kepekli unlar fitik asitçe zengin olup, bünyesinde bağlı fosfor ve diğer K, Fe, Mg, Zn ve Ca gibi elementlerin biyoyararlılığını önemli ölçüde engellemektedir (Slavin ve ark. 2001; Adam ve ark. 2002; Lopez ve ark. 2003). Ancak mayalı ürünlerde önemli faydalılık artışı gözlenmiştir (Lopez ve ark. 2003; Said-Wahab ve ark. 2004). Öte yandan fitik asit önemli bir antioksidandır (Graf ve ark. 1987).

Diyet lif; insan ince barsağında sindirim ve emilime; kalın barsağında ise tamamen veya kısmen fermantasyona karşı dayanıklı olan bitkilerin ya da karbonhidrat benzeri maddelerin yenilebilir kısımlarıdır (Anonymous 2001). Öğütme teknolojisinde meydana gelen gelişmelerin bir sonucu olarak, protein, sellüloz, hemisellüloz, mineral madde ve B grubu vitaminler bakımından bir hayli zengin olan buğday kepeği, buğday unundan ayrılarak daha düşük randımanlı unlar elde edilmeye başlanmıştır. Tam buğday unundan beyaz una geçişte kepek miktarındaki azalma ile birlikte unun diyet lif içeriği de azalmaktadır (Özboy 1992; Özer 1998).

Düşük kalorili, yüksek lifli, düşük şeker ve tuz içerikli ve daha az katkılı gıdalar daha sağlıklı bir hayat için tüketicilerin tercihi haline gelmiştir (Meuser ve ark. 1994). Bu yüzden düşük glisemik indeksli, önemli protein kaynağı olan, diyet lifi, vitamin ve antioksidan içeren ideal ekmekler dünya üzerinde popüler gıdalar haline gelmiştir (Lopez ve ark. 2001; Dewettinck ve ark. 2008).

Diyet lif içeriği yüksek olan gıdalar rafine gıdalara göre daha fazla miktarda mineral madde içerir. 100 gram buğday kepeği insan vücudunun günlük potasyum, fosfor, bakır, çinko, kükürt ve magnezyum ihtiyacının hemen hemen tamamını karşılamaktadır (Kurucu 1987; Özer 1998). Diğer taraftan diyetteki diyet lif miktarının artması ile dışkı ile atılan mineral madde miktarı da artmaktadır (Persson ve ark. 1987).

2.2. Buğday Kepeği ve Tam Unun Raf Ömrü Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yeni öğütülmüş ham ununun, arzu edilen kalitatif değerine ulaşabilmesi için belli bir süre dinlendirilmeye veya kimyasal ajanlarla olgunlaştırılmaya ihtiyacı vardır. Depolamada amaç gerek unun gerekse saklandığı ortamın özelliklerini kontrol altına alarak bozulmasını önleyerek una erişebileceği en yüksek kalitatif özellikleri kazandırmaktır (Elgün ve Ertugay 1995; Kotancılar 1995).

Kepek ve ruşeym tabaklarını ihtiva eden kepekli un, bazı besinsel değerleri bünyesinde bulundururken, teknolojik açıdan da bazı kayıplara uğramaktadır. Un ve son ürün rengi esmerleşmekte, unda kısa sürede ransid tat gelişmekte, küflenme ve

böceklenme riski artmakta, son ürün rengi de esmer olmakta, ekmek hacmi düşmektedir (Pomeranz 1988; Pyler 1988).

Taze unun rengi koyu, su absorpsiyon gücü düşük, işlenme özellikleri ise yetersizdir. Bu undan üretilen ekmeğin hacmi düşük, tekstürü sert ve bayatlaması ise hızlıdır. Bu olumsuzluklar unların dinlendirilmesi ile giderilebilir. Depolama süresince unun muhafaza kalitesi büyük ölçüde su içeriğine bağlıdır. Atmosferdeki değişimler unun su muhtevasını da etkilemektedir (Pyler 1988; Kotancılar 1995).

Unları dış etkilerden korumak ve taşıma, dağıtım ve depolamasını kolaylaştırmak için paketlenmesi amacıyla çeşitli materyaller kullanılmaktadır. Mekanik etkilere karşı dayanıklı ve hava geçirgenliği yüksek jüt, pamuklu veya polipropilen elyaftan dokuma kumaş torbalar; haşere ve dökülmeye karşı korumalı kraft kağıt torbalar; hava geçirgenliği iyi olmayan ancak fiziki etkenlere karşı esnek olan polietilen torbalardan oluşan çeşitli ambalajlama materyalleri vardır (Elgün ve Ertugay 1995).

Unların depolandığı ortam koşulları un kalitesi açısından oldukça önemlidir. Ürünlerin muhafaza edildiği ortamlarda mevcut kullanılabilir oksijen; oksijen absorbe edici maddelerin kullanımı (Suzuki ve ark. 1985) ya da vakum paketleme (Deng ve ark. 1977; Josephson ve ark. 1985; Santos ve Regenstein 1990) gibi uygulamalarla kontrol edilebilmektedir. Bu uygulamalar antioksidan maddeler ile uygulandığında lipid oksidasyonu önemli düzeyde azalır (Hsieh ve Kinsella 1989).

Değirmenden yeni çekilmiş ham unun istenilen olgunluğa ulaşabilmesi için belirli bir süre dinlendirilmesi gerekir. Glutene bağlı serbest sülfidril grupları oksidasyon sonucu disülfid bağlarına dönüşerek unun kuvvetlenmesini sağlar. Oksidan madde kullanımı ile olgunlaşma süreci hızlanabilir. Oksijenli şartlarda meydana gelen doymamış yağ asitleri oksidasyonla hidroperoksitleri meydana getirerek ileri aşamalarda unda ransid tadı oluşturarak bozulmaya neden olurlar. Depolama ile unun rengi ağarır, absorpsiyon hızı, yoğurmaya karşı toleransı, ilk iki hafta içinde hamurun uzayabilme kabiliyeti, fermentasyon toleransı, gaz tutma kapasitesi, ekmekçilik değeri yükselir (Elgün ve Ertugay 1995).

Unun ekstraksiyon nisbeti depolamada etkili önemli bir faktördür. Yüksek randımanlı unların olgunlaşma süresi daha kısadır. İnce granülasyona sahip unlarda çevre şartlarına maruz kalan yüzey alanı genişlediği için olgunlaşma daha hızlı olur

(Elgün ve Ertugay 1995). Aerasyonu iyi ambalajlar unların hızlı olgunlaşmasını sağlarlar. Nisbi nem % 55-65, sıcaklığın 24-27 ^{0}C, un suyunun % 14' ün altında bulunduğu şartlar 3-4 haftalık olgunlaşma periyodu için optimal sayılır.

Pelikan ve ark. (1982) depolama ile ticari unun kalitesindeki değişmeleri incelemiştir. 22-24 ^{0}C' de depolanan unlarda elastikiyet kaybı, glutende azalma meydana gelmiştir. Yağdaki asit sayısında 5-7 kat ve su tutma kapasitesinde % 10 artma gözlemlenirken reolojik özellikler olumsuz yönde etkilenmiştir.

Yapılan bir çalışmada Kanada sert yazlık buğdayları öğütülmüş ve unlar 30 ^{0}C' de 90 gün boyunca normal ve azotlu atmosfer şartlarında depolanmıştır. Normal atmosfer şartlarında depolanan unların pH' sının düştüğü, azotlu atmosferde depolanan unların ise pH' sında değişme olmadığı ifade edilmiştir. Aynı unların peroksit değerlerinde değişme olmadığı ancak yağ asitlerinde artış olduğu belirtilmiştir (Pyler 1988; Kotancılar 1995).

Üç farklı unun kullanıldığı bir başka çalışmada ise 18 hafta boyunca unlar depolanmış ve yaş öz miktarı, ekmek hacmi ve farinografta unların su absorpsiyonu incelenmiştir. Depolamaya bağlı olarak unun su absorpsiyonunun arttığı; yaş öz miktarında deskriptif olarak bir artış, daha sonra ise azalma olduğu; ekmek hacminde ise depolamaya bağlı olarak bir artışın olduğu ifade edilmiştir (Posner ve Deyoe 1986).

Vitti ve ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada 1 kg' lık kraft kağıt torbalar ve 25kg' lık naylon çuvallar ambalaj materyali olarak kullanılmıştır. Kağıt torbalar içinde 30 ^{0}C' de depolanan unlardan yapılan ekmeklerin hacminin, naylon çuvalda depolanan undan yapılan ekmelere nazaran daha düşük hacim verdiği belirtilmiştir.

2.3. Öğütmenin Etkisi İle İlgili Çalışmalar

Buğdaya uygulanan en önemli işlemlerden birisi de öğütmedir. Öğütme ile kabuk ve endosperm ayrılarak kepek fraksiyonu elde edilir. Kepek fraksiyonu kullanılarak üretilen ekmeklerin kalitelerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar

literatürde mevcuttur (Wootton ve Shams-Ud-Din 1986; Sievert ve ark. 1990; Nelles ve ark. 1998; Özer 1998). Bu çalışmalar arasında kepek örneklerinin farklı iriliklerde öğütülerek ekmeğe ilave edilmesi de yer almaktadır (Zhang ve Moore 1999).

Zhang ve Moore (1999), buğday kepeğinin partikül boyutunun ekmek nitelikleri ve duyusal özellikler üzerine etkisini araştırmıştır. Yaptıkları çalışmada buğday kepeğini kalın (609 µm), orta (415 µm) ve ince (278 µm) olmak üzere üç fraksiyona ayırarak ekmek yapımında kullanmışlardır. Kepek boyutunun ekmeğin özgül hacmini önemli düzeyde etkilediğini, orta irilikte kepek içeren ekmeklerin daha yüksek spesifik hacim ve ekmek hacmi değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Duyusal analiz sonucunda ise ince kepek kullanılarak yapılan ekmeklerin diğer kepek çeşitlerinden yapılan ekmelere göre daha çok beğenildiğini, ekmek kabuğunun daha düzgün olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğütme sonucunda, ince granülasyon ile ruşeym parçalanarak aşırı oksidasyona maruz kalır ve sonuçta esansiyel özellikteki doymamış yağ asitleri, antioksidan özellikteki tokoferoller ve fenolik bileşikler etkinliğini düşürür (Slavin 2000; Prabhasankar ve Rao 2001; Adam ve ark. 2002).

Kihlberg ve ark. (2004), farklı öğütme metotlarının tam buğday ununa etkilerini inceledikleri araştırmalarında; valsli değirmenlerde öğütülen örneklerin taş değirmenlerde öğütülenlere göre zedelenmiş nişasta miktarı, ekstensograf ve farinograf değeri, hamur gelişme süresi ve stabilitesinin daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Bu unlardan yapılan ekmeklerin duyusal özelliklerinin daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir.

Prabhasankar ve Rao (2001) tarafından yapılan bir çalışmada farklı tipteki değirmenlerde öğütülen tam unların özellikleri incelenmiştir. Öğütme sırasında farklı değirmenlerde farklı sıcaklıkların oluştuğu ve bu sıcaklık oluşumu dolayısıyla taş ve diskli değirmenlerde protein degradasyonunun meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca toplam amino asitlerde de, çekiçli ve diskli değirmenlere kıyasla büyük kayıplar tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinden linoleik asit, taş değirmende en düşük seviyelerde iken (% 1.3), bunu sırasıyla diskli (% 2.2), çekiçli (% 2.8) ve valsli (% 3.8) değirmen unları takip etmiştir.

2.4. Kepek Fraksiyonlarının Un, Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi

Una ilave edilen kepek; un, hamur ve ekmek özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Una kepek ilave edilmesi ile gluten ağı yeterince gelişemez ve zayıflar. Bu nedenle hem hamurda yeterli düzeyde gaz tutulamaması hem de hamur elastikiyetinin az olması nedeniyle, fırın sıçraması aşamasında meydana gelen hamur genleşmesi yetersiz kalır ve ekmekler yeterince büyüyemezler (Özer 1998).

Belirli kıvamda hamur elde edebilmek için una katılması gereken su miktarı o unun su absorbe etme yeteneği olarak adlandırılır. Ekmek yapımında kullanılacak unların su absorbsiyonlarının yüksek olması istenir (Uluöz 1965). Çünkü unların su absorbsiyonları unun içerdiği protein miktarına bağlı olarak değişir. Genel olarak protein miktarı fazla ve gluten kalitesi iyi olan unların daha fazla su absorbe ettiği ve böyle unların iyi bir pişme performansı gösterdiği kabul edilmektedir (Ünal 1979; Bloksma 1990; Özer 2000).

Una ilave edilen kepekte bulunan pentozanlar, hamurdaki suyu absorbe etmek için nişasta ve gluten proteinleriyle yarış yaparak gluten kompleksinin yeterince hidrate olmasını engellemekte böylece öz yapısı tam teşekkül edememektedir. Çünkü gluten ancak tamamen hidrate olduğu zaman kendine özgü özellikler (elastik ve plastik) kazanmakta, bu sayede hamurun düzenli bir şekilde kabarmasını ve gaz tutma kabiliyetinin artmasını sağlamaktadır (Hoseney 1986; Lai 1986).

Hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan cihazlardan biri olan farinograf, unun su absorbsiyonunu ve bu undan hazırlanan belirli kıvamdaki hamurun yoğrulma özelliklerini ölçer ve kaydeder. Gelişme süresi, hamurun yoğurmanın en etkin olduğu noktaya gelmesi için gereken suyu alma hızıdır. Gelişme süresi kısa ise bu hidratasyonun çok çabuk gerçekleştiğini, uzun ise suyun unun içinde bulunan çeşitli maddeler tarafından çok daha yavaş alındığını, yoğurma süresinin uzayacağını veya öz miktarı ve kalitesinin yüksek olduğunu ifade eder. Kuvvetli unların gelişme süresi zayıf unlara göre daha fazladır (Bushuk 1985; Pyler 1988).

Hamur stabilitesi hamur kuvvetinin bir göstergesidir ve bu sürenin uzun olması istenir. Kısa stabilitesi olan hamurların yoğurma toleransları stabilite süresi uzun olan hamurlara göre daha azdır (Walker ve Hazelton 1996). Hamurun yoğrulma özelliklerini etkileyen etmenlerin başında gluten miktarı ve kalitesi gelmektedir (Wieser ve ark. 1998). Gluten miktarı ve kalitesi yüksek olan unların stabiliteleri de yüksek olur. Kepek, toplam protein bakımından zengin olsa da, öz oluşturan gliadin ve glutenin proteinlerini içermez (Pyler 1988). Kepek ilave edilmiş undan hazırlanan hamurlarda kepek ilavesine bağlı olarak gluten proteinleri seyrelir ve ağ oluşumu sınırlandırılır ve sonuçta gelişme süresi artarken stabilite değeri azalır (Özboy 1992; Özer 1998). Kullanılan kepek oranı arttıkça yoğurma süresi uzar (Shogren ve ark. 1981). Su absorpsiyon kapasitesi yüksek ve partikül boyutu büyük olan kepeklerin kullanıldığı hamurlarda hamurun gelişme süresi daha uzun olur dolayısıyla ince kepeğe göre yoğurma süresi de artar (Özer 1998; Katina 2003).

Kepek içeren hamur yoğrulmaya başlandığında kepek suyu hızlı bir şekilde absorbe eder. Hamurun daha su ihtiyacı olduğu düşünülse de yoğurma ilerledikçe hamurun yapışkan ve tekdüze olduğu, elastikiyet ve elle işlenebilme özelliklerinin standart hamur ile aynı olduğu görülür. Hamur bu durumda optimum yoğurma zamanına ulaşır. Bu nedenle kepekli ekmeklerin aşırı yoğrulmaya karşı toleransları sınırlıdır (Katina 2003).

Hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir cihaz ise ekstensograftır. Bu cihaz; hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ile uzama yeteneğini özel grafik kağıdı üzerine ekstensogram halinde çizer (D'Appolonia and Kunerth 1984; Elgün ve ark. 2005). Kepek, gluten ağını yer yer kesintiye uğratarak süreklilik göstermesine engel olduğu için, hamurun uzayabilirliğini sınırlandırıp elastikiyeti düşürmektedir. İlave edilen kepekte bulunan hemisellülozlar, hamurda bulunan suyu absorbe etmek için gluten ve diğer un bileşenleri ile yarış halindedir. Söz konusu rekabet ortamında hemisellülozların yüksek su bağlama kapasiteleri nedeniyle, gluten yeterince hidrate olamaz ve hamurun elastik özelliği tam olarak gelişemez (Spies 1989). Gluten ağının zayıflaması ya da gluten oluşumunun sınırlandırılması dolayısıyla hamurun maksimum direnç değeri azalır (Özer 1998).

Seyer ve Gelinas (2008), yaptıkları çalışmada tam buğday ununda hazırladıkları hamurun su absorpsiyonunun % 64-66 olduğu ifade etmişlerdir. Bu

oranın beyaz undan hazırlanan hamurun su absorpsiyon değerinden % 8-12 kat daha yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı çalışmada kolay kırılabilen kepek içeren tam buğday unundan hazırlanan ekmeğin çok düşük spesifik hacme sahip olduğu ifade edilmiştir.

Özboy ve Köksel (1997), yaptıkları bir çalışmada Bezostaya ve Gerek buğday çeşitlerini kullanarak unun farinogram, ekstensogram özelliklerini ve ekmek pişirme sonuçlarını incelemişlerdir. Farinaogram denemelerinde her iki çeşidin ince kepeğinin ve Bezostaya kalın kepeğinin artan seviyelerde ilavesi, gelişme süresi ve stabilite değerini azaltmış fakat özellikle Bezostaya ve Gerek unu örneklerinin yoğurma toleransını artırmıştır. Ekstensogram denemelerinde her iki çeşidin ince kepeğinin ve Bezostaya buğdayının kalın kepeğinin artan seviyelerde ilavesi maksimum direnci ve kürve altında kalan alanı önemli ölçüde azaltmıştır. Aynı çalışmada zayıf gluten özelliğine sahip Gerek çeşidinden elde edilen una Gerek kalın kepeğin ilave edildiğinde hamurun reolojik özelikleri üzerinde güçlendirici bir etkiye neden olduğu belirlenmiştir. Bezostaya ununa Gerek kalın kepeğinin ilavesi Bezostaya kalın kepeğinin aksine farinogram özellikleri üzerinde güçlendirici bir etki göstermiştir. Bununla birlikte Gerek kalın kepeğini de içeren tüm kepekler pişirme kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahip bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda kepek ilave edilerek kabul edilebilir nitelikte ekmek elde edilebilmek için kepek seviyenin düşük tutulması gerektiği, artan kepek ilavesine koşul olarak kepeğin hamur yapısının bozulduğu ve pişme kalitesini olumsuz yönde etkileyerek ekmek hacmi ve ekmek içi elastikiyetinin düştüğü ifade edilmiştir (Pomeranz ve ark. 1976; Sosulski ve Wu 1988; Rao ve Rao 1991; Laurikainen ve ark. 1998; Marttila ve ark. 2001). Çeşitli araştırmacılar ekmek hacminin düşüş sebebini kabuk selülozunun seyreltici etkisi ve özellikle de ruşeymdeki indirgen özellik gösteren glutatyon mevcudiyeti ile açıklamıştır (Pomeranz 1988; Pyler 1988; Sievert ve ark. 1990). Ayrıca kepek, gaz üretiminden ziyade açığa çıkan gazın tutulmasını da olumsuz yönde etkiler (Pomeranz ve ark. 1977). Gan ve ark. (1989) ise kepek partiküllerinin nişasta-gluten ağına da zarar verdiğini ve gaz hücrelerinin genleşmesini sınırlandırdığını bildirmişlerdir. Yine yapılan bir çalışmada glutatyonun “S-S” bağlanmalarına katılarak gluten proteinlerinin güçlü bir ağ oluşturmasını engellemesinin, sınırlı ölçüde de olsa

proteazların gluten proteinlerini parçalamasının, aktif fenolik bileşiklerin ve lipidlerin kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonları sonucu hamurun redoks potansiyelinde meydana gelen değişmenin kepek ilavesi ile meydana gelen zayıflamada değişik derecelerde etkili olduğunu bildirmiştir (Özer 1998).

Butt ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada esmer una % 10 oranında kepek ilave edilmesiyle elde edilen ekmeklerin, tam buğday unu kullanılarak hazırlanan ekmeklerle benzer duyusal ve yapısal özelliklere sahip olabildikleri ifade edilmiştir.

De Kock ve ark. (1999), ısıl işlem görmüş kepeğin ısıl işlem görmemiş kepekten daha az miktarda ekmek hacmini azalttığını tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada kepek partikül iriliği azaldıkça ekmek hacminin azaldığı, fakat ince kepeklerin ısıl işlem görmesiyle orijinal ekmek hacminin oluşacağı tespit edilmiştir.

Zhang ve Moore (1999), yaptıkları çalışmada buğday kepeğinin partikül iriliğinin ekmek spesifik hacmi ve ekmek duyusal kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Orta partikül iriliğindeki (415µm) buğday kepeğini içeren ekmek, kalın veya ince kepek içeren ekmekten önemli ölçüde daha fazla ekmek spesifik hacmine sahip olmuştur. İnce kepek en düşük ekmek spesifik ekmek hacmine sahip olmuştur. Kalın kepek içeren ekmeklerin duyusal kalitesinin uygunluğu daha az olarak değerlendirilmiştir.

Shogren ve ark. (1981), ilave edilen kepeğin miktarı arttıkça ekmek içi renginin koyulaştığını ve ekmek içindeki renk değişiminin ekmek kabuğundaki değişime göre daha belirgin olduğunu belirtmiştir. Tam buğday unu ya da kepekli un kullanılarak üretilen fırın ürünleri diğer fırın ürünlerine göre daha esmer renkli ürünler vermektedir. Bu değişimde oksidasyon, Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları besinsel değeri olumsuz etkilerken, doğal pigmentasyonu sağlayan karotenoid ve flavanoid renk maddeleri antioksidan olarak rol oynamaktadır (Slavin 2000). Yüksek randımanlı unlardan yapılan fırın ürünleri daha yüksek akrilamid oluşumu göstermektedirler. Uzun süreli maya fermantasyonu bu oluşumu sınırlayabilmektedir (Fredriksson ve ark. 2004).

Katina (2003), ekmeğe kepek ilavesinin alışılmışın dışında bir tat ve koku verdiğini ve kepek miktarının belirli konsantrasyona kadar katıldığında duyusal özelliklerinin kabul edilebilir olduğunu aksi takdirde katılan farklı kepek çeşitlerinin

fırın ürünlerine alışılmışın dışında bir tat ve koku özelliği verdiğini ifade etmiştir. Yine duyusal özellikler, görünüm, ağızda hissedilen algılar, lezzet ve çiğneme gibi özelliklerin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmiştir.

Özer (1998), kepek miktarının en fazla % 30 düzeyine kadar kullanılmasıyla elde edilen ekmeklerin kokularının panelistlerce yadırganmadığını, tat ve aromalarının beğenildiğini, duyusal özellikler üzerinde kepek parçacık boyutunun önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Kepekli ekmek üretiminde bileşime kepek girmesiyle ekmeklerin ekmek içi gözenek yapıları bozulmakta, daha sıkı bir gözenek ve tekstür yapısının oluşmasının bir sonucu olarak da ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değerleri azalmaktadır (Gül 2007).

Sidhu ve ark. (1999); yüksek lif içerikli tost ekmeğinin tam buğday unu kullanılarak yapılan ekmeğe göre mineral madde, protein, yağ ve toplam diyet lif açısından daha zengin olduğunu bildirmişleridir. Kepek oranının artışına paralel olarak ekmeğin diyet lif içeriğinin arttığı, bununla birlikte ekmeğin renginin, tekstürünün, duyusal özelliklerinin ve pişme kalitesinin olumsuz yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

2.5. Ekmek Katkı Maddeleri

Ekmeğin besin değerini artırmak, bayatlamayı en düşük seviyelerde tutmak veya ekmeğin bozulması önlemek amacıyla çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Genellikle ekmek üretimi sırasında yüzey aktif maddeler (surfaktanlar), oksidanlar ve enzimler kullanılır.

Yüzey aktif maddeler polar ve polar olmayan uçlara sahiptirler. Ayrı fazlar oluşturan iki sıvı arasındaki yüzey gerilimini azaltarak emülsiyon kararlılığını geliştirirler. Hamurda suyu tutarak gluten gelişimini teşvik ederek su ve yağ emülsiyonunu oluştururlar. Böylece hamur yapısı kuvvetlenir, gaz tutma yeteneği artar. Artan gaz tutma kapasitesine bağlı olarak bu hamurlardan yapılan ekmeklerin hacmi ve ekmek içi yumuşaklığı artar. Ayrıca, nişasta ile kompleks oluşturarak

nişasta jellerinin retrogradasyon hızlarını azaltıp bayatlamayı geciktirirler. Hamur güçlendirmek amacıyla mono ve digliseritlerin diasetil tartarik asit esterleri (DATEM), sodyum steorol 2-laktilat (SSL) ve kalsiyum stearol 2-laktilat (CSL) gibi yüzey aktif maddeler kullanılır. Bu maddelerden SSL, hidroskobik özellikleri yok denecek kadar az olan ve yağda-su tipi emülsiyonlarda emülsiyon teşkil edici lipofilik karakterde bir maddedir. Uygun miktarda kullanılan SSL, fırın ürünlerinde kaliteyi arttırıcı rol oynar (Ünal 1980; Krog 1981; Pisesookbunterng ve D'Appolonia 1983; Bruinsma ve Finney 1984; Ercan ve Özkaya 1986; Deffenbaugh 1997; Özkaya ve Özkaya 1992; Elgün ve Ertugay 1995; Özer ve Altan 1995).

Önemli ekmek katkı maddelerinden olan oksidanlar, una genellikle yoğurma aşamasında ilave edilmekte ve gluten proteinlerinin yapısındaki sülfidril gruplarını oksitleyerek disülfit bağlarına dönüştürmektedir. Askorbik asit indirgen bir madde olmasına rağmen yoğurma sırasında enzimatik oksidasyonla dehidroaskorbik aside dönüşmekte ve un proteinleriyle oksidan olarak reaksiyona girmektedir. Oksidan ilavesi ile gluten matriksi daha çabuk oluşmakta ve öz yapısı kuvvetlenerek daha dirençli bir hamur elde edilmektedir. Mevcut hamurun viskozitesi ve elastikiyeti artarak, gaz tutma yeteneği gelişmekte ekmekte belirgin bir hacim artışı olmaktadır. Ekmek içi tekstürü ve gözenek yapısı iyileşmekte, ekmek içi rengi düzelerek daha beyaz bir görünüm kazanmaktadır (Altan 1986; Miller ve Hoseney 1999; Bahar 2001; Çelik ve ark. 2001; Karacan ve ark. 2004; Erkul ve ark. 2005).

Ekmek katkı maddelerinde bir diğer grup ise enzimlerdir. Enzimler canlı mikroorganizma tarafından üretilen protein tabiatındaki biyolojik katalizörlerdir. Hububat enzimleri hidrolozlar ve oksidazlar olarak sınıflandırılır. Hidrolaz grubunda yer alan amilazın bir çeşidi olan fungal alfa amilaz ise en yaygın kullanılan enzim preparatıdır. Alfa amilaz nişasta taneciğine rastgele noktalardan hücum ederek α-1.4 glikozidik bağlarını kırar (Elgün ve Ergutay 1995). Fungal alfa amilaz sıcaklığa dayanıklı olduğu ve ekmek kalitesini olumlu yönde etkilediği için en çok tercih edilen enzimdir (Richardson ve Hypslon 1985; Bilgiçli ve ark. 2003). Fungal alfa amilaz, hamurun gaz tutma kapasitesini artırarak ekmek hacmini artırır. Buna bağlı olarak ekmek içi yumuşar, kabuk yapısı ve kabuk rengi iyileşir (Moss 1989; Rasco ve ark. 1991; Hammer 1995). Muhtemelen alfa amilaz nişastanın jelatinizasyon viskozitesini azaltarak daha iyi bir fırın sıçraması sağlar. Ayrıca alfa amilaz, nişastayı

kısmen hidrolize edip dekstrinleri açığa çıkarmak suretiyle ekmeğin bayatlama hızının azalmasında etkili olur (Si 1997).

Yapılan bir çalışmada 30 ppm düzeyinde kullanılan L-askorbik asidin farinogramda gelişme süresini artırdığı, daha yüksek miktarlarda kullanıldığında ise indirgen özelliği sonucu gelişme süresinde düşmeye neden olduğu; yüksek protein miktarına sahip unların oksidasyon ihtiyacı daha fazla olduğu için kuvvetli unlarda yoğurmaya karşı toleransı düşürdüğü; L-askorbik asidin artan seviyelerine karşı stabiliteyi artırdığı ifade edilmiştir (Elgün 1981).

% 20 kepek ilave edilen formülasyonlarda hamur ve ekmek özelliklerini iyileştirmek için % 1.5-2 DATEM ve 100-125 mg/kg askorbik asit kullanımının beğenilir nitelikte ekmek üretime neden olduğu ifade edilmiştir (Özer 1998). Yine benzer şekilde literatürde askorbik asit ile kullanılan DATEM' in kolay işlenebilir hamur oluşumunu sağladığı, hamurun fermentasyon stabilitesinin, elastikiyetinin, fırın sıçramasının ve hacminin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Mettler ve Seibel 1993; Ravi ve ark. 2000; Azizi ve Rao 2004).

Sosulki ve Wu (1988), SSL' in kepekli ekmeklerde özellikleri iyileştirerek ekmek hacmini arttırdığını ve tekstürü iyileştirerek daha tekdüze bir gözenek dağılımı sağladığını bildirmişlerdir.

Rao ve Rao (1991), % 0.5 sodyum stearol 2- laktilat ve 60 mg/kg askorbik asit kullanımının kepekli ekmeğin niteliklerini iyileştirmede yararlı olduğunu ifade etmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Konya Ticaret Borsası' ndan temin edilen *Bezostaya-1* ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Ekmek formülasyonlarında kullanılan rafine sofra tuzu ve taze yaş maya piyasadan temin edilmiştir. Katkılı ekmek üretiminde askorbik asit (HBI, Shangai, China), fungal alfa amilaz (60000 SKB, Novazym, Polonya) ve sodyum stearol 2-laktilat (Palsgaard A/S, Juelsminde, Danimarka) kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Bezostaya çeşidi buğdaylar, laboratuar tipi valsli değirmende (Chopin, CD 1, Villeneuve La Garenne, Fransa) % 70 randımanla öğütülerek beyaz un ve kepek fraksiyonları elde edilmiştir. Kepek fraksiyonları, kırma bölümünden direkt elde edilen **kırma kepek (KK)**, redüksiyon bölümünden elde edilen **redüksiyon kepek (RK)** ve bu iki kepek çeşidinin % 50 oranında karıştırılmasıyla elde edilen **karışık kepek (KRK)** olarak sınıflandırılmıştır.

Elde edilen bu üç kepek çeşidinin çekiçli değirmende (Perten-3100 Laboratuvar Değirmeni, Perten Instruments, AB, Huddinge, İsveç) öğütülmesiyle inceltilmiş kepek fraksiyonları **öğütülmüş kırma kepek (KKİ), öğütülmüş redüksiyon kepek (RKİ) ve öğütülmüş karışık kepek (RKİ)** elde edilmiştir.

Elde edilen altı adet kepek çeşidi % 20 ikame oranı ile valsli değirmenden elde edilen beyaz un ile karıştırılarak un paçalları elde edilmiştir.

Buğdaylar öğütülür öğütülmez paçallar hazırlanıp katkılı ve katkısız olmak üzere aynı gün (0.gün) ekmekleri üretilmiştir. Vakum koşulları için un paçalları polietilen ambalajlara 250 g' lık partiler halinde yerleştirilerek vakum makinesinde (Henkelman, Boxer 42, Hollanda) 21 m^3/h pompa gücünde 20 sn sürede vakumlanarak kapatılmıştır. Yine aynı gün içerisinde hazırlanan paçallar vakumlu ve vakumsuz olarak oda koşullarında 21 gün depolanmıştır. 21 gün bekletilen paçal örneklerinden tekrar ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Ekmek denemeleri, farklı paketleme koşullarında hazırlanarak depolanan un paçallarından katkısız ve katkılı (sodyum stearol 2-laktilat, fungal alfa amilaz ve askorbik asit) (2x3x3)x2 faktöriyel deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark. 1987).

3.2.2. Ekmek denemeleri

AACC 10-10' da verilen direkt ekmek pişirme metodu modifiye edilerek 100g un esasına göre; % 3 maya, % 1.5 tuz ve farinografta elde edilen su kaldırma değerinin 2 puan üzeri su kullanılarak ekmek pişirme denemeleri gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1990). Katkı içeren denemelerde 100 g un esasına göre % 0.5 sodyum stearol 2-laktilat, 50 ppm askorbik asit ve % 0.05 fungal alfa amilaz sabit katkı olarak tüm ekmek denemelerinde kullanılmıştır. Hamurlar, olgun hamur elde edilene kadar yoğrulmuştur. Elde edilen hamurlar 30+30 dakika kitle fermantasyonuna tabi tutulmuşlardır. Ekmek hamuru havalandırılıp şekillendirildikten sonra 60 dakika dinlendirilip, 250 °C' de ki fırında (Arçelik ARMD-580, İstanbul, Türkiye) 12 dakika süreyle pişirilmiştir.

Pişen ekmekler 30 dk dinlendirildikten sonra ağırlıkları ve hacimleri ölçülmüştür. Ekmeklerin spesifik hacim değerleri ekmek hacminin ekmek ağırlığına oranlanması ile hesaplanmıştır (Elgün ve ark. 2005).

1. günün sonunda ekmeklerin kabuk renk beğenisi, iç renk beğenisi, simetri, gözenek değerleri 1-5 puan arasında değerlendirilmiştir.

Sertlik ölçümü için ekmek tekerrürlerinden biri 24 saat, diğeri 72 saat sonra polietilen torbadan çıkarılmıştır. Özel yapılmış kalıbın içerisine oturtulan ekmek,

testere ağızlı bıçak ile 20 mm kalınlığında 5 dilime kesilmiştir. Orta dilimin iki yanında kalan dilimlerin dışa bakan yüzeylerinden, biyolojik test cihazı kullanılarak 5 mm' lik baskı derinliğinde Aydın ve Öğüt (1991)' e göre sertlik değeri (Newton/cm^2) belirlenmiştir.

3.2.3. Laboratuar analizleri

3.2.3.1. Buğdayın bazı fiziksel özellikleri

Un ve ekmek üretiminde kullanılan buğdayın hektolitre ağırlığı (kg/hl), bin tane ağırlığı (g), camsılık değeri (%) ve irilik dağılımı (%) değerleri Elgün ve ark. (2005)' nın metoduna göre yapılmıştır.

3.2.3.2. Un paçalı granülasyonu

Un paçallarının granülasyon değerleri Elgün ve ark. (2005)' nın metoduna göre 1400, 1000, 500, 212, 140 µ' luk elekler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.3. Renk

Un paçallarının ve ekmeklerin renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak "L" [(0) siyah-(100) beyaz], "a" [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve "b" değerleri [(+) sarı, (-) mavi] (L, a, b) değerleri ölçülmüştür (Oliver ve ark. 1992).

3.2.3.4. Kimyasal analizler

3.2.3.4.1. Su

Buğday unu ve kepekli un paçalları ve bunlardan yapılan ekmek örneklerinde 135 ^{o}C' de 2.5 saatlik kurutma uygulaması ile AACC (44-19) metoduna göre su miktarı tayin edilmiştir (Anonymous 1990).

3.2.3.4.2. Kül

Hammaddelerin ve bu hammaddelerin karıştırılması ile elde edilen un paçallarından hazırlanan ekmeklerin kül miktarı tayini AACC 08-01 metoduna göre, örneklerin kül fırınında 500 ^{o}C' de yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1990).

3.2.3.4.3. Protein

Protein tayini AACC 46-12 metoduna göre, Kjeldahl yöntemiyle yapılmış olup buğday unu için 5.70, ekmekler için 6.25 çarpım faktörleri kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

3.2.3.4.4. Yağ

Un paçalları ve ekmek örneklerindeki yağ miktarının belirlenmesinde, AACC 30-25 metodu kullanılmıştır (Anonymous 1990). Kurutulmuş örnekler Soxhlet cihazında dietil eter ile ekstrakte edildikten sonra, solventin uzaklaştırılması ile elde edilen yağ miktarı % ham yağ olarak belirlenmiştir.

3.2.3.4.5. Nişasta

Un paçallarının nişasta miktarı tayini Ewers metodu kullanılarak AOAC, 14.032' e göre gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1980).

3.2.3.4.6. Fitik asit

Hammadde ve ekmeklerde fitik asit analizleri kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır (Haugh ve Lantzsch 1983). Örnekler 0.2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir III çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmüştür. Serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenerek, elde edilen sonuçlardan fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

3.2.3.4.7. Mineral madde

Un ve ekmek örneklerdeki Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn ve miktarları tayini için, 0.5 g kuru örnek 10 ml (HNO_3 + H_2SO_4) kullanılarak mikrodalga yakma sisteminde (Mars 5, CEM Corporation, USA) yaş yakma metoduyla yakılmış, elde

edilen süzüklerde mineral madde içerikleri ICP-AES (inductively-coupled plasma spectrometer) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tayin edilmiştir (Skujins 1998).

3.2.3.5. Reolojik analizler

Ekmek hamurlarında, Farinograf ve Ekstensograf analizleri AACC 54-21 ve AACC 54-10' a göre gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1990). Farinogram değerleri (Su absorpsiyonu, gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesi) Brabender Faringraf-E (Brabender Gmbh, CO. KG, Duishburg, Almanya) kullanılarak; ekstensogram değerleri (Uzayabilirlik, direnç, max. direnç, enerji) ise Brabender Ekstensograf-E (Brabender Gmbh, CO. KG, Duishburg, Almanya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Ekstensografta yapılan çalışmada hamurların 45, 90 ve 135. dakika ekstensogram değerleri belirlenmiştir. Ekmek yapım süresi göz önünde bulundurularak 135. dakika ekstensogram değerleri kullanılmıştır.

3.2.3.6. Duyusal analizler

Ekmeklerin duyusal değerlendirmesinde Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde görevli 30-55 yaşları arasındaki panelistler yer almıştır. Tüm ekmek örnekleri simetri, ekmek içi gözenek yapısı, ekmek içi rengi ve ekmek kabuk rengi beğenisi bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 1-5 arasındaki skala (1-çok kötü, 5-çok iyi) kullanılmıştır.

3.2.4. İstatistiksel analizler

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde TARİST (Version 4.0, İzmir) programı kullanılmıştır. Sonuçlar varyans analizine tabi

tutulmuş ve ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde tartışılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analizleri

4.1.1. Buğdayın bazı fiziksel özellikleri

Un ve ekmek üretiminde kullanılan buğdayın bazı fiziksel özellikleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Bezostaya buğdayında hektolitre ağırlığı 87.05 kg/hl, bin tane ağırlığı 41.27 g, camsılık % 77 olarak bulunmuştur. İrilik dağılımında, buğdayın % 79.7' si, 2.8-3.35 mm elekler arasında bulunmuştur. Türker ve Elgün (1997), yaptıkları bir çalışmada yüksek proteinli Bezostaya buğdayına ait hektolitre ağırlığını 82.40 kg bulurken, bin tane ağırlığını 36.97 g ve camsılığı % 80.76 olarak belirlemişlerdir.

4.1.2. Buğday öğütme fraksiyonları ve bu fraksiyonlardan hazırlanan un paçallarına ait bazı analiz sonuçları

4.1.2.1. Granülasyon

Buğday unu ve buğdayın öğütülmesi ile elde edilen farklı kepek fraksiyonlarının %20 ikame oranında beyaz buğday ununa ilave edilmesiyle hazırlanan un paçalı örneklerine ait granülasyon dağılımı Çizelge 4.2' de verilmiştir. Öğütülmemiş kepek fraksiyonlarında kırma kısmından elde edilen kepeği içeren (KK) un paçallarının % 41.61' i 1000-1400 µ arasında iken, redüksiyon kısmından elde edilen kepeği içeren (RK) un paçallarının partiküllerinin % 42.20' si 212-500 µ arasında olduğu bulunmuştur. Öğütülmüş fraksiyonlarda ise KKİ içeren un paçallarının % 36.81' inin 500-1000 µ arasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Un paçalı hazırlamada kullanılan Bezostaya buğdayına ait bazı fiziksel analiz sonuçları

Örnek	Hektolitre ağırlığı (kg/hl)	Bin tane ağırlığı (g)	Camsılık (%)	İrilik dağılımı (%)			
				<2.5mm	2.5-2.8mm	2.8-3.35mm	3.35mm<
Bezostaya	87.05	41.27	77.0	2.3	10.5	79.7	7.5

Çizelge 4.2. Bezostaya buğdayından elde edilen öğütme fraksiyonlarından hazırlanan un paçallarına ait un granülasyon (%) değerleri [*]

Fraksiyon [**]	<140µ	140-212µ	212-500µ	500-1000µ	1000-1400 µ	1400µ<
KK	0.23±0.04^{e}	0.21±0.01^{e}	3.45±0.07^{d}	18.29±0.44^{c}	41.61±0.86^{a}	36.21±0.30^{b}
RK	3.83±0.18^{d}	19.70±0.42^{c}	42.20±0.28^{a}	32.88±0.54^{b}	1.33±0.18^{e}	0.06±0.07^{f}
KRK	1.98±0.11^{f}	9.60±0.28^{e}	22.86±0.51^{b}	26.20±0.57^{a}	21.33±0.47^{c}	18.03±0.52^{d}
KKİ	0.97±0.1^{d}	17.35±0.21^{b}	36.75±0.35^{a}	36.81±0.86^{a}	7.91±0.58^{c}	0.21±0.11^{d}
RKİ	6.73±0.10^{c}	39.86±0.51^{a}	39.76±0.37^{a}	13.65±0.35^{b}	-	-
KRKİ	3.68±0.25^{d}	28.15±0.21^{b}	38.05±0.49^{a}	25.89±0.69^{c}	4.10±0.14^{d}	0.13±0.03^{e}
BU	17.30±0.42^{b}	82.03±0.81^{a}	0.67±0.24^{c}	-	-	-

[*] Aynı harfle işaretlenmiş olanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p< 0.05)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Çizelge 4.2' ye göre buğday ununun (BU) tamamına yakını (% 99.33) 212 µ' dan küçük partiküle sahiptir. Kepek fraksiyonlarına ait un paçallarının BU' na göre daha büyük partiküllü olduğu, redüksiyon ve kırmadan direkt elde edilen paçal örneklerinin, öğütülmüş fraksiyonlardan elde edilen paçal örneklerinden daha büyük partiküllere sahip olduğu belirlenmiştir.

4.1.2.2. Renk

Kepek fraksiyonları ve BU' na ait renk değerleri Çizelge 4.3' de verilmiştir. Kepek fraksiyonlarında "L", "a" ve "b" değerleri sırasıyla % 66.57-80.43, % 3.12-7.21 ve % 14.47-19.23 arasında bulunmuştur.

RKİ en yüksek "L" değerini (80.43±0.36) verirken, KK fraksiyonunda bu değer (66.57±0.19) en düşük seviyede bulunmuştur (Çizelge 4.3). "L" değeri genel olarak redüksiyon kısmından elde edilen fraksiyonlarda daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Bezostaya buğdayından elde edilen öğütme fraksiyonlarına ait renk değerleri [*]

Fraksiyon [**]	L	a	b
KK	66.57±0.19 [g]	7.21±0.27 [a]	19.23±0.98 [a]
RK	75.76±0.19 [e]	4.42±0.02 [c]	16.10±0.28 [bc]
KRK	71.67±0.20 [f]	5.62±0.05 [b]	17.54±1.81 [ab]
KKİ	77.78±0.18 [d]	4.22±0.13 [c]	15.86±0.47 [bc]
RKİ	80.43±0.36 [b]	3.12±0.10 [e]	14.47±0.25 [c]
KRKİ	78.86±0.37 [c]	3.80±0.11 [d]	15.38±0.08 [bc]
BU	94.04±0.39 [a]	-1.03±0.06 [f]	9.67±0.18 [d]

[*] Aynı harfle işaretlenmiş olanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p< 0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Her iki kısımdan elde edilen karışık kepek fraksiyonlarının "L" değeri ise kırma ve redüksiyon kepek fraksiyonlarından elde edilen "L" değerlerinin arasında bulunmuştur. Öğütme ile fraksiyon çeşidine bağlı olarak parlaklığın arttığı Çizelge 4.3.' den görülmektedir.

Kepek fraksiyonları içerisinde KK en yüksek "a" değeri verirken, RKİ en düşük "a" değerini vermiştir. KRK fraksiyonunun a değeri (5.62±0.05) öğütme ile azalmıştır (3.80±0.11). Redüksiyondan elde edilen kepek fraksiyonlarının "a" değeri ise genel olarak diğer fraksiyonlardan düşük bulunmuştur. Öğütme işlemi genel olarak kepeklerin kırmızılık değerlerini düşürmüştür. KK yüksek pigment içeriğinden dolayı daha yüksek "a" değeri vermiş olabilir.

Kepek fraksiyonlarında "b" değeri en yüksek KK' de (19.23±0.98) bulunurken, bu değeri sırasıyla KRK (17.54±1.81), RK (16.10±0.28), KKİ (15.86±0.47), KRKİ (15.38±0.08), RKİ (14.47±0.25) takip etmiştir. BU için "b" değeri 9.67±0.18 olarak bulunmuştur. "a" değerlerine benzer şekilde sarılık değerleri de inceltme işlemiyle azalmıştır.

4.1.2.3. Kimyasal analiz sonuçları

Bezostaya buğdayından elde edilen kepek fraksiyonları ve BU' na ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir. Bu örneklerde su değerleri % 13.35-14.73 arasında değişmiştir. En yüksek su içeriğine sahip örnek KK olmuştur.

Çizelge 4.4. Bezostaya buğdayından elde edilen kepek fraksiyonlarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları *

Fraksiyon **	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Nişasta (%)	Fitik asit (mg/100g)
KK	14.73±0.03 [a]	4.58±0.04 [a]	15.44±0.04 [b]	3.01±0.06 [c]	26.9±0.03 [d]	2394±4.24 [a]
RK	14.15±0.04 [c]	3.35±0.06 [c]	16.48±0.08 [a]	4.26±0.04 [a]	36.2±0.04 [b]	2011±2.83 [c]
KRK	14.41±0.03 [b]	3.92±0.04 [b]	15.43±0.07 [b]	3.60±0.03 [b]	30.8±0.06 [c]	2200±4.24 [b]
KKİ	13.35±0.04 [e]	4.54±0.04 [a]	15.48±0.06 [b]	3.12±0.06 [c]	25.6±0.07 [d]	2390±2.83 [a]
RKİ	13.85±0.04 [d]	3.40±0.07 [c]	16.51±0.07 [a]	4.14±0.06 [a]	35.9±0.06 [b]	2014±5.66 [c]
KRKİ	13.80±0.04 [d]	3.99±0.04 [b]	15.44±0.06 [b]	3.62±0.04 [b]	30.2±0.04 [c]	2204±4.24 [b]
BU	14.37±0.04 [b]	0.56±0.03 [d]	13.29±0.04 [c]	0.76±0.03 [d]	79.4±0.04 [a]	234±5.66 [d]

* Aynı harfle işaretlenmiş olanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.05$)

** KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Kepek fraksiyonlarının ve BU' nun kül değerleri incelendiğinde KK' nin kül içeriğinin % 4.58 ile en yüksek değere sahip olduğu, BU' nun ise beklenildiği gibi % 0.56 ile en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Öğütme, benzer içerikli fraksiyonlarda (ince öğütülmüş ve öğütülmemiş) kül değerlerini değiştirmemiştir. Özboy ve Köksel (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, Bezostaya beyaz ununa ait kül değerinin % 0.42 olduğu, ince ve kalın kepeklerinin kül içeriklerinin ise % 2.60-5.00 arasında değiştiği bildirilmiştir. Sidhu ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada kırmızı sert buğdaya ait kalın kepeğin kül değerini % 4.5 bulurken, ince kepeğin kül değerini % 3.56 bulmuştur. Özkaya ve ark. (1989) tarafından yapılan bir çalışmada, muhtelif ticari değirmenlerde öğütülen buğday örneklerinden elde edilen kepeklerin kül miktarı % 4.01-5.89 arasında bulunmuştur. Altan (2006), tarafından yapılan bir çalışmada un örneklerine ait kül değerleri % 0.47-0.64 arasında, kalın kepek örneklerine ait kül değerleri % 4.25-5.51 arasında, ince kepek örneklerine ait kül değerleri % 3.28-4.25 arasında bulunmuştur.

Bezostaya buğdayına ait kepek fraksiyonlarının protein değerleri % 15.43-16.51 arasında değişmiştir. BU' na ait protein değeri % 13.29±0.04 olup kepek fraksiyonlarının protein içeriğinden düşüktür ($p<0.05$). Özkaya ve ark. (1989) tarafından yapılan bir çalışmada; muhtelif ticari değirmenlerde öğütülen buğday örneklerinden elde edilen kepeklerin protein miktarı % 13.10-16.40 arasında bulunmuştur. Özboy ve Köksel (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, Bezostoya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen ince ve kalın kepeklerin kimyasal bileşimleri araştırılmış, örneklerin protein içeriklerinin % 13.70-16.70 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Farklı kepek fraksiyonlarının % 3.01-4.26 arasında yağ içeriğine sahip olduğu ve redüksiyon kısmından elde edilen kepeklerin (RK ve RKİ) en yüksek yağ içeriğine sahip olduğu Çizelge 4.4' den görülmektedir. Kırma kısmından elde edilen kepekler (KK ve KKİ) tüm kepek fraksiyonları içinde en düşük yağ içeriğine sahip olmuştur. Redüksiyondan elde edilen kepek fraksiyonu içinde yağ oranı yüksek ruşeymin bulunması RK ve RKİ fraksiyonlarının yağ içeriklerinin yüksek olmasına sebep olmuştur. BU ise tehmin edildiği gibi kepek fraksiyonlarından daha düşük yağ içeriğine sahip olmuştur. Bu durum beyaz buğday ununun elde edilmesi sırasında yağ içeriği yüksek ruşeym ve kepek fraksiyonlarının uzaklaştırılmasından

kaynaklanmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995). Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada buğday kepeğinin yağ miktarı % 4.88-4.59 arasında olduğu ifade edilmiştir. Hassan ve ark. (2008) tarafından kepek fraksiyonlarının kullanıldığı bir çalışmada kaba kepeğin yağ miktarı % 3.28 olarak bulunurken, ince kepeğin yağ miktarı ise % 4.26 olarak bulunmuştur.

Farklı kepek fraksiyonları ve BU' na ait nişasta değerleri Çizelge 4.4' de verilmiştir. BU en yüksek nişasta içeriğine (% 79.4) sahip olurken KKİ' nin en düşük nişasta miktarına (% 25.6) sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında RK ve RKİ diğer kepek çeşitlerinden daha yüksek nişasta içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 4.4). Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada buğday kepeğinin nişasta miktarı % 20.89-20.64 arasında bulunmuştur. Nişasta miktarının literatüre göre farklılık göstermesi öğütme teknolojisi ve pürifikasyon sistemlerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Kepek fraksiyonlarına ait fitik asit değerleri 2011-2394 mg/100g arasında değişirken BU' na ait fitik asit değeri 234 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). İstatistiki olarak kırma kısmından elde edilen fraksiyonlarda (KK ve KKİ) fitik asit miktarı daha yüksek bulunurken ($p<0.05$), redüksiyon kısmından elde edilen fraksiyonlar (RKve RKİ) karışık ve kırma kepeğe ait fraksiyonlara göre daha düşük fitik asit değeri vermiştir. Hassan ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada buğday kepeğinin fitik asit içeriğinin 626-795 mg/100g arasında bulunduğu rapor edilirken; Bilgiçli ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada buğday kepeğindeki fitik asit miktarını 3116 mg/100g olarak, beyaz undaki fitik asit miktarını 337 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Fitik asit özellikle mineral biyoyararlılığını düşüren antibesinsel bir bileşen olduğundan, un paçallarında miktarının düşük olması istenir. Bu çalışmada özellikle kırma kısmından elde edilen KK ve KKİ en yüksek fitik asit değerleriyle dikkat çekicidir. Aleuron fitik asit ve kül açısından çok zengin bir fraksiyon olup KK içeren paçallarda hem kül hem de fitik asitin yüksek seviyede bulunması, aleuronun KK fraksiyonuna dahil olduğunu göstermektedir.

4.1.2.4. Mineral madde analiz sonuçları

Kepek fraksiyonları ve BU' na ait mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.5' de verilmiştir. Kepek fraksiyonlarına ait Ca değerleri 59.02-68.17 mg/100g arasında, Cu değeri 1.07-1.15 mg/100g arasında, Fe değeri 7.75-7.85 mg/100g arasında, K değeri 692.67-825.57 mg/100g arasında, Mg değeri 195.77-242.71 mg/100g arasında, P değeri 624.81-714.48 mg/100g arasında, Zn değeri 4.99-5.49 mg/100g arasında bulunmuştur.

KK en yüksek "Ca", "K" ve "Mg" değerine sahipken, RK "Zn" açısından en zengin fraksiyon olmuştur. Cu ve Fe ise tüm kepek fraksiyonları içerisinde istatistiki olarak farksız değerler vermiştir. Rafine BU ise mineral madde bakımından en düşük değerleri vermiştir (Çizelge 4.5). Pomeranz (1988), kepek fraksiyonunun K içeriğinin 610-1320 mg/100g, P içeriğinin 900-1550 mg/100g, Mg içeriğinin 35-640 mg/100g, Ca içeriğinin 41-130 mg/100g, Fe içeriğinin 4.7-18 mg/100g, Zn içeriğinin 5.6-48 mg/100g, Cu içeriğinin ise 0.84-2.2 mg/100g arasında değiştiğini ifade etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada; un örneklerine ait Ca değerleri 51.0-70.6 mg/100g, Cu değerleri 0.137-0.208 mg/100g, Fe değerleri 0.410-0.890 mg/100g, K değerleri 136.4-223.3 mg/100g, Mg değerleri 62.8-88.4 mg/100g, P değerleri 153.3-209.4 mg/100g ve Zn değerleri 0.330-0.690 mg/100g arasında bulunurken kalın kepek çeşitlerine ait Ca değerleri 37-220 mg/100g, Cu değerleri 0.223-0.790 mg/100g, Fe değerleri 9.3-11.6 mg/100g, K değerleri 538.7-667.7 mg/100g, Mg değerleri 296.0-395.6 mg/100g, P değerleri 1489.8-2030.1 mg/100g ve Zn değerleri 2.53-6.76 mg/100g arasında bulunmuştur (Altan 2006). Yine aynı çalışmada ince kepek (razmol) örneklerine ait Ca değerleri 136.4-173.0 mg/100g, Cu değerleri 0.312-0.801 mg/100g, Fe değerleri 10.09-12.56 mg/100g, K değerleri 390.0-510.1 mg/100g, Mg değerleri 326.6-427.0 g/100g, P değerleri 1294.2-1721.1 mg/100g ve Zn değerleri 4.152-6.190 mg/100g arasında bulunurken ruşeym çeşitlerine ait Ca değerleri 722.5-948.0 mg/100g, Cu değerleri 0.301-0.843 mg/100g, Fe değerleri 7.70-9.94 mg/100g, K değerleri 669.6-958.2 mg/100g, Mg değerleri 362.8-478.4 mg/100g, P değerleri 2238.0-2543.7 mg/100g ve Zn değerleri 5.677-13.92 mg/100g arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Bezostaya buğdayından elde edilen kepek fraksiyonlarına ait bazı mineral madde miktarı (mg/100g) sonuçları [*]

Fraksiyon [**]	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
KK	68.17±0.06 [a]	1.07±1.48 [a]	7.75±0.04 [a]	825.57±0.04 [a]	242.71±0.04 [a]	713.61±0.04 [b]	4.99±0.08 [d]
RK	59.19±0.10 [d]	1.12±0.04 [a]	7.85±0.06 [a]	692.67±0.06 [f]	196.73±0.01 [e]	624.81±0.03 [f]	5.49±0.07 [a]
KRK	64.07±0.11 [b]	1.08±0.10 [a]	7.79±0.04 [a]	759.43±0.07 [c]	219.45±0.06 [c]	669.45±0.04 [d]	5.26±0.03 [c]
KKİ	67.96±0.10 [a]	1.11±0.03 [a]	7.77±0.04 [a]	824.98±0.06 [b]	241.98±0.06 [b]	714.48±0.04 [a]	5.03±0.07 [d]
RKİ	59.02±0.06 [d]	1.15±0.04 [a]	7.80±0.06 [a]	693.11±0.06 [e]	195.77±0.03 [f]	625.87±0.03 [e]	5.46±0.08 [ab]
KRKİ	63.77±0.13 [c]	1.12±0.04 [a]	7.79±0.03 [a]	759.09±0.06 [d]	218.90±0.03 [d]	670.21±0.03 [c]	5.28±0.03 [bc]
BU	11.45±0.06 [e]	0.45±0.01 [b]	4.19±0.03 [b]	104.07±0.04 [g]	45.18±0.03 [g]	167.91±0.04 [g]	1.14±0.03 [e]

[*] Aynı harfle işaretlenmiş olanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

4.2. Un Paçallarının Farklı Depolama Ortamlarındaki Bazı Analiz Sonuçları

4.2.1. Un paçallarına ait renk değerleri

Farklı un paçallarına ait parlaklık (L), kırmızılık (a) ve sarılık (b) değerleri Çizelge 4.6’ da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’ de ve öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.8’ de verilmiştir.

4.2.1.1. “L” değeri

Kepek içeren tüm un paçallarının “L” değerleri 89.01- 92.12 arasında değişmiştir. BU’ na ait “L” değeri ise 95.11-95.20 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.6). Kim ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kalın kepek ikame edilmiş unun parlaklık değerinin 83, ince kepek ikame edilen unun parlaklık değeri ise 78.7 olarak ifade edilmiştir. Elgün ve ark. (2009)’ nın yaptıkları çalışmada tam buğday ununa ait parlaklık değeri 84.43 olarak bulunmuştur.

Un paçallarının “L” değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’ de verilmiş olup L değeri üzerinde öğütme ve depolama $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmemiş kepek fraksiyonlarını içeren örneklerin “L” değeri öğütülmüş örneklerden yüksek bulunmuştur. Kim ve ark. (1996) benzer şekilde öğütme ile “L” değerinin düştüğünü ifade etmişlerdir. Bu durum Çizelge 4.3’ deki hammadde olarak kullanılan kepek örneklerinin renk değerleri ile karşılaştırıldığında, hammaddede öğütme ile kepeğin parlaklığının arttığı görülmektedir. Ancak un paçalının içerisine girdiğinde kalın kepek parçaları un içinde homojen dağılmadığından rengin daha parlak görünmesine neden olmaktadır.

Çizelge 4.6. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarına ait renk değerleri

Öğütme	Paçal	Depolama	L	a	b
Öğütülmemiş	KK	0.gün	91.49±0.85	0.43±0.36	8.42±0.20
		21.gün (vakumsuz)	92.12±0.54	-0.09±0.12	8.28±0.11
		21.gün (vakumlu)	91.03±0.37	0.68±0.15	8.52±0.23
	RK	0.gün	90.68±0.91	0.46±0.33	9.07±0.38
		21.gün (vakumsuz)	91.65±0.01	0.33±0.05	9.15±0.002
		21.gün (vakumlu)	90.95±0.03	0.82±0.05	9.28±0.06
	KRK	0.gün	91.60±0.49	0.27±0.23	8.70±0.61
		21.gün (vakumsuz)	91.65±0.16	0.27±0.08	8.86±0.12
		21.gün (vakumlu)	90.97±0.22	0.66±0.05	8.81±0.07
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	90.04±0.15	0.82±0.05	9.48±0.33
		21.gün (vakumsuz)	90.04±0.13	1.01±0.06	9.75±0.01
		21.gün (vakumlu)	89.01±0.36	1.40±0.04	9.88±0.28
	RKİ	0.gün	91.04±0.22	0.61±0.10	9.44±0.02
		21.gün (vakumsuz)	90.66±0.16	0.82±0.09	9.90±0.11
		21.gün (vakumlu)	90.51±0.26	1.03±0.09	9.89±0.19
	KRKİ	0.gün	90.00±0.05	1.04±0.05	9.58±0.21
		21.gün (vakumsuz)	89.99±0.11	1.08±0.05	9.72±0.03
		21.gün (vakumlu)	89.83±0.21	1.31±0.11	9.81±0.14
Şahit	BU	0.gün	95.20±0.07	-0.73±0.01	9.58±0.01
		21.gün (vakumsuz)	95.13±0.04	-0.59±0.01	9.93±0.01
		21.gün (vakumlu)	95.11±0.01	-0.60±0.02	9.96±0.04

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Çizelge 4.7. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarına ait renk değerlerinin varyans analiz sonuçları

VK	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	6.943	47.146 **	1.981	88.525 **	5.085	95.868 **
Kepek Çeşidi (B)	2	0.463	3.142 ns	0.063	2.812 ns	0.400	7.540 **
AxB	2	2.003	13.604 **	0.386	17.248 **	0.894	16.847 **
Depolama (C)	2	1.261	8.561 **	0.624	27.887 **	0.188	3.547 ns
AxC	2	2.447	16.618 **	0.400	17.887 **	0.575	10.843 **
BxC	4	0.513	3.483 *	0.030	1.359 ns	0.088	1.662 ns
AxBxC	4	0.221	1.503 ns	0.054	2.414 ns	0.131	2.461 ns
Hata	18	0.147		0.022		0.053	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.8. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarına ait renk değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları[*]

Faktör	n	L	a	b
Öğütme				
Öğütülmemiş	18	91.176 [a]	0.485 [b]	8.877 [b]
Öğütülmüş	18	90.298 [b]	0.954 [a]	9.628 [a]
Kepek Çeşidi [**]				
KK	12	90.788	0.674	9.048 [b]
RK	12	90.902	0.683	9.400 [a]
KRK	12	90.520	0.803	9.309 [ab]
Depolama				
0.gün	12	90.808 [ab]	0.605 [b]	9.117
21.gün vakumsuz	12	91.020 [a]	0.572 [b]	9.278
21. gün vakumlu	12	90.383 [b]	0.982 [a]	9.363

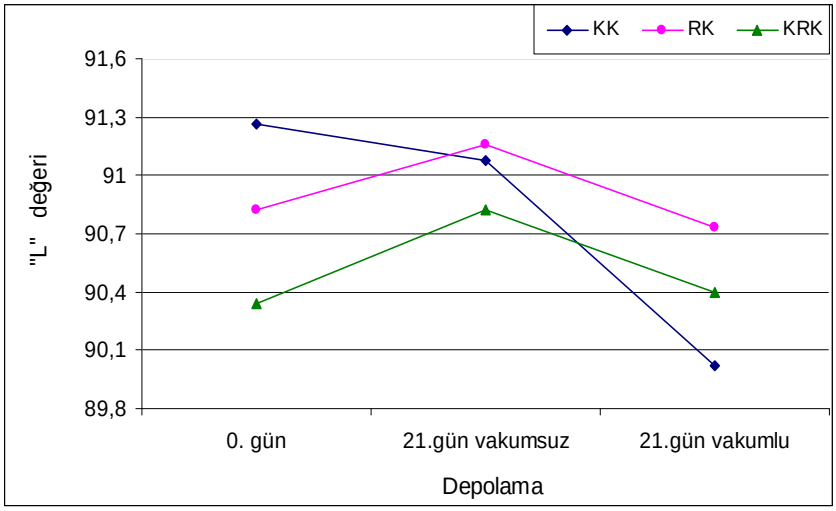
[*] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

Kepek çeşidi faktörüne göre kırma ve redüksiyon kısımlarından elde edilen ve bunların karışımlarıyla hazırlanan kepeklerin oluşturduğu un paçallarında "L" değerleri istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Depolama faktörüne göre Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; vakumsuz koşullarda depolama, vakumlu depolamadan daha yüksek "L" değeri vermiştir. Çeşitli araştırıcılar, unun öğütüldükten sonra birkaç hafta dinlendirilmesi ile beyazlaşacağını ifade etmişlerdir (Pomeranz 1988; Özkaya ve Özkaya 1992). Benzer şekilde kepekli unda bulunan renk pigmentlerinin oksijen ile reaksiyona girmesi de rengin açılmasına sebep olmuş olabilir.

Paçal parlaklığı üzerine etkili "kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.1' de verilmiştir. 21.gün vakumsuz koşullarda depolama, KRK ve RK içeren un paçallarında parlaklık değerini 0.güne göre artırırken KK' de 0.güne göre hafif bir düşüş belirlenmiştir. Vakum paketli depolama ise 0.güne göre KK un paçalında çok yüksek bir düşüşe neden olmuştur. Burada muhtemel sebep renk pigmentlerinin oksidasyonu için gerekli oksijenin yetersizliğidir. Doymamış yağ asitlerince daha zengin olan ruşeym içerikli ince kepek ve karışık kepekte vakumsuz koşullarda depolama ile oksidasyon sonucu renkte ağarma ve parlaklıkta artışa sebep olmuş olabilir.



Şekil 4.1. Un paçalı parlaklığı (L) üzerine etkili "kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

4.2.1.2. "a" değeri

Buğday kepeği ihitva eden un paçallarının "a" değerleri (-0.09)-(1.40) arasında değişmiştir. BU' na ait "a" değeri ise (-0.73)-(-0.59) arasında bulunmuştur (Çizelge 4.6). Elgün ve ark. (2009)' nın yaptıkları çalışmada tam buğday ununa ait kırmızılık değeri 0.22 olarak bulunmuştur.

Un paçallarının "a" değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. "a" değeri üzerinde öğütme ve depolama $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

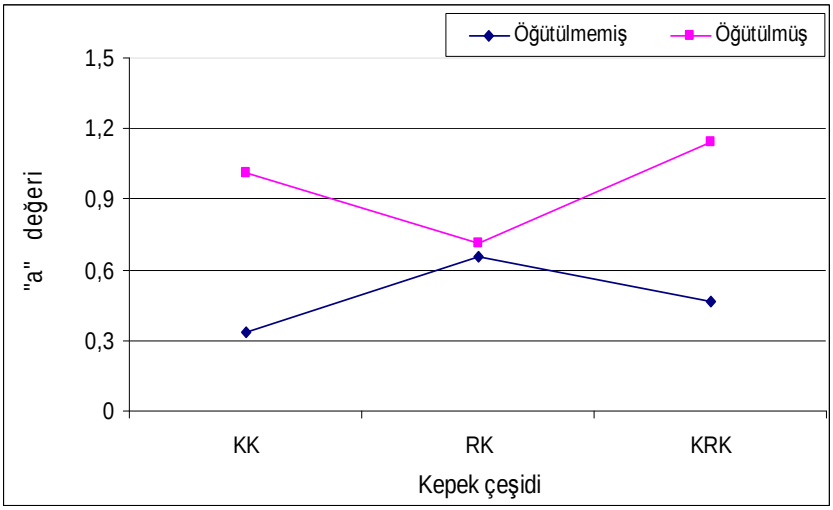
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmemiş örneklerin "a" değeri öğütülmüş örneklerden düşük bulunmuştur (Çizelge 4.8). Kepek çeşitleri içerisinde "a" değeri istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Depolama faktörüne göre Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde 21.gün vakum depolama diğer depolama çeşidinden daha yüksek "a" değeri vermiştir. 0.gün ve 21.gün vakumsuz koşullarda depolama ise istatistiki olarak aynı sonuçları vermiştir.

Paçal kırmızılığı üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi" interaksiyonu Şekil 4.2' de verilmiştir. İnteraksiyondan da görüldüğü üzere öğütülmüş fraksiyon

öğütülmemiş fraksiyondan daha yüksek kırmızılık değeri vermiştir. RK fraksiyonu öğütülmüşlerde en yüksek değeri verirken öğtülmemişlerde en düşük değeri vermiştir. Kaba kepek (KK) ve karışık kepek (KRK) ihtiva eden ürünlerde öğütme sonucu ince granülasyon, renk ölçümünde daha yoğun ve sıkı bir ortam oluşturarak renk intensitesini artırmıştır. Zaten ince granülasyona sahip olan RK' de öğütme faktörü etkisiz kalmıştır.

4.2.1.3. "b" değeri

Buğday kepeklerine ait un paçallarının "b" değerleri 8.28-9.90 arasında değişmiştir. BU' na ait "b" değeri ise 9.58-9.96 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.6). BU' na ait b değeri a değerinde de olduğu gibi 21.gün vakumsuz ve vakumlu koşullarda birbirine yakın bulunurken, 0.gün değeri daha düşük (9.58±0.01) bulunmuştur. Elgün ve ark. (2009)' nın yaptıkları bir çalışmada tam buğday ununa ait sarılık değeri 9.94 olarak bildirilmiştir.



Şekil 4.2. Un paçalı kırmızılığı (a) üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi" interaksiyonu

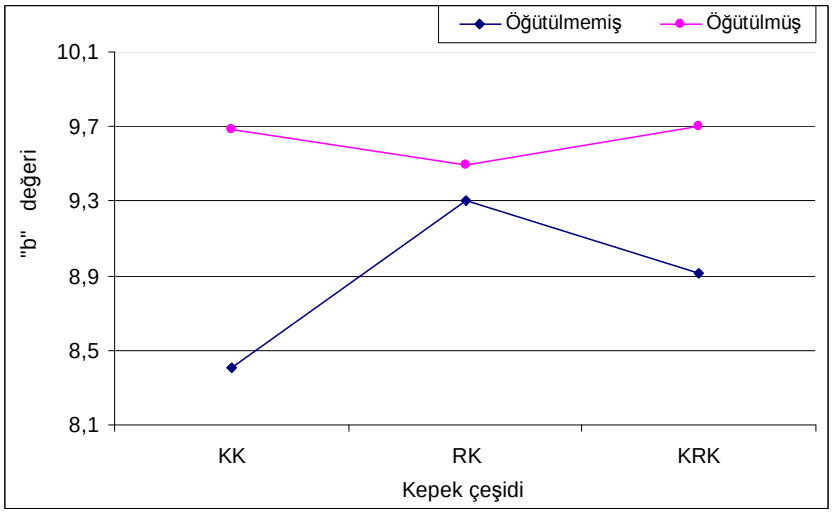
Un paçallarının “b” değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’ de verilmiş olup “b” değeri üzerinde öğütme ve kepek çeşidi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre “a” değerinde olduğu gibi öğütülmemiş örneklerin “b” değeri de öğütülmüş örneklerden daha düşük bulunmuştur.

Kepek çeşidi faktörüne göre redüksiyon kısmından elde edilen kepeklerden hazırlanan un paçallarında “b” değeri, kırma kısmından elde edilenlerden daha yüksek bulunurken, redüksiyon ve kırma kısmından elde edilen kepeklerin karışımlarıyla hazırlanan un paçallarının “b” değeri diğer kısımdan elde edilen kepek çeşitlerine benzer “b” değeri vermiştir (Çizelge 4.8).

Depolama faktörüne göre 0.gün, 21.gün vakumsuz ve vakumlu koşullarda depolama istatistiki olarak benzer sonuçlar vermiştir.

Paçal sarılığı üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu Şekil 4.3’ de verilmiştir. Öğütülmüş fraksiyonlar öğütülmemiş fraksiyonlaradan daha yüksek değerler vermiştir. “L” değerinde olduğu gibi, hammadde olarak kullanılan kepek örneklerinin “b” değerleri ile (Çizelge 4.3), bu kepeklerden hazırlanan un paçallarının “b” değerleri arasında ters ilişki (Şekil 4.3) gözlenmiş olup, bu durum kaba ve ince partiküllere sahip örneklerin aynı homojenlikte un paçalına dağılamamasından kaynaklanmaktadır. Burada öğtülmüş örnekler daha homojen yayılarak sarılığı artırmaktadır. Öğütülmüş fraksiyonlarda KK ve KRK paçalı birbirine yakın sonuçlar verirken redüksiyondan elde edilen kepek çeşidi ile hazırlanan paçalların “b” değeri bu iki çeşide göre daha düşük bulunmuştur. Öğütülmemiş fraksiyonlarda ise redüksiyon kepeğinden elde edilen paçallar en yüksek “b” değerini verirken kırma kısmından hazırlanan paçallar diğer çeşitlere göre daha düşük değerler vermiştir. Öğütme işlemi, KK’ de daha yoğun kütle sağlayarak sarı renk intensitesini artırmıştır.



Şekil 4.3. Un paçalı sarılığı (b) üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi" interaksiyonu

4.2.2. Hamur reolojik özellikleri

4.2.2.1. Farinogram özellikleri

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan ekmek hamurlarının farinogram değerleri Çizelge 4.9' da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10' da, öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.11' de verilmiştir.

4.2.2.1.1. Su absorpsiyonu

Bu çalışmada su absorpsiyonu değerleri % 63.1±0.14 ile % 65.3±0.57 arasında değişmiştir (Çizelge 4.9). BU' nun farklı depolama koşullarında su absorpsiyonu değerlerinin % 57.6-57.9 arasında olduğu bulunmuştur. Gül (2007), % 20 oranında kullanılan buğday kepeğinin ekmek hamurlarının su absorbsiyonunu % 54.8 (şahit)' den % 64.4' e yükselttiğini rapor etmiştir. Kepek ilavesi ile su

Çizelge 4.9. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurlara ait farinogram değerleri *

Öğütme	Paçal	Depolama	Su absorbsiyonu (%)	Gelişme süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama derecesi (BrU)**
Öğütülmemiş	KK	0.gün	64.3±0.28	5.2±0.28	5.0±0.57	31±2.83
		21.gün (vakumsuz)	63.6±0.14	8.0±0.85	8.1±0.28	8±4.24
		21.gün (vakumlu)	63.1±0.14	8.5±0.42	8.0±0.57	6±1.41
	RK	0.gün	64.9±0.42	4.2±0.42	2.9±0.28	63±4.24
		21.gün (vakumsuz)	64.3±0.28	5.5±0.28	5.7±0.57	38±5.66
		21.gün (vakumlu)	64.2±0.42	5.5±0.28	5.5±0.71	33±5.66
	KRK	0.gün	63.6±0.57	5.0±0.57	4.8±0.42	32±1.41
		21.gün (vakumsuz)	63.7±0.42	6.3±0.57	6.0±0.71	24±2.83
		21.gün (vakumlu)	63.5±0.99	6.4±0.57	6.6±0.14	15±4.24
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	65.3±0.57	4.8±0.14	5.2±0.28	35±2.83
		21.gün (vakumsuz)	65.0±0.42	6.3±0.57	8.5±0.28	17±2.83
		21.gün (vakumlu)	65.2±0.14	5.8±0.28	7.1±0.42	27±2.83
	RKİ	0.gün	65.1±0.28	4.0±0.28	3.3±0.42	64±5.66
		21.gün (vakumsuz)	64.7±0.28	4.8±0.71	4.2±0.14	39±5.66
		21.gün (vakumlu)	65.0±0.42	4.8±0.71	4.5±0.28	41±1.41
	KRKİ	0.gün	64.6±0.14	4.3±0.42	3.8±0.14	43±4.24
		21.gün (vakumsuz)	64.6±0.42	5.7±0.57	5.8±0.71	31±1.41
		21.gün (vakumlu)	64.5±0.28	5.8±0.71	6.3±0.42	28±4.24
Şahit	BU	0.gün	57.9±0.42	4.7±0.14	7.9±0.57	37±5.66
		21.gün (vakumsuz)	57.6±0.57	5.7±0.14	9.1±0.28	30±5.66
		21.gün (vakumlu)	57.6±0.99	5.7±0.28	9.9±0.71	29±4.24

* KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

** BrU: Brabender unit

absorpsiyonundaki artışın nedeni kepek fraksiyonunda yüksek oranda bulunan pentozanların kendi ağırlıklarının yaklaşık 6-10 katı kadar su absorbe etmeleridir (Jeleca ve Hlynka 1971; Kim ve D'Appolonia 1977).

Çizelge 4.10' da verilen varyans analiz sonuçlarına değerlerine göre öğütme faktörü su absorpsiyonu üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre su absorpsiyonu değeri paçalda öğütülmüş kepek kullanılmasıyla artmıştır. Kepeğin öğütülmesi ile artan yüzey alanı su absorpsiyonunu artırmıştır. Kim ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kalın kepek ikame edilmiş unun su absorpsiyon değeri % 63, ince kepeğin su absorpsiyon değeri ise % 66.9 bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların farinogram özelliklerine ait varyans analiz sonuçları*

VK	SD	Su Absorbsiyonu		Gelişme Süresi		Stabilite		Yumuşama Derecesi	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	6.777	19.501 **	7.654	28.824**	1.690	8.357 **	625.000	42.293 **
Kepek Çeşidi (B)	2	0.436	1.253 ns	8.008	30.155 **	20.858	103.143 **	2063.444	139.632 **
AxB	2	0.505	1.453 ns	1.041	3.921 *	0.280	1.385 ns	57.000	3.857 *
Depolama (C)	2	0.110	0.338 ns	9.408	35.427 **	19.221	95.049 **	1460.778	98.850 **
AxC	2	0.432	1.244 ns	0.621	2.339 ns	0.270	1.335 ns	72.333	4.895 *
BxC	4	0.234	0.673 ns	0.424	1.598 ns	0.831	4.110 *	79.611	5.387 **
AxBxC	4	0.232	0.667 ns	0.398	1.498 ns	0.690	3.412 *	14.833	1.004 ns
Hata	18	0.347		0.266		0.202		14.778	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.11. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların farinogram özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları *

Faktör	n	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama Derecesi (BU)
Öğütme					
Öğütülmemiş	18	63.956 [b]	6.067 [a]	5.844 [a]	27.778 [b]
Öğütülmüş	18	64.850 [a]	5.144 [b]	5.411 [b]	36.111 [a]
Kepek Çeşidi **					
KK	12	64.458	6.433 [a]	6.983 [a]	20.667 [c]
RK	12	64.500	4.800 [b]	4.350 [c]	46.333 [a]
KRK	12	64.130	5.583 [a]	5.550 [b]	28.833 [b]
Depolama					
0.gün	12	64.475	4.583 [b]	4.167 [b]	44.667 [a]
21.gün vakumsuz	12	64.273	6.100 [a]	6.383 [a]	26.167 [b]
21. gün vakumlu	12	64.373	6.133 [a]	6.333 [a]	25.000 [b]

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)

** KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

Kepek çeşidi faktörüne göre kırma veya redüksiyon kısmından elde edilen kepeklerden hazırlanan hamurların su absorpsiyon değeri istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Benzer şekilde Zhang ve Moore (1997), kırma ve redüksiyon kısımlarından elde ettiği kepekleri kullanarak hazırladığı ekmek hamurlarında su absorpsiyonu değerlerini istatistiki olarak değiştirmediğini belirtmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, depolama ile unların su absorpsiyonu istatistiki olarak değişmemiştir. Literatürde uzun depolama sürelerinde su absorpsiyonu değerlerinin arttığı rapor edilmiştir (Posner ve Deyoe 1986).

4.2.2.1.2. Gelişme süresi

Farklı depolama koşullarında bekletilen un paçallarında gelişme süresi değerleri 4.0±0.28 ile 8.5±0.42 arasında değişmektedir. BU için bu değerler 4.7±0.14 ile 5.7±0.28 arasındadır (Çizelge 4.9). Kepek ilave edilen hamurların gelişme süresinin arttığı bazı araştırıcılar tarafından ifade edilmiştir (Özboy 1992; Özer 1998; Gül 2007). BU' na göre kepek katkılı hamurların gelişme sürelerinin uzun olmasının nedeni, kepeğin bileşiminde bulunan ve toplam diyet lif olarak adlandırılan maddeler tarafından suyun daha geç absorbe edilmesidir (Gül 2007).

Kepek katkılı un paçallarından hazırlanan hamurların gelişme süresi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10' da verilmiş olup su absorpsiyonu değeri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

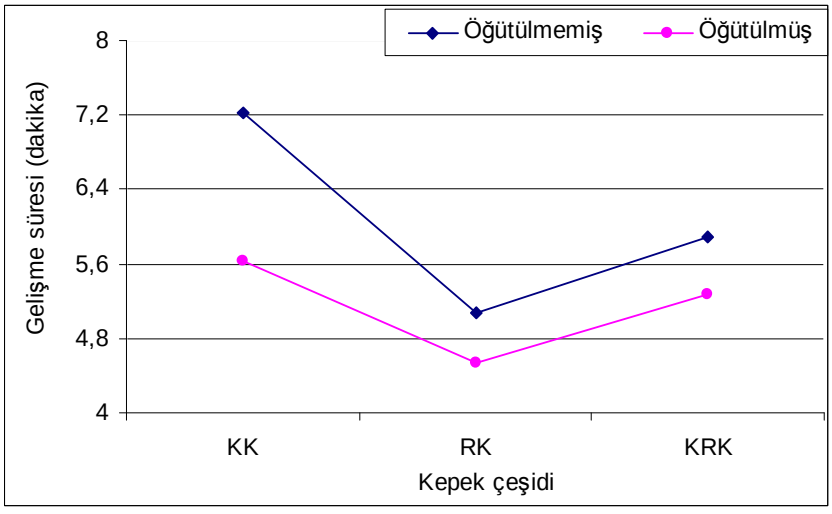
Çizelge 4.11' den görüldüğü üzere, paçalda öğütülmüş fraksiyonun kullanılması öğütme ile gelişme süresi değerleri azalmaktadır. Daha ince partiküle (Çizelge 4.2) sahip redüksiyon kısmından elde edilen hamurun gelişme süresi diğer kepek çeşitlerinden elde edilen hamurlara göre daha düşük bir değer göstermiştir. Kim ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kalın kepek ikame edilmiş hamurun gelişme süresi 11.5 dk, ince kepeğin gelişme süresi değeri 6.0 dk bulunmuştur. Kepeğin parçacık boyutu su absorpsiyon hızını etkiler. Büyük boyutlu parçacıklar daha ince boyutta olanlara göre suyu daha geç absorbe ederler (Katina 2003; Haseborg ve Himmelstein 1988). Gluten moleküllerinden daha büyük boyutlu olan kepek parçacıkları hamurun yoğrulması sırasında gluten moleküllerinin arasına girerek moleküller arasındaki mesafeleri arttırırlar (Pyler 1988). Gluten proteinleri, öz yapısının oluşması ve gelişmesi için yapmaları gereken çeşitli kimyasal bağları, moleküller arasındaki mesafelerin çekim kuvvetine engel olabilecek bir uzaklığa

erişmesi durumunda yapamazlar ya da sınırlı ölçüde yaparlar bu durumda uygun kıvamda hamur oluşumu için gerekli olan süre uzar (Özer 1998).

Kepek çeşidi faktörüne göre redüksiyon kısmından elde edilen kepek çeşidinden hazırlanan hamurların gelişme süresi değerleri diğerlerinden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.11). Yukarıda açıklandığı gibi daha ince partiküle sahip (Çizelge 4.2) RK' nin gelişme süresi diğer kepek çeşitlerine göre daha düşük bir değer göstermiştir.

Depolama faktörüne göre Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde 21.gün vakumsuz ve vakumlu koşullarda depolama ile elde edilen gelişme süresi değerleri 0.gün değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Lai ve ark. (1989a), 40 ^{0}C' de 4 hafta depolanan tam buğday unundan hazırlanan hamurların gelişme süresinin arttığını rapor etmişlerdir.

Gelişme süresi üzerine etkili " öğütme x kepek çeşidi" interaksiyonu Şekil 4.4' de verilmiştir. Öğütülmemiş fraksiyonlardan elde edilen hamurların gelişme süresi öğütülmüşlerden daha yüksek bulunmuştur. Her iki durumda da redüksiyon kısmından elde edilen kepek fraksiyonu kullanılarak hazırlanan hamurun gelişme süresi diğer kepek çeşitlerine göre düşük bulunmuştur. Öğütülmüş fraksiyonlardan hazırlanan hamurlarda KK ve KRK birbirlerine yakın sonuçlar verirken öğütülmemiş



Şekil 4.4 Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların gelişme süresi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi" interaksiyonu

fraksiyonlardan hazırlanan KK diğer kepek çeşitlerine göre daha yüksek gelişme süresi değeri vermiştir. RK gelişme süresini düşürmüştür. Muhtemel sebep, ruşeymin içerdiği indirgen madde de glutatyonun zayıflatıcı etkisidir. Öğütme işlemi bu etkiyi daha da artırmış ve gelişme süresi tüm kepek çeşitleri için düşürücü etkide bulunmuştur.

4.2.2.1.3. Stabilite

Stabilite değeri, hamur kuvvetinin bir göstergesidir. Bu çalışmada kepekli unlardan hazırlanmış hamurların stabilite değeri en düşük 2.9±0.28 dakika, en yüksek ise 8.5±0.28 dakika olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9). BU' nda ise 7.9±0.57 dakika ile 9.9±0.71 dakika arasında değişmiştir. Gluten miktarı ve kalitesi hamurun yoğrulma özelliklerini etkileyen etmenlerdir. Unda gluten miktarı ve kalitesi arttıkça hamurların stabilite değerleri de artar. Ancak una göre proteince daha zengin olan kepek, öz yapısını oluşturan gliadin ve glutenin proteinlerini içermediğinden hamura kepek katılmasıyla gluten proteinleri oransal olarak seyrelir, gluten ağının oluşumu engellenir ve/ya da sınırlandırılır. Buna bağlı olarak da hamurun stabilitesi azalır (Pyler 1988; Wieser ve ark. 1998; Gül 2007). Bu nedenle BU' na nazaran kepek fraksiyonu ihtiva eden diğer çeşitlerin stabiliteleri genel olarak daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.10' dan görüleceği üzere stabilite üzerine öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Öğütülmüş kepek fraksiyonlarından hazırlanan un paçallarının stabilite değerleri öğütülmemişlere göre düşük bulunmuştur (Çizelge 4.11).

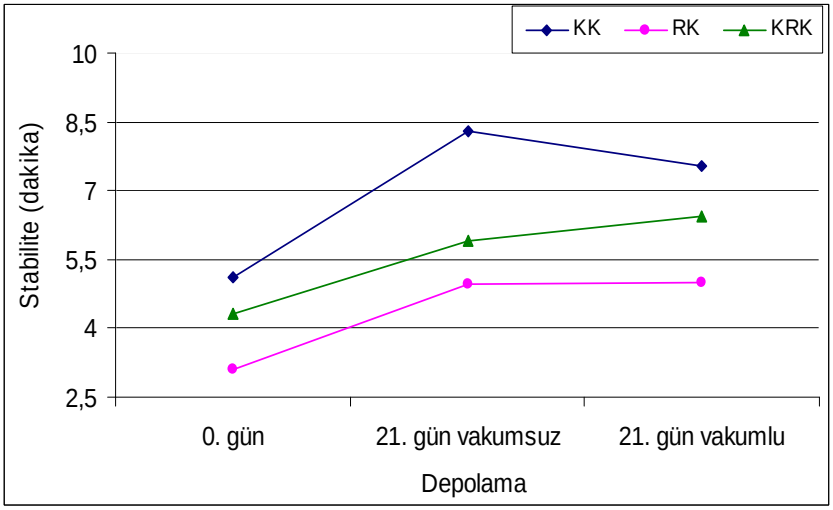
Kepek çeşidinin stabilite üzerine etkisi incelendiğinde kırma kısmından elde edilen kepekli un paçallarından hazırlanan hamurların en yüksek stabilite değeri verdiği, redüksiyon kısmından hazırlanan kepekli hamurların ise en düşük stabilite değeri verdiği görülmektedir (Çizelge 4.11). Literatürde ruşeymi içine alan kepek fraksiyonlarının hamur stabilitesini düşürdüğü rapor edilmiştir. Özboy (1992), %10 oranında kırma ve redüksiyondan elde edilen kepekleri içeren un paçallından

hazırladığı hamurların stabilite değerlerini sırasıyla 6.3 ve 5.2 dakika olarak bulmuştur.

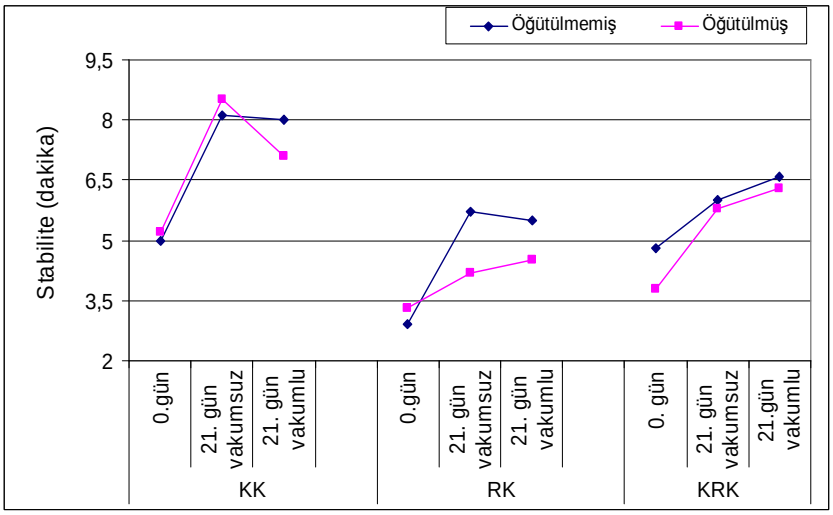
Depolama faktörüne göre Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde 21.gün vakumsuz ve vakumlu koşullarda depolama istatistiki olarak benzer sonuçlar verirken 0.gün depolama koşulları en düşük stabilite değerini vermiştir. Her iki tip depolama çeşidi ile de stabilitenin arttığı görülmektedir.

Stabilite üzerine etkili "kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.5' de verilmiştir. Depolama ile kepekli un paçallarından hazırlanan hamurların stabilite değerleri artmıştır (Şekil 4.5). Dolayısıyla 0.gün stabilite değerleri tüm kepek çeşitlerinden hazırlanan hamurlarda 21.gün vakumsuz ve vakumlu koşullarda depolamaya göre daha düşük bulunmuştur. KRK ait stabilite değeri depolama koşullarına bağlı olarak sürekli bir artış gösterirken KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan hamurda vakum koşulları ile hafif bir azalma gözlemlenmektedir (Şekil 4.5). RK ruşeym içeriğine bağlı olarak stabilite değerinde de düşüşe sebep olmuş, vakumlamanın etkisi sınırlı kalmış ve dinlendirme ise stabiliteyi artırmıştır.

Şekil 4.6' da "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu verilmiştir. Öğütülmüş KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan hamurda 0.gün koşulları ve 21.gün vakumsuz depolama koşullarında öğütülmemiş fraksiyonlardan hazırlanan hamurda yüksek bulunurken, bu durumun aksine 21.gün vakum



Şekil 4.5. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların stabilitesi üzerine etkili "kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu



Şekil 4.6. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların stabilitesi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

koşullarında depolama ile stabilite daha düşük bulunmuştur. Öğütülmemiş RK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan hamurlarda, 21.gün vakumsuz ve vakumlu koşullarda depolama, öğütülmüşlerden daha yüksek stabilite değerleri vermiştir. Diğer çeşitlere göre daha düşük partikül iriliğine (Çizelge 4.2) sahip RK' nin öğütülmesi sonucu hamur içinde daha homojen dağılarak gluten ağının oluşumunu sınırlandırması ile stabilite değerleri düşmüştür. KRK fraksiyonları içeren un paçalından hazırlanan hamurlarda ise öğütülmemişler öğütülmüşlerden çok az bir farkla daha yüksek değer vermiştir. Burada ruşeymli RK' nin stabiliteyi düşürücü etkisi daha açık şekilde görülmektedir. İnceltme işlemi de indirgen etkiyi artırarak stabilite düşmesini hızlandırmıştır.

4.2.2.1.4. Yumuşama derecesi

Çizelge 4.9' dan görüldüğü üzere yumuşama derecesi değerleri 6±1.41-64±5.66 BU arasında bulunmuştur. Buğday unundan hazırlanan hamurların yumuşama derecesi değerleri ise 29 BU ile 37 BU arasında bulunmuştur. Özboy (1992) %15 kepek katkılı ve katkısız hamurlarda yumuşama derecesi değerlerini

sırasıyla (65-72) BU ve 15 BU olarak bulmuştur. Basinskiene ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kepek ihtiva eden hamurun yumuşama derecesi değeri 59 FU olarak bulunmuştur.

Varyans analiz sonucuna göre öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri yumuşama derecesini $p<0.01$ önem düzeyinde etkilemiştir (Çizelge 4.10).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanılmasıyla yumuşama derecesinde artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.11). Yumuşama derecesi ile unun ekmekçilik kalitesi arasında negatif ilişki söz konusu olup, öğütme ile gelişme süresi ve stabilite üzerinde meydana gelen olumsuz etki, yumuşama derecesinde de kendisini göstermiştir. Kim ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kalın kepek ikame edilmiş hamurun yumuşama derecesi 10 BU, ince kepeğin yumuşama derecesi değeri ise 30 BU olarak bulunmuştur.

Kırma kısmından elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan hamurların yumuşama derecesi en düşük bulunurken redüksiyon kısmında elde edilen kepekler kullanılarak hazırlanan hamurların stabilite değeri en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.11). Özboy (1992), %15 kırma ve redüksiyon kepeklerini ilave ettiği unlardan hazırladığı hamurlarda yumuşama derecesini sırasıyla 65 BU ve 72 BU olarak bulmuştur. Ruşeymi içine alan redüksiyon fraksiyonunun benzer olumsuz etkisini belirlemiştir.

Depolamanın yumuşama derecesi üzerine etkisi incelendiğinde 21.gün vakumsuz ve vakumlu koşullarda depolama ile 0.gün koşullarından daha düşük yumuşama derecesi elde edildiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu durum depolama ile gelişme süresi ve stabilitedeki artışla birlikte hamur yoğurma özelliklerinin geliştiğinin göstergesidir.

4.2.2.2. Ekstensogram özellikleri

Farklı un paçalları ile hazırlanmış olan ekmek hamurlarının 135. dakika ekstensograf değerleri Çizelge 4.12’ de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’ de, öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.14’ de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurlara ait ekstensogram değerleri

Öğütme	Paçal	Depolama	Uzayabilirlik (mm)	Direnç (BU)	Max Direnç (BU)	Enerji (cm^2)
Öğütülmemiş	KK	0.gün	114±1.41	258±2.83	258±4.24	43±0.85
		21.gün (vakumsuz)	99±4.24	374±1.41	375±2.83	53±0.57
		21.gün (vakumlu)	116±2.83	354±5.66	359±4.24	59±0.28
	RK	0.gün	138±1.41	159±4.24	158±4.24	30±0.99
		21.gün (vakumsuz)	111±5.66	281±2.83	288±1.41	46±0.42
		21.gün (vakumlu)	114±4.24	295±2.83	300±2.83	50±0.42
	KRK	0.gün	115±4.24	214±1.41	215±1.41	36±0.71
		21.gün (vakumsuz)	111±2.83	306±4.24	308±4.24	50±0.57
		21.gün (vakumlu)	108±5.66	392±4.24	395±1.41	61±0.14
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	115±1.41	248±2.83	253±4.24	42±0.14
		21.gün (vakumsuz)	118±5.66	308±1.41	329±2.83	55±0.42
		21.gün (vakumlu)	117±4.24	346±4.24	360±4.24	60±1.27
	RKİ	0.gün	122±2.83	166±1.41	169±5.66	30±0.42
		21.gün (vakumsuz)	118±2.83	246±2.83	255±1.41	43±0.42
		21.gün (vakumlu)	116±2.83	270±2.83	279±2.83	47±0.42
	KRKİ	0.gün	116±1.41	214±2.83	216±2.83	37±0.28
		21.gün (vakumsuz)	113±2.83	284±7.07	292±2.83	47±0.85
		21.gün (vakumlu)	116±4.24	278±4.24	289±5.66	48±0.57
Şahit	BU	0.gün	153±4.24	349±5.66	417±1.41	66±0.71
		21.gün (vakumsuz)	144±4.24	425±2.83	510±4.24	81±0.42
		21.gün (vakumlu)	142±1.41	428±5.66	511±4.24	79±0.42

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

4.2.2.2.1. Uzayabilirlik

Kepekli un paçallarından hazırlanan hamurların uzayabilirlik değerleri 99±4.24 mm ile 138±1.41 mm arasında değişmektedir. BU' na ait uzayabilirlik değerleri 142-153 mm arasında bulunmuştur (Çizelge 4.12). Buğday ununa kepek ilavesi ile uzayabilirliğin azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Rao ve Rao 1991; Özboy 1992). Kepek gluten ağının seyrelmesine neden olarak uzayabilirliği sınırlandırır ve elastikiyet düşer. Hemiselülozların su absorbe etme yarışı sonucunda gluten yeterince hidrate olamaz ve hamurun elastikiyeti tam olarak gelişmez (Spies 1989; Gül 2007). Farklı hububat kepekleri ile katkılanarak hazırlanan hamurlarının uzayabilirlik değerinin düştüğü birçok araştırmacı tarafından

Çizelge 4.13. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların ekstensogram özelliklerine ait varyans analiz sonuçları *

VK	SD	Uzayabilirlik		Direnç		Max Direnç		Enerji	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	69.44	5.17 *	8281.00	631.60 **	5088.44	401.72 **	40.11	106.49 **
Kepek Çeşidi (B)	2	177.78	13.22 **	18626.78	1420.69 **	19663.44	1552.38 **	363.00	963.70 **
AxB	2	67.11	4.99 *	586.33	44.72 **	620.78	49.01 **	24.11	64.01 **
Depolama (C)	2	215.44	16.03 **	42615.11	3250.31 **	47815.44	3774.90 **	1010.33	2682.01 **
AxC	2	148.78	11.07 **	1984.00	151.32 **	1614.11	127.43 **	20.11	53.39 **
BxC	4	90.28	6.72 **	358.44	27.34 **	410.61	32.42 **	2.83	7.52 **
AxBxC	4	59.28	4.46 *	1619.33	123.51 **	1431.94	113.05 **	18.61	49.41 **
Hata	18	13.44		13.11		12.67		12.44	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.14. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların ekstensogram özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları *

Faktör	n	Uzayabilirlik (mm)	Direnç (BU)	Max Direnç (BU)	Enerji (cm^2)
Öğütme					
Öğütülmemiş	18	114.000 [b]	292.556 [a]	295.111 [a]	47.556 [a]
Öğütülmüş	18	116.778 [a]	262.222 [b]	271.333 [b]	45.444 [b]
Kepek Çeşidi **					
KK	12	113.167 [b]	314.667 [a]	322.333 [a]	52.000 [a]
RK	12	119.833 [a]	236.167 [c]	241.500 [c]	41.000 [b]
KRK	12	113.167 [b]	281.333 [b]	285.833 [b]	46.500 [a]
Depolama					
0.gün	12	120.000 [a]	209.833 [c]	211.500 [c]	36.333 [b]
21.gün vakumsuz	12	111.667 [b]	299.833 [b]	307.833 [b]	49.000 [a]
21. gün vakumlu	12	114.500 [ab]	322.500 [a]	330.333 [a]	54.167 [a]

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

** KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

da ortaya konmuştur (Kim ve ark. 1996; Chung ve Kim 1998; Kim ve ark. 2000; Gül 2007).

Kepekli un paçallarından hazırlanan hamurların uzayabilirlik değerleri $p<0.05$ önem seviyesinde öğütmeden etkilenirken, $p<0.01$ önem seviyesinde kepek çeşidi ve depolamadan etkilenmiştir (Çizelge 4.13).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş fraksiyonlar kullanılarak hazırlanan hamurların uzayabilirlik değerleri öğütülmemişlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bir diğer faktör olan kepek çeşitlerinin uzayabilirlik üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değeri RK' nin verdiği görülmüştür (Çizelge 4.14). Yapılan bir çalışmada 180. dakika için kalın kepeğin uzayabilirlik değerinin, ince kepeğin uzayabilirlik değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Zhang ve Moore 1997).

Çizelge 4.14' den de görüldüğü üzere depolama faktörü 0.günde, 21.gün vakumsuz koşullarda depolamaya göre daha yüksek bulunmuştur. Depolama ile hamurun kuvvetlenmesi uzayabilirlikte azalmaya neden olmuştur. Kim ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kalın kepek ikame edilmiş hamurun uzayabilirlik değeri 12.8 cm, ince kepeğin 14 cm olduğu ifade edilmiştir.

4.2.2.2.2. Direnç

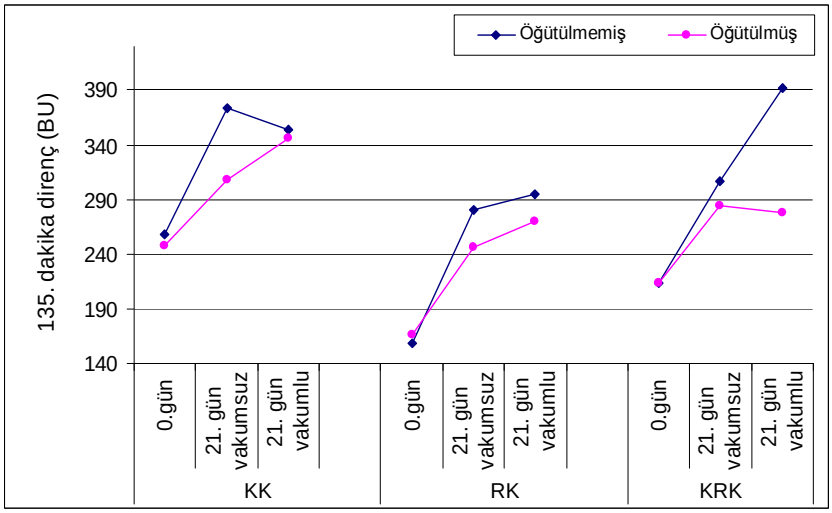
Kepekli un paçallarından hazırlanan hamurların direnç değeri 159±4.24 BU ile 392±4.24 BU arasında bulunmuştur (Çizelge 4.12). Buğday ununa ait direnç değerleri ise 349±5.66 ile 428±5.66 BU arasında değişmektedir. Seyrelen gluten oranından dolayı direnç değerinin düşmesi beklenen bir sonuçtur. Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kepek ihtiva eden hamurun direnç değeri 604.3 BU olarak bulunmuştur. Rao ve Rao (1991) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa % 20 oranında kepek ilave edilmesi ile direnç değerinin buğday unununa göre azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Özboy (1992) tarafından yapılan bir çalışmada una kepek ilave edildiğinde hamurun direnç değerinin düştüğü saptamıştır.

Direnç değerleri öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerinden $p<0.01$ önemli seviyede etkilenmişlerdir (Çizelge 4.13).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanılarak hazırlanan hamurların direnç değerleri azalmıştır (Çizelge 4.14). Kim ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kalın kepek ikame edilmiş hamurun direnç değerinin, ince kepek ilave edilmiş hamurun direnç değerinden daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Kepek çeşitleri içerisinde RK' den hazırlanan hamurlar ve depolama faktörü içinde de 0.gün depolama değerleri istatistiki olarak en düşük değerleri vermiştir (Çizelge 4.14).

Direnç üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.7' de verilmiştir. Tüm kepek çeşitlerinde 0.gün öğütülmüş ve öğütülmemiş kepek çeşitleri kullanılarak hazırlanmış hamurların dirençleri değerleri birbirlerine yakın sonuçlar verirken öğütülmemiş KRK kepeği kullanılarak hazırlanan hamurların 21.gün vakum değeri oldukça yüksek direnç değeri vermiştir. Vakumsuz koşullarda depolama incelendiğinde öğütülmüş ve öğütülmemiş kepek çeşitlerinde en fazla farkı KK kepeği kullanılarak hazırlanan hamurun verdiği, en düşük farkı ise KRK kepeği kullanılarak hazırlanan hamurun verdiği görülmektedir. RK' nin indirgen faktörleri içermesi dolayısıyla direnç değerleri diğer kepek çeşitlerine göre daha düşüktür. RK'



Şekil 4.7. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların direnci üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

de depolamaya bağlı olarak olgunlaşma sonucu direnç artmaktadır. İnceltme ise indirgen etkiyi artırmaktadır. Vakumlu ortamda direncin artması, oksidasyondan çok indirgen etkinin inhibe edilmiş olması ile açıklanabilir.

4.2.2.2.3. Maksimum direnç

Max direnç değerleri direnç ile paralellik göstermektedir. Değerler 158±4.24 BU ile 395±1.41 BU arasında değişmektedir. Buğday ununun maksimum direnç değerleri ise 417-511 BU arasında bulunmuştur (Çizelge 4.12). Kepek ikameli hamurların maksimum direnç değeri buğday unu kullanılarak hazırlanmış hamurlara göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.12). Hamura kepek katılmasıyla, hamurdaki gluten proteinlerinin oransal olarak seyrelmesi ve kepek parçacıklarının boyutlarına ve miktarına bağlı olarak gluten ağının oluşumunun engellenmesi ve/ya da sınırlandırılmasının (Özer 1998) bir sonucu olarak gluten ağı zayıflar ve hamurun maksimum direnç değerleri azalır.

Çizelge 4.13 incelendiğinde maksimum direnç değerlerinin öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerinden etkilendiği ($p<0.01$) görülmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmemiş fraksiyonlardan hazırlanan hamurların maksimum direnç değerleri öğütülmüş fraksiyonlardan daha yüksektir (Çizelge 4.14).

Kepek çeşitleri içerisinde en yüksek maksimum direnç değerini KK fraksiyonu, en düşük değeri ise RK fraksiyonu ile hazırlanmış hamur vermiştir (Çizelge 4.14). Gül (2007), tarafından yapılan bir çalışma % 20 kepek ikameli hamurun maksimum direnç değeri 607.1 BU olarak bulunmuştur.

Direnç değerlerinde olduğu gibi maksimum dirençte de 0.güne ait değerler depolananlara göre düşük bulunmuştur. Genel olarak öğütülmemiş fraksiyonlardan hazırlanan hamurlar öğütülmüşlerden daha yüksek maksimum direnç değeri vermişitir.

4.2.2.2.4. Enerji

Enerji değeri, hamurun işlemeye karşı mukavemeti ve işlenebilirlik derecesini gösteren bir parametre olup, bu değerin yüksek olması hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermentasyon toleransının yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Ünal 1991; Elgün ve ark. 2005; Yıldız 2009).

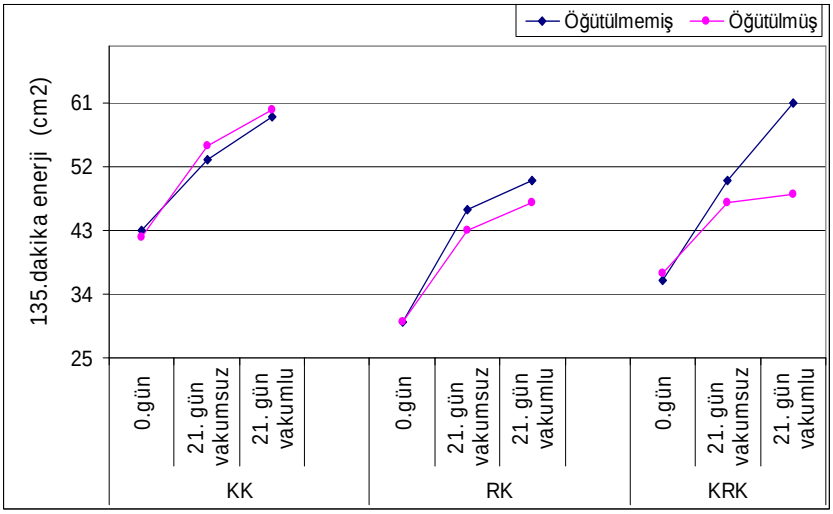
Kepek fraksiyonlarına ait un paçallarından hazırlanan hamurların enerji değerleri 30-61 cm^2 arasında bulunmuştur. BU' na ait 0.gün, 21.gün vakumsuz depolama ve 21. vakumlu depolama değerleri sırasıyla 66, 81 ve 79 cm^2 bulunmuştur (Çizelge 4.12). Una kepek ilavesi hamurun enerji değerini düşürmüştür. Birçok araştırmacı, kepekli fraksiyondan hazırlanan hamurlarda gluten proteinlerinin oransal olarak seyrelmesi sonucu hamurların enerji değerlerinin düştüğünü ifade etmiştir (Ünal 1980; Rao ve Rao 1991; Özboy 1992; Özkaya ve Özkaya 1992; Kim ve ark 1996; Chung ve Kim 1998; Özkaya 1999; Kim ve ark. 2000; Gül 2007). Öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri enerji değerlerini $p<0.01$ önem seviyesinde etkilemiştir (Çizelge 4.13).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmemiş kepek fraksiyonlarından hazırlanan un paçallarının hamurlarında enerji değeri öğütülmemişlere göre yüksek bulunmuştur. Ancak istatistiki olarak önemli bulunan

bu fark, deskriptif olarak oldukça düşüktür (Çizelge 4.14). Kim ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kalın kepek ikame edilmiş hamurun enerji değeri 137 cm^2, ince kepeğin 136 cm^2 olduğu ifade edilmiştir.

Depolama ile enerji değerlerinde istatistiki olarak artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.14). Bu artış vakumsuz ve vakum koşullarda depolama istatistiki olarak farksız bulunmuştur.

Enerji üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.8' de verilmiştir. Genel olarak öğütülüp direkt kullanılan (0.gün) paçallardan hazırlanan hamurların enerji değerleri düşük bulunmuştur. Depolama ile enerji değerleri yükselmiştir. Kırma ve redüksiyon kısmından elde edilen kepek çeşitlerinin karıştırılması ile elde edilen paçalda öğütülmemiş fraksiyon depolama ile oldukça yükselmiştir. Ruşeym içeren paçallarda (RK ve KRK) öğütülmemişler, öğütülmüş örneklere göre depolama sonunda daha yüksek enerji değerleri vermiştir. Ancak kırma kısmından elde edilen kepek ile hazırlanan hamurlarda öğütülmüş ve öğütülmemiş örnekler benzer enerji değerleri vermiştir. RK ruşeym içeriğine bağlı olarak hamurda zayıflamaya ve enerji düşüşüne sebep olmuştur. Dinlendirme enerjiyi artırmış, vakum depolama hem direnç hem de uzamada artış sağlayarak deskriptif olarak enerji değerini artırmıştır. Burada mehtemel indirgen etki sınırlanmış olabilir.



Şekil 4.8. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan hamurların enerjisi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

4.2.3. Ekmekçilik özellikleri

4.2.3.1. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklerin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.15’ de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’ da verilmiştir. Öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.17’ de verilmiştir.

4.2.3.1.1. Ağırlık

Katkısız kepekli ekmeklerde ağırlık değerleri 141.27-150.72g arasında değişmektedir. BU’ ndan hazırlanan ekmeklerde ise ağırlık değerleri 140.74-144.65g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Varyans analiz sonuçlarına göre ekmek ağılığı üzerinde öğütme $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, kepek çeşidi ve depolama $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmemiş fraksiyonlardan hazırlanan un paçallarından yapılan ekmeklerin ağırlıkları öğütülmüş fraksiyondan hazırlanan un paçallarından yapılan ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlar kepek çeşidi faktörüne göre incelendiğinde RK kepek çeşidi kullanılarak hazırlanan ekmeklerin KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklere göre daha düşük ağırlık değeri verdiği görülmektedir (Çizelge 4.17).

Katkılı ekmeklerin ağırlıkları üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanılması ile ekmek ağırlıklarında artış meydana geldiği gözlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.15. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklerin hacim, ağırlık ve spesifik hacim sonuçları

Öğütme	Paçal	Depolama	Katkısız			Katkılı		
			Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
Öğütülmemiş	KK	0.gün	148.02±1.46	450±2.83	3.04±0.01	145.05±1.18	710±2.83	4.89±0.02
		21.gün (vakumsuz)	147.81±1.05	520±2.83	3.52±0.01	134.72±1.22	750±2.83	5.57±0.03
		21.gün (vakumlu)	146.68±1.13	520±4.24	3.55±0.00	139.60±1.50	750±2.83	5.37±0.04
	RK	0.gün	148.26±1.56	350±4.24	2.36±0.00	145.59±1.16	560±2.83	3.85±0.01
		21.gün (vakumsuz)	143.02±1.02	470±5.66	3.29±0.02	145.75±1.22	710±4.24	4.87±0.01
		21.gün (vakumlu)	150.72±1.50	490±2.83	3.25±0.01	149.50±1.20	600±4.24	4.01±0.00
	KRK	0.gün	142.05±1.51	400±1.41	2.82±0.02	154.77±1.01	670±4.24	4.33±0.00
		21.gün (vakumsuz)	149.67±1.53	470±1.41	3.14±0.02	146.52±1.21	680±1.41	4.64±0.03
		21.gün (vakumlu)	149.35±1.40	470±1.41	3.15±0.02	143.82±1.15	690±2.83	4.80±0.02
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	145.84±1.38	460±2.83	3.15±0.01	147.70±1.06	710±2.83	4.81±0.02
		21.gün (vakumsuz)	147.57±1.12	490±1.41	3.32±0.02	145.64±1.39	740±2.83	5.08±0.03
		21.gün (vakumlu)	150.13±1.23	500±2.83	3.33±0.01	142.86±1.21	730±4.24	5.11±0.01
	RKİ	0.gün	146.25±1.41	410±2.83	2.80±0.01	176.48±1.32	600±5.66	3.40±0.01
		21.gün (vakumsuz)	146.10±1.47	490±5.66	3.35±0.01	141.34±1.39	700±1.41	4.95±0.04
		21.gün (vakumlu)	141.27±1.31	500±5.66	3.54±0.01	142.82±1.17	700±1.41	4.90±0.03
	KRKİ	0.gün	143.38±1.58	400±4.24	2.79±0.00	158.02±1.15	640±4.24	4.05±0.00
		21.gün (vakumsuz)	148.22±1.06	480±2.83	3.24±0.00	145.71±1.49	660±2.83	4.53±0.03
		21.gün (vakumlu)	144.74±1.13	490±5.66	3.39±0.01	145.27±1.26	660±2.83	4.54±0.02
Şahit	BU	0.gün	140.74±1.69	555±2.83	3.94±0.02	133.05±1.33	835±2.83	6.28±0.04
		21.gün (vakumsuz)	144.65±1.04	600±1.41	4.15±0.02	136.18±1.16	760±2.83	5.58±0.03
		21.gün (vakumlu)	144.27±1.30	560±2.83	3.88±0.02	136.95±1.47	800±1.41	5.84±0.05

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Çizelge 4.16. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklere ait hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerlerinin varyans analiz sonuçları

VK	SD	Katkısız						Katkılı					
		Ağırlık		Hacim		Spesifik Hacim		Ağırlık		Hacim		Spesifik Hacim	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	16.227	9.080**	711.111	52.033**	0.075	407.515**	182.340	117.794**	44.444	4.000ns	0.101	213.339**
Kepek Çeşidi (B)	2	10.363	5.798*	5877.778	430.081**	0.204	1111.197**	202.597	130.881**	24411.111	2197.000**	2.222	4677.491**
AxB	2	7.469	4.179*	1411.111	103.252**	0.100	547.379**	23.844	15.404**	4011.111	361.000**	0.181	381.339**
Depolama (C)	2	8.748	4.895*	25277.778	1849.593**	1.048	5716.652**	483.006	312.028**	10677.778	961.000**	1.726	3633.491**
AxC	2	12.311	6.889**	477.778	34.959**	0.026	144.379**	140.418	90.712**	677.778	61.000**	0.126	264.637**
BxC	4	20.788	11.632**	1044.444	76.423**	0.074	402.311**	41.323	26.695**	3444.444	310.000**	0.252	530.035**
AxBxC	4	22.169	12.404**	377.778	27.642**	0.030	165.674**	164.383	106.194**	1244.444	112.000**	0.186	391.585**
Hata	18	1.787		13.667		0.000		1.548		11.111		0.000	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.17. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklere ait hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları [*]

Faktör	n	Katkısız			Katkılı		
		Ağırlık	Hacim	Spesifik Hacim	Ağırlık	Hacim	Spesifik Hacim
Öğütme							
Öğütülmemiş	18	147.288 [a]	460.000 [b]	3.122 [b]	145.036 [b]	680.000 [a]	4.704 [a]
Öğütülmüş	18	145.945 [b]	468.889 [a]	3.213 [a]	149.537 [a]	682.222 [a]	4.598 [b]
Kepek Çeşidi [**]							
KK	12	147.676 [a]	490.000 [a]	3.318 [a]	142.595 [b]	731.667 [a]	5.140 [a]
RK	12	145.939 [b]	451.667 [b]	3.098 [b]	150.247 [a]	645.000 [c]	4.331 [c]
KRK	12	146.234 [ab]	451.667 [b]	3.086 [b]	149.017 [a]	666.667 [b]	4.482 [b]
Depolama							
0.gün	12	145.632 [a]	411.667 [c]	2.828 [c]	154.601 [a]	648.333 [c]	4.222 [c]
21.gün vakumsuz	12	147.067 [a]	486.667 [b]	3.309 [b]	143.978 [b]	688.333 [b]	4.790 [b]
21. gün vakumlu	12	147.151 [a]	495.000 [a]	3.365 [a]	143.280 [b]	706.667 [a]	4.941 [a]

[*] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

Katkılı ekmeklerde kepek çeşidi faktörüne göre, KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklerin diğer kepek çeşitleri kullanılarak hazırlanan ekmeklerle karşılaştırıldığında daha düşük ekmek ağırlığı vermiştir (Çizelge 4.17).

Depolama ile katkılı ekmeklerde ekmek ağırlığının artış gösterdiği Çizelge 4.17' den görülmektedir.

4.2.3.1.2. Hacim

Katkısız kepekli ekmeklerde hacim değerleri 350-520 cc arasında değişmektedir. BU' ndan hazırlanan ekmeklerde ise 555-600 cc arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15). BU' ndan hazırlanan ekmeklerle karşılaştırıldığında kepekli ekmeklerin daha düşük ekmek hacmi verdiği görülmektedir. Bu durum gluten ağının seyrelmesi ve zayıflaması, sonuçta da düşük hacimli kepekli ekmeklerin oluşumu ile açıklanabilir. Pomeranz ve ark. (1977), buğday ununa kepek ilavesi ile ekmek hacminin azaldığını rapor etmiştir. Gül (2007) tarafından yapılan çalışmada % 20 kepek ikameli undan hazırlanan katkısız kepekli ekmeğin hacim değeri 507 cm^3 bulunurken, sadece buğday ununun kullanıldığı ekmeklerde hacim değeri 585 cm^3 olarak belirlenmiştir. Özboy ve Köksel (1997) tarafından yapılan bir çalışmada Bezostaya ununa % 15 kepek ilavesi ile hazırlanan ekmeğin hacmi 468 ml olarak bulunmuştur.

Katkısız ekmeklerin varyans analiz sonuçlarına göre hacim değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

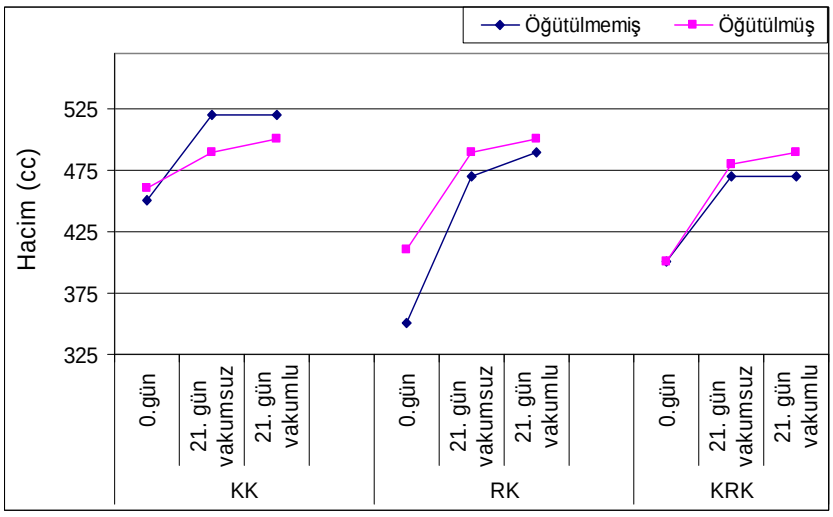
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanımıyla hazırlanan katkısız ekmeklerin hacim değeri çok az bir artış göstermiş ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Hassan ve ark. (2008) çeşitli unlarla, % 20 oranında kalın ve ince kepek kullanarak ekmek hazırlamıştır. Kalın kepeğe ait ekmek hacimleri 253.3 ve 293.3 ml; ince kepeğe ait ekmek hacimleri ise 268.3 ve 301.7 ml olarak bulunmuştur.

Kepek çeşidi faktörüne göre katkısız ekmeklerde KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklerin hacim değerleri yüksek bulunurken diğer kepek çeşitleri kullanılarak hazırlanan katkısız ekmeklerin hacim değerleri istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Depolanmamış (0.gün) un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde en düşük ekmek hacmi elde edilirken, vakum ortamında depolanan un paçallarından hazırlanan ekmeklerde hacim artışı en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Katkısız ekmeklerde hacim üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.9' da verilmiştir.

Genel olarak KK kullanılarak hazırlanan ekmekler diğer kepek çeşitlerinden hazırlanan ekmeklerden daha yüksek hacim değeri vermiştir. KK vakumlu ve vakumsuz koşullarda depolamaya bağlı olarak en yüksek ekmek hacmini verirken RK 0.günde en düşük ekmek hacmini vermiştir. RK içeren un paçallarında öğütülerek hazırlanan kepeklerden yapılan ekmeklerin hacim değerleri yüksek bulunmuştur. Vakumlu depolama, vakumsuz koşullarda depolananlara göre RK içeren ekmeklerde hacmi artırıcı etki göstermiştir. Bu durum enerji değerlerinde olduğu gibi vakumlama ile RK' deki indirgen maddelerin etkisinin sınırlandırılmış olması ile açıklanabilir.



Şekil 4.9. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde hacim üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

Katkısız ekmeklerle karşılaştırıldığında katkılı ekmeklerin hacim değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.15). Katkı olarak kullanılan SSL, fungal alfa amilaz ve askorbik asit ekmek hacmini artırıcı etki göstermiştir.

Fungal alfa amilaz maya için substrat oluşturarak, SSL hamuru kuvvetlendirip reolojisini iyileştirerek ve askorbik asit gluteni kuvvetlendirerek ve hamuru daha elastik hale getirerek hamurun gaz tutma yeteneğini arttırmaktadır (Altan 1986; Elgün ve Ertugay 1995; Bahar 2001). Bu da katkılı ekmek hacminin katkısız ekmek hacminden daha fazla olmasına neden olmaktadır. Yine de katkı ilavesi BU' ndan hazırlanan şahit ekmeğe eşdeğer hacim vermemiştir. Bunun sebebi kepekli ekmeklerde katkı ilavesinin ancak sınırlı ölçüde bir iyileşme sağlayabilmesidir. Çünkü kepek ilavesinin hacim üzerinde oluşturduğu olumsuz etki sadece gluten proteinlerinin seyrelmesine bağlanamaz. Kepek, açığa çıkan gazın tutulmasını olumsuz yönde etkiler (Pomeranz ve ark. 1977). Kepek partiküllerinin nişasta-gluten ağına da zarar verdiğini ve gaz hücrelerinin genleşmesini sınırlandırdığı bildirilmiştir (Gan ve ark. 1989). Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kepek ikameli undan hazırlanan katkılı kepekli ekmeğin hacim değeri 682 cm^3 bulunmuştur.

BU' ndan üretilen katkılı ekmeklerin hacim değerleri 760-835 cc arasında bulunmuştur (Çizelge 4.15). Katkısız ekmeklerde olduğu gibi buğday ununa kepek ilave edilmesi ile ekmek hacminde azalma olduğu birçok araştırmacı (Pomeranz ve ark. 1976; Shogren ve ark. 1981; Moder ve ark. 1984; Lai 1986; Sosulski ve Wu 1988; Sievert ve ark. 1990; Rao ve Rao 1991; Rasco ve ark. 1991; Özboy 1992; Czuchajowska ve Pomeranz 1993; Özer 1998; Gül 2007) tarafından da ortaya konmuştur.

Katkılı ekmeklerin hacim değerleri üzerinde kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Öğütme ile hacim değeri değişmezken, KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklerin hacim değeri diğer çeşitler kullanılarak hazırlanan ekmeklerin hacim değerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.17). Depolama ile ekmek hacim değerleri artmış, en yüksek değeri ise vakum şartlarında depolama vermiştir (Çizelge 4.17).

4.2.3.1.3. Spesifik hacim

Katkısız kepekli ekmeklerde spesifik hacim değerleri 2.36-3.55 cc/g arasında değişmektedir. BU' ndan hazırlanan ekmeklerde bu değer 3.88-4.15 cc/g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde spesifik hacim üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

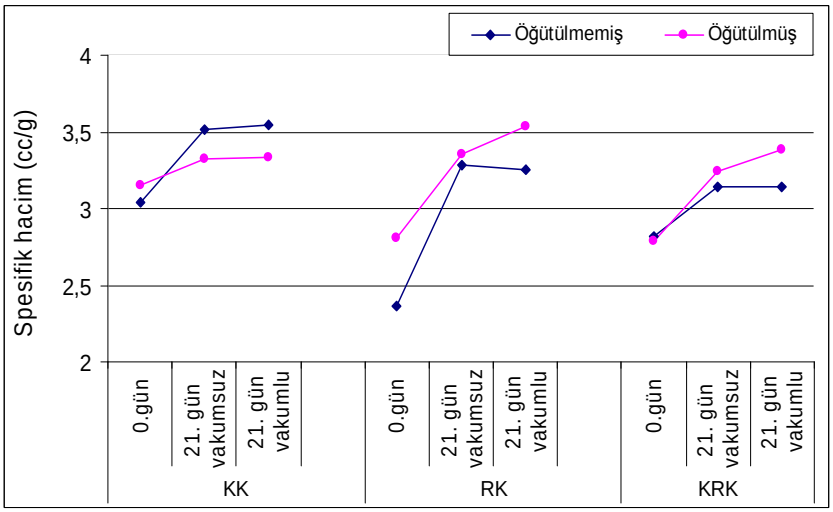
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütme işlemi katkısız ekmeklerde spesifik hacim değerinde azalmaya neden olmuştur. Seyer ve Gélinas (2008) tarafından yapılan bir çalışmada 3 farklı sert buğday kepeğinden hazırlanan tam buğday unu ekmeğinin spesifik hacim değeri 3.50, 3.57 ve 2.82 cm^3/g olarak bulunmuştur.

Kepek çeşidi faktörüne göre en yüksek spesifik hacim değerini, hacim değerinde olduğu gibi KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmek çeşitleri vermiştir (Çizelge 4.17).

Depolamaya bağlı olarak spesifik hacim değerinde artış gözlenirken en yüksek spesifik hacim değerini vakum koşullarında depolama vermiştir (Çizelge 4.17).

Katkısız kepekli ekmeklerde spesifik hacim üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.10' de verilmiş olup hacim değerlerine benzer trend görülmektedir.

Katkılı ekmeklerde ise spesifik hacim değerleri 3.40-5.57 cc/g arasında değişmektedir. BU' ndan hazırlanan katkılı ekmeklerin spesifik hacim değerleri 5.58-6.28 cc/g arasında bulunmuştur. BU' na kepek ilavesi ile ekmek spesifik hacim değerlerinde düşüş meydana geldiği Çizelge 4.15' ten görülmektedir. Una kepek ilave edilmesi ile gluten ağı yeterince gelişemez ve zayıflar. Bu nedenle hem hamurda yeterli düzeyde gaz tutulamaması hem de hamur elastikiyetinin az olması nedeniyle fırın sıçraması aşamasında meydana gelen hamur genleşmesi yetersiz kalmakta ve ekmekler yeterince büyüyememektedir (Özer 1998). Sonuçta hacmin düşük olması spesifik hacmin de buğday unundan yapılan ekmeğe göre daha düşük değer



Şekil 4.10. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde spesifik hacim üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

vermesine neden olmaktadır. Hacim değerindeki artışa benzer şekilde, ekmek formülasyonlarına katkı ilavesi ekmeklerin spesifik hacim değerlerini artırmıştır.

Katkılı ekmeklerin spesifik hacimleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Öğütme ile spesifik hacim değerlerinin düştüğü, hacim sonuçlarına paralel olarak RK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeğin en düşük spesifik hacim değerini verdiği belirlenmiştir. Depolama ile ekmek spesifik hacim değerinin arttığı ve en yüksek spesifik hacim değerini vakum koşullarında depolamanın verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

4.2.3.2. Simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklerin simetri, gözenek yapısı, ekmek içi rengi ve ekmek kabuk rengine ait sonuçlar Çizelge 4.18' de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19' da verilmiştir. Öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.20' de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi sonuçları

Öğütme	Paçal	Depolama	Katkısız				Katkılı			
			Simetri	Gözenek	İç Renk	Kabuk Renk	Simetri	Gözenek	İç Renk	Kabuk Renk
Öğütülmemiş	KK	0.gün	5.00±0.014	1.50±0.028	2.25±0.057	2.75±0.042	5.00±0.042	4.00±0.042	3.50±0.057	4.00±0.057
		21.gün (vakumsuz)	4.50±0.014	2.75±0.085	2.75±0.057	2.00±0.028	5.00±0.057	4.00±0.042	3.50±0.057	3.50±0.042
		21.gün (vakumlu)	4.50±0.014	3.00±0.028	3.00±0.085	2.00±0.057	5.00±0.014	4.35±0.071	3.75±0.057	3.50±0.042
	RK	0.gün	5.00±0.042	1.50±0.028	2.25±0.071	3.75±0.028	4.75±0.085	3.50±0.042	3.70±0.042	5.00±0.028
		21.gün (vakumsuz)	4.50±0.028	2.75±0.071	2.50±0.028	3.25±0.071	4.70±0.042	3.50±0.028	4.00±0.042	5.00±0.057
		21.gün (vakumlu)	4.50±0.042	3.50±0.057	2.75±0.071	3.25±0.042	4.55±0.057	4.50±0.042	4.20±0.014	5.00±0.057
	KRK	0.gün	5.00±0.057	2.00±0.057	2.50±0.042	3.50±0.028	4.75±0.071	3.50±0.057	4.00±0.071	4.75±0.085
		21.gün (vakumsuz)	4.50±0.042	2.75±0.113	2.50±0.057	2.00±0.042	4.40±0.042	3.50±0.042	4.00±0.085	4.00±0.042
		21.gün (vakumlu)	4.50±0.028	3.25±0.071	3.00±0.042	2.00±0.057	4.00±0.042	4.25±0.057	4.30±0.028	4.00±0.042
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	5.00±0.071	2.50±0.028	2.50±0.057	3.25±0.071	4.75±0.099	4.00±0.042	3.50±0.042	4.25±0.071
		21.gün (vakumsuz)	4.50±0.028	3.00±0.042	2.40±0.028	2.75±0.085	5.00±0.042	4.75±0.085	3.50±0.057	4.25±0.071
		21.gün (vakumlu)	4.50±0.057	3.50±0.028	2.50±0.028	2.75±0.071	5.00±0.042	4.75±0.057	3.75±0.028	4.25±0.057
	RKİ	0.gün	4.75±0.099	2.50±0.042	2.50±0.028	3.75±0.071	4.75±0.057	3.50±0.028	3.60±0.042	5.00±0.028
		21.gün (vakumsuz)	4.50±0.057	3.00±0.057	2.35±0.057	3.25±0.071	4.50±0.057	3.50±0.042	3.25±0.085	5.00±0.042
		21.gün (vakumlu)	4.50±0.042	3.75±0.085	2.50±0.042	3.25±0.042	4.00±0.057	4.00±0.042	3.50±0.028	5.00±0.057
	KRKİ	0.gün	5.00±0.057	2.00±0.014	2.50±0.014	3.75±0.057	5.00±0.099	3.50±0.042	4.00±0.057	4.50±0.042
		21.gün (vakumsuz)	4.50±0.071	3.00±0.028	2.40±0.042	3.00±0.028	4.00±0.042	3.50±0.014	3.50±0.028	4.40±0.014
		21.gün (vakumlu)	4.50±0.057	3.25±0.071	2.50±0.057	3.00±0.042	4.00±0.028	4.50±0.057	3.75±0.071	4.40±0.042
Şahit	BU	0.gün	5.00±0.099	3.50±0.028	4.50±0.028	3.50±0.042	4.00±0.042	5.00±0.042	5.00±0.057	4.75±0.028
		21.gün (vakumsuz)	3.75±0.057	5.00±0.042	4.50±0.028	5.00±0.057	4.50±0.028	4.00±0.042	5.00±0.042	5.00±0.042
		21.gün (vakumlu)	4.00±0.057	4.00±0.057	4.25±0.057	3.50±0.028	4.25±0.057	5.00±0.028	4.75±0.042	5.00±0.057

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Çizelge 4.19. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi değerlerinin varyans analiz sonuçları

VK	SD	Katkısız								Katkılı							
		Simetri		Gözenek		İç Renk		Kabuk Renk		Simetri		Gözenek		İç Renk		Kabuk Renk	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	0.007	2.72ns	1.361	405.63**	0.203	77.55**	2.007	668.98**	0.147	43.08**	0.090	37.67**	0.751	265.10**	0.588	222.27**
Kepek Çeşidi (B)	2	0.007	2.72ns	0.063	18.63**	0.034	12.87**	2.146	715.28**	1.134	332.57**	1.161	485.93**	0.359	126.57**	3.331	1259.56**
AxB	2	0.007	2.72ns	0.215	64.16**	0.022	8.62**	0.507	168.98**	0.034	10.10**	0.228	95.23**	0.209	73.63**	0.267	100.95**
Depolama (C)	2	0.840	328.80**	5.813	1732.20**	0.280	107.34**	2.250	750.00**	0.504	147.64**	1.803	754.54**	0.192	67.75**	0.202	76.58**
AxC	2	0.007	2.72ns	0.174	51.74**	0.261	99.89**	0.111	37.04**	0.037	10.83**	0.052	21.98**	0.147	51.86**	0.147	55.57**
BxC	4	0.007	2.72ns	0.062	18.63**	0.017	6.49**	0.146	48.61**	0.297	87.05**	0.142	59.48**	0.022	7.89**	0.061	23.00**
AxBxC	4	0.007	2.72ns	0.090	26.90**	0.018	7.02**	0.049	16.20**	0.084	24.76**	0.096	40.29**	0.038	13.48**	0.039	14.60**
Hata	18	0.003		0.003		0.003		0.003		0.003		0.002		0.003		0.003	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.20. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklere ait simetri, gözenek, iç renk ve kabuk renk beğenisi değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları [*]

Faktör	n	Katkısız				Katkılı			
		Simetri	Gözenek	İç Renk	Kabuk Renk	Simetri	Gözenek	İç Renk	Kabuk Renk
Öğütme									
Öğütülmemiş	18	4.667	2.556 ^{b}	2.611 ^{a}	2.722 ^{b}	4.683 ^{a}	3.900 ^{b}	3.883 ^{a}	4.306 ^{b}
Öğütülmüş	18	4.639	2.944 ^{a}	2.461 ^{b}	3.194 ^{a}	4.556 ^{b}	4.000 ^{a}	3.594 ^{b}	4.561 ^{a}
Kepek Çeşidi [**]									
KK	12	4.667	2.708 ^{b}	2.567 ^{a}	2.583 ^{c}	4.958 ^{a}	4.308 ^{a}	3.583 ^{c}	3.958 ^{c}
RK	12	6.625	2.833 ^{a}	2.475 ^{b}	3.417 ^{a}	4.542 ^{b}	3.750 ^{b}	3.708 ^{b}	5.000 ^{a}
KRK	12	4.667	2.708 ^{b}	2.567 ^{a}	2.875 ^{b}	4.358 ^{c}	3.792 ^{b}	3.925 ^{a}	4.342 ^{b}
Depolama									
0.gün	12	4.958 ^{a}	2.000 ^{c}	2.417 ^{c}	3.458 ^{a}	4.833 ^{a}	3.667 ^{c}	3.717 ^{b}	4.583 ^{a}
21.gün vakumsuz	12	4.500 ^{b}	2.875 ^{b}	2.483 ^{b}	2.708 ^{b}	4.600 ^{b}	3.792 ^{b}	3.625 ^{c}	4.358 ^{b}
21. gün vakumlu	12	4.500 ^{b}	3.375 ^{a}	2.708 ^{a}	2.708 ^{b}	4.425 ^{c}	4.392 ^{a}	3.875 ^{a}	4.358 ^{b}

[*] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

4.2.3.2.1. Simetri

Katkısız kepekli ekmeklere ait simetri değerleri 4.50-5.00 arasında değişmiştir. BU' ndan hazırlanan ekmekte ise bu değer 3.75-5.00 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). Yapılan bir çalışmada % 20 kepekli katkısız ekmeğin simetri değeri 0-10 puan skalası ile 3.25 olarak değerlendirilirken, katkısız buğday unundan hazırlanan ekmeğin 7.38 puan aldığı belirlenmiştir (Gül 2007).

Simetri değerleri üzerinde depolama faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, öğütme ve kepek çeşidi faktörleri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre depolama ile katkısız ekmeklerin simetri değerleri azalmıştır (Çizelge 4.20). Depolanmış unlardan hazırlanan ekmeklerin hacimlerinin yüksek olması, simetrinin bozulmasına ve ekmeklerin daha düşük puanlar almasına neden olmuş olabilir.

Katkılı kepekli ekmeklere ait simetri değerleri 4.00-5.00 arasında değişmektedir (Çizelge 4.18). BU' na ait simetri değerleri ise 0.gün, 21.gün vakumsuz ve 21.gün vakumlu depolama koşullarına göre sırasıyla 4.00, 4.50 ve 4.25 olarak bulunmuştur. Gül 2007 tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kepekli katkılı ekmeğin simetri değeri (0-10 puan skalası) 6.19 puan ile değerlendirilirken, katkılı buğday unundan hazırlanan ekmek 9.88 puan toplamıştır.

Katkılı ekmeklerde simetri değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.20' den de görüleceği üzere öğütme ile katkılı ekmeklerin simetri değeri azalmıştır.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklere ait simetri değeri en yüksek bulunurken, KRK kepek çeşidi kullanılarak hazırlanan ekmek en düşük simetri değerini vermiştir.

Depolamaya bağlı olarak simetri değerinin düştüğü ve en düşük simetri değerini vakum şartlarında depolamının verdiği Çizelge 4.20' den görülmektedir.

4.2.3.2.2. Gözenek yapısı

Katkısız kepekli ekmeklere ait gözenek değerleri 1.50-3.75 arasında değişmiştir. BU' ndan hazırlanan ekmeklere ait gözenek yapısı değerleri 3.50-5.00 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unundan yapılan katkısız ekmek 0-10 puan skalasında 8.63 puan ile değerlendirilirken, bileşime kepek girmesine bağlı olarak gözenek yapısının bozulması ve daha sıkı bir yapı kazanması dolayısıyla katkısız kepekli ekmeğe 4.88 puan verilmiştir. Kepek ilavesi ile ekmek içi gözenek yapısında meydana gelen olumsuz etki birçok araştırıcı (Pomeranz ve ark. 1976; Shorgen ve ark. 1981; Özboy 1992; Özer 1998) tarafından doğrulanmıştır.

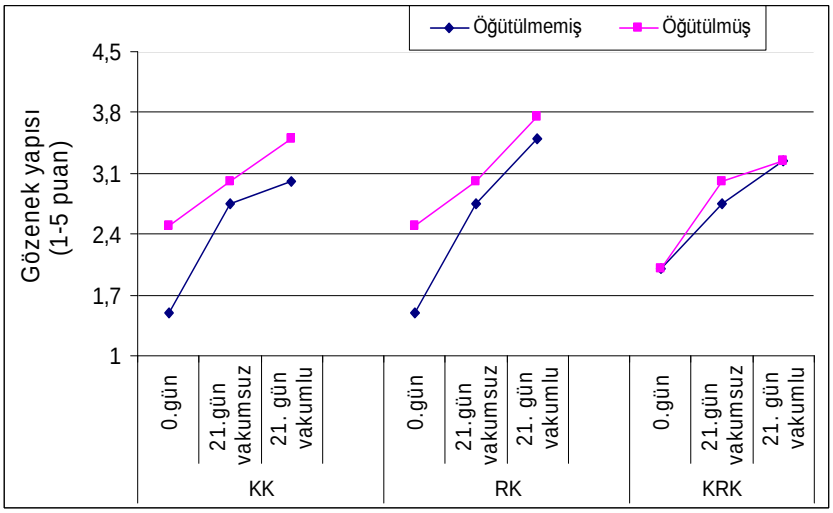
Katkısız kepekli ekmeklerin gözenek yapısı değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.20' den de görüldüğü üzere gözenek yapısı öğütme ve depolama ile artmıştır. Kepek çeşitleri içerisinde RK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklerin gözenek yapısı değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.20). Hassan ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada % 20 kalın kepek ikameli ekmeğin gözenek yapısı değerine 4.2-4.9, ince kepek ilave edilmiş ekmeğin gözenek yapısı değerine ise 3.5-4.7 arasında puan verilmiştir. Zhang ve Moore (1999) tarafından yapılan bir çalışmada kalın kepek içeren ekmeklerin gözenek değeri 1-10 skalasına göre 5.5, ince kepek içeren ekmeklerin gözenek değeri ise 6.4 puan ile değerlendirilmiştir.

Katkısız ekmeklerde gözenek yapısı üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.11' de verilmiştir.

Öğütülmemiş örnekler tahmin edildiği gibi gözenek yapısını olumsuz etkilemiştir. Öğütülmüş örnekler ise tüm kepek çeşitlerinde homojen bir yapı oluşturduğundan daha yüksek gözenek yapısı puanı vermiştir. Vakum depolama tüm kepek çeşitlerinde hem 0.gün hem de 21.gün vakumsuz koşullarda depolamaya göre daha iyi gözenek yapısına sahip ekmekler vermiştir.

Katkılı kepekli ekmeklere ait gözenek yapısı değerleri 3.50-4.75 arasında



Şekil 4.11. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde gözenek yapısı üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

değişmektedir. BU' ndan hazırlanan ekmeklere ait gözenek yapsı değerleri ise 4.00-5.00 arasında değer almıştır (Çizelge 4.18). Katkının hacim üzerindeki olumlu etkisi,gözenek yapısını da etkilemiş olup formülasyondaki SSL, özellikle yağlı ürünlerdeki üstün performansı nedeniyle gözenek yapısı üzerinde düzeltici etkide bulunmuş olabilir.

Katkılı ekmeklerde gözenek yapısı değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanımı ile gözenek yapısı değeri artmıştır (Çizelge 4.20). Katkısız ekmeklerde ifade edilen etki burada da gözlemlenmiştir.

Kepek çeşitleri içerisinde en yüksek gözenek yapısı değerine KK fraksiyonundan hazırlanan katkılı ekmek çeşitleri sahip olmuştur (Çizelge 4.20).

4.2.3.2.3. İç renk beğenisi

Katkısız kepekli ekmeklerde iç renk beğeni değerleri 2.25-3.00 arasında değişmektedir. BU' ndan yapılan ekmeklere ait iç renk beğeni değerleri ise 4.25-4.50 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). Yapılan bir çalışmada % 20 kepekli katkısız

ekmeğin iç renk beğeni değeri 0-5 puan skalası ile 3.31 puan ile değerlendirilirken verilirken, katkısız buğday unundan hazırlanan ekmeğin 4.56 puan topladığı belirlenmiştir (Gül 2007).

Varyans analiz sonuçlarına göre iç renk beğeni değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

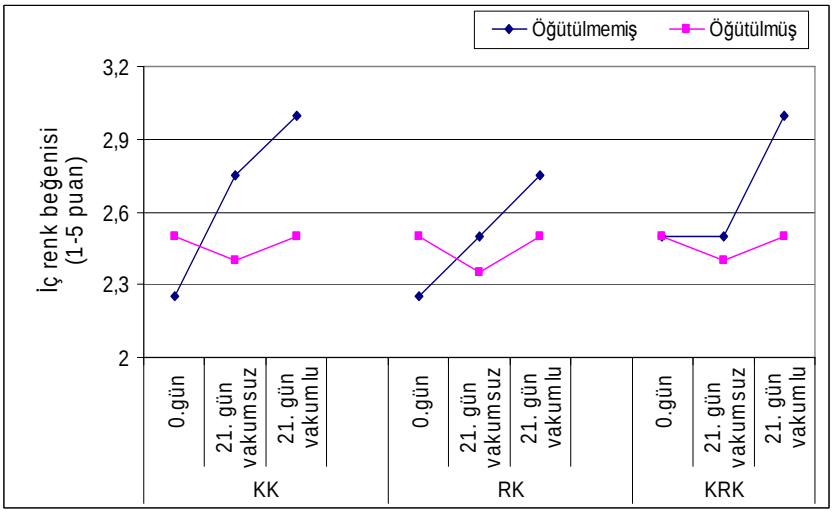
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanımı ile iç renk beğeni değerleri azalmıştır (Çizelge 4.20). Hassan ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada kalın kepeğe ait ekmek iç renk beğeni değeri 1-10 skalasına göre 4.3-4.7 arasında, ince kepeğe ait ekmek iç renk beğenisi ise 1.4-2.7 arasında puanla değerlendirilmiştir. Zhang ve Moore (1999) tarafından yapılan bir çalışmada kalın kepek içeren ekmeklerin iç renk beğeni değeri 1-10 skalasına göre 5.8, ince kepek içeren ekmeklerin iç renk beğeni değeri ise 6.2 puan ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.20’ ye göre katkısız örneklerde RK fraksiyonu ile hazırlanan ekmeklerin iç renk beğeni değeri, diğer kepek çeşitleri ile hazırlanan ekmeklere göre düşük bulunmuştur. Burada RK fraksiyonunda bulunan ruşeym tabakasının yüksek protein ve serbest şeker içeriği ile Maillard reaksiyonunu teşvik etmesi sonucu ekmek içi esmerleşmeyi artırması etkili faktör olabilir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre depolamaya bağlı olarak katkısız ekmeklerin ekmek içi rengi beğeni değerinin arttığı ve en yüksek değerine de vakum koşullarında depolama ile ulaşıldığı görülmüştür (Çizelge 4.20).

Katkısız ekmeklerde iç renk beğenisi üzerine etkili “öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu Şekil 4.12’ de verilmiştir. Öğütülmemiş örneklerde depolama ile ekmek içi rengi beğenisinde artış belirlenirken, öğütülmüş örneklerde böyle bir geliştirici etki gözlenmemiştir. Öğütülmüş kepek çeşitlerinin tümünde vakumsuz koşullarda depolama ile ekmek içi beğeni değerinde azalma gözlenirken, vakum koşullarında depolama ile vakumsuz koşullarda depolamaya göre daha yüksek sonuçlar gözlenmiştir.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise iç renk beğeni değerleri 3.25-4.30 arasında değişirken, BU’ ndan hazırlanan katkılı ekmeklerin iç renk beğeni değerleri 4.75-5.00 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). BU’ na kepek ilavesi ile ekmeğe ait iç



Şekil 4.12. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde iç renk beğenisi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

renk beğeni değerlerinde azalma olduğu Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da ifade edilmiştir.

Katkılı ekmeklerin iç renk beğeni değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanımı ile katkısız ekmeklerde olduğu gibi katkılı ekmeklerde de iç renk beğeni değerlerinde düşüş gözlenmiştir.

Katkılı ekmeklerde KK kepek çeşidi diğer çeşitlere göre daha düşük ekmek içi rengi verirken en yüksek değeri KRK vermiştir (Çizelge 4.20). Katkılı ve katkısız ekmeklerde kepek çeşidine bağlı olarak ekmek içi renk beğeni değerinde farklı bir trend belirlenmiştir.

Çizelge 4.20 incelendiğinde katkısız ekmeklerde olduğu gibi katkılı ekmeklerde de depolama ile ekmek iç renk beğeni değerlerinin arttığı ve en iyi sonucu vakum depolanmış undan hazırlanan ekmeğin verdiği belirlenmiştir.

4.2.3.2.4. Kabuk renk beğenisi

Katkısız kepekli ekmeklerde kabuk renk beğeni değerleri 2.00-3.75 arasında değişmektedir. BU' na ait kabuk renk beğeni değerleri ise 3.50-5.00 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). Yapılan bir çalışmada % 20 kepekli katkısız ekmeğin kabuk renk beğeni değerine 0-5 puan skalası ile 2.50 puan verilirken, katkısız buğday unundan hazırlanan ekmeğe 4.44 puan verilmiştir (Gül 2007).

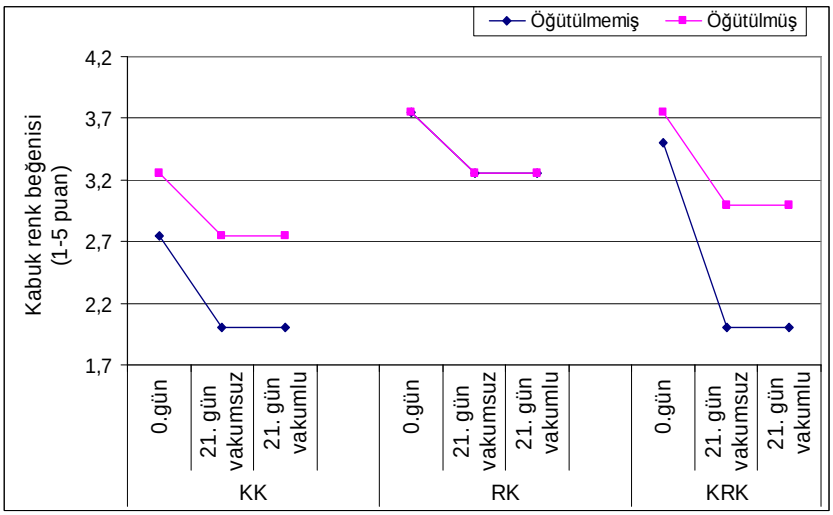
Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde kabuk renk beğeni değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanımı ile kabuk renk beğeni değeri artmıştır (Çizelge 4.20). Kalın kepek partiküllerinin ekmek yüzeyinde oluşturduğu benekli ve homojen olmayan görüntü düşük puanla değerlendirilmiştir.

Katkısız ekmeklerde en yüksek kabuk renk beğeni değerini kepek çeşitleri içerisinden RK vermiştir (Çizelge 4.20). Bu durum daha önce de ifade edildiği gibi, RK ve RK içeren diğer kepek fraksiyonunda ruşeym muhteviyatına bağlı olarak Maillard reaksiyonunun artması ve daha cazip, beğenilen ve daha yüksek puanla değerlendirilen kabuk rengi oluşumuyla açıklanabilir.

Katkısız ekmeklerde kabuk renk beğenisi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.13' de verilmiştir. Her üç kepek çeşidinde de depolamaya bağlı olarak kabuk renk beğeni değeri düşüş göstermiştir. KK ve KRK çeşitlerinin öğütülmüş fraksiyonları kullanılarak hazırlanan katkısız ekmekleri, öğütülmemişlere göre daha yüksek değer vermiştir. Ancak RK' de öğütülmüş ve öğütülmemiş fraksiyonlara ait ekmeklerin kabuk renk beğeni değerleri yakın sonuçlar vermiştir.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise kabuk renk beğeni değerleri 3.50-5.00 arasında değişmektedir. BU' ndan hazırlanan katkılı ekmeklerin kabuk renk beğeni değerleri 4.75-5.00 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). Kepek ikameli unlarla hazırlanmış ekmekler, buğday unundan hazırlanmış ekmeklerden düşük puan alırken, katkılı ekmeklerde alınan puanlar katkısızlara oranla biraz daha yükselmiştir.

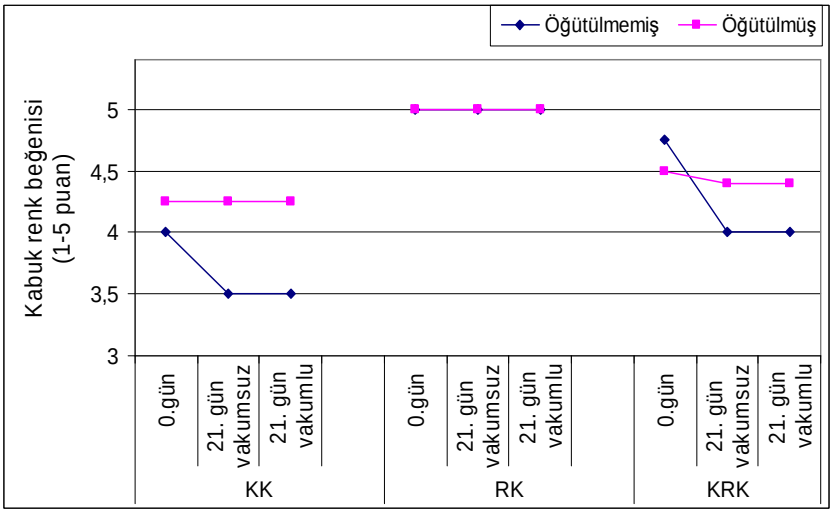


Şekil 4.13. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk renk beğenisi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

Katkılı ekmeklerin kabuk renk beğeni değerleri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanımı ile kabuk renk beğeni değerlerinde artış gözlenirken, depolama ile ekmek kabuk renk beğeni değerleri azalmıştır. En düşük ekmek kabuk rengini KK verirken, katkısız ekmeklerde olduğu gibi ruşeymi içeren RK fraksiyonu en yüksek kabuk rengi değerini vermiştir (Çizelge 4.20).

Katkılı ekmeklerde kabuk rengi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.14' de verilmiştir. Öğütülmüş fraksiyonlar kullanılarak hazırlanan katkılı ekmeklerde her bir kepek çeşidi kendi depolama şartlarında birbirlerine yakın sonuçlar vermiştir. KK ve KRK çeşidinde öğütülmemiş fraksiyonlar kullanarak hazırlanan katkılı ekmeklerin kabuk rengi depolama ile azalmıştır. Her durumda bünyesinde ruşeym ihtiva eden RK çeşidi diğer kepek çeşitlerine göre daha yüksek ekmek kabuk rengi vermiştir.



Şekil 4.14. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde kabuk renk beğenisi üzerine etkili "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

4.2.3.3. Ekmek içi sertlik

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan katkısız ekmeklerin 24. saat ve 72. saat ekmek içi sertlik değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.21' de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22' de verilmiştir. Öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23' de verilmiştir.

4.2.3.3.1. 24. saat ekmek içi sertlik

Çizelge 4.21' e göre katkısız kepekli ekmeklerde 24. saat ekmek içi sertlik değerleri 0.109±0.004 N/cm^2 ile 0.202±0.007 N/cm^2 arasında değişmiştir. BU ile hazırlanan katkısız ekmeklere ait 24. saat sertlik değerleri 0.063- 0.110 N/cm^2 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.21). Gül (2007), katkısız kepekli ekmeklerin ekmek içi yumuşaklığını 26 mm olarak bulurken, katkısız beyaz undan yapılmış ekmeğin

Çizelge 4.21. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait 24. saat ve 72. saat sertlik (N/cm^2) analiz sonuçları

Öğütme	Paçal	Depolama	Katkısız		Katkılı	
			24.saat	72.saat	24.saat	72.saat
Öğütülmemiş	KK	0.gün	0.140±0.006	0.158±0.008	0.022±0.003	0.035±0.003
		21.gün (vakumsuz)	0.109±0.004	0.122±0.003	0.021±0.004	0.030±0.003
		21.gün (vakumlu)	0.131±0.003	0.137±0.003	0.026±0.001	0.039±0.004
	RK	0.gün	0.186±0.003	0.191±0.003	0.024±0.004	0.030±0.004
		21.gün (vakumsuz)	0.164±0.003	0.184±0.004	0.038±0.004	0.054±0.001
		21.gün (vakumlu)	0.136±0.004	0.155±0.004	0.032±0.001	0.050±0.004
	KRK	0.gün	0.152±0.003	0.170±0.003	0.019±0.004	0.022±0.004
		21.gün (vakumsuz)	0.169±0.004	0.156±0.003	0.032±0.004	0.041±0.003
		21.gün (vakumlu)	0.169±0.004	0.159±0.001	0.034±0.003	0.047±0.004
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	0.150±0.004	0.190±0.004	0.022±0.004	0.026±0.001
		21.gün (vakumsuz)	0.155±0.003	0.179±0.004	0.035±0.003	0.046±0.001
		21.gün (vakumlu)	0.145±0.003	0.153±0.004	0.034±0.004	0.039±0.003
	RKİ	0.gün	0.202±0.007	0.203±0.003	0.040±0.003	0.066±0.003
		21.gün (vakumsuz)	0.186±0.003	0.192±0.003	0.047±0.001	0.072±0.003
		21.gün (vakumlu)	0.176±0.003	0.177±0.003	0.050±0.003	0.072±0.003
	KRKİ	0.gün	0.186±0.003	0.186±0.004	0.022±0.006	0.021±0.003
		21.gün (vakumsuz)	0.170±0.004	0.156±0.001	0.040±0.003	0.055±0.004
		21.gün (vakumlu)	0.179±0.001	0.180±0.004	0.045±0.003	0.049±0.003
Şahit	BU	0.gün	0.063±0.003	0.085±0.001	0.017±0.003	0.037±0.004
		21.gün (vakumsuz)	0.077±0.004	0.102±0.004	0.019±0.003	0.033±0.004
		21.gün (vakumlu)	0.110±0.003	0.138±0.001	0.020±0.004	0.039±0.003

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Çizelge 4.22. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin sertlik değerlerine (N/cm^2) ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Katkısız				Katkılı			
		24. saat		72. saat		24. saat		72. saat	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	0.004	282.189**	0.004	282.189**	0.001	68.809**	0.001	103.269**
Kepek Çeşidi (B)	2	0.005	329.735**	0.005	329.735**	0.000	34.482**	0.002	155.495**
AxB	2	0.000	6.735**	0.000	6.735**	0.000	4.009*	0.000	45.946**
Depolama (C)	2	0.001	40.371**	0.001	40.371**	0.001	42.473**	0.001	101.204**
AxC	2	0.000	0.462ns	0.000	0.462ns	0.000	2.291ns	0.000	5.720*
BxC	4	0.001	35.848**	0.001	35.848**	0.000	3.609*	0.000	11.720**
AxBxC	4	0.000	28.280**	0.000	28.280**	0.000	2.455ns	0.000	12.269**
Hata	18	0.000		0.000		0.000		0.000	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.23. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin sertlik değerlerine (N/cm^2) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları [*]

Faktör	n	Katkısız		Katkılı	
		24. saat	72. saat	24. saat	72. saat
Öğütme					
Öğütülmemiş	18	0.151 [b]	0.159 [b]	0.028 [b]	0.039 [b]
Öğütülmüş	18	0.172 [a]	0.180 [a]	0.037 [a]	0.050 [a]
Kepek Çeşidi [**]					
KK	12	0.138 [b]	0.157 [c]	0.027 [c]	0.036 [b]
RK	12	0.175 [a]	0.184 [a]	0.039 [a]	0.057 [a]
KRK	12	0.171 [a]	0.168 [b]	0.032 [b]	0.039 [b]
Depolama					
0.gün	12	0.169 [a]	0.183 [a]	0.025 [b]	0.033 [b]
21.gün vakumsuz	12	0.159 [b]	0.165 [b]	0.036 [a]	0.050 [a]
21. gün vakumlu	12	0.156 [b]	0.160 [b]	0.037 [a]	0.049 [a]

[*] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

ekmek içi yumuşaklığını 54 mm olarak rapor etmiş ve kepeğin ekmek içi yumuşaklığını azaltarak sertliği artırdığını ifade etmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerin 24. saat sertlik değeri; öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerinden $p<0.01$ önem düzeyinde etkilenmişlerdir (Çizelge 4.22).

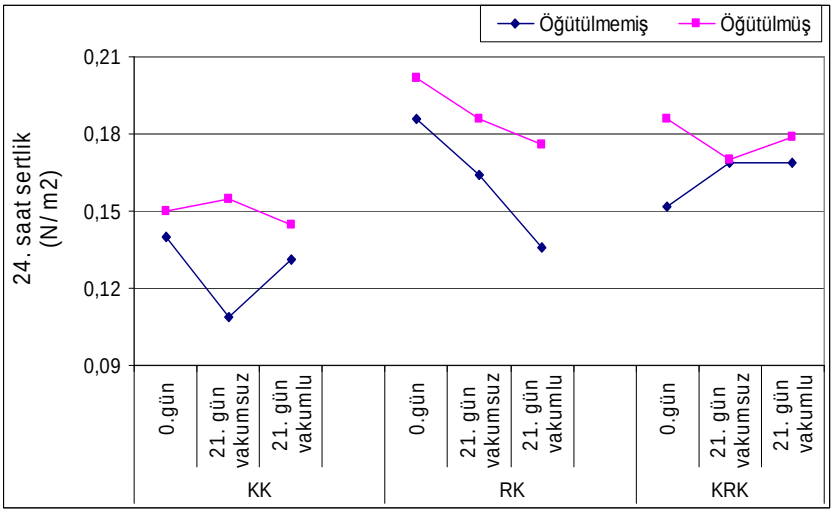
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde 24. saat sertlik değeri öğütülmüş kepek kullanımı ile artmıştır (Çizelge 4.23).

Kepek çeşitleri içerisinde; 24. saat sertlik değeri en düşük KK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklerde görülmüştür (Çizelge 4.23).

Depolama ile katkısız ekmeklerin 24. saat sertlik değerleri düşerken, vakumsuz ve vakumlu koşullarda depolama ile ekmek içi sertlik değeri istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Katkısız ekmeklerde 24. saat ekmek içi sertliğine ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.15' de verilmiştir. Tüm kepek çeşitlerinde öğütülmüş örnekler öğütülmemiş örneklere göre daha yüksek ekmek içi sertlik değeri vermiştir. Bu durum daha küçük partiküle sahip kepek fraksiyonlarının gaz tutmayı azaltarak hacmi düşürmesi ve ekmek içi sertliği artırması ile açıklanabilir.

Genel olarak bakıldığında KK kullanılarak hazırlanan ekmeklerin sertlik değerleri diğer çeşitlere göre daha düşük bulunmuştur. Çizelge 4.17 incelendiğinde



Şekil 4.15. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde 24. saat ekmek içi sertliğine ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

KK fraksiyonu ilave edilmiş olan ekmeklerin hacimlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Artan hacim ekmek içi yumuşaklığını da olumlu yönde etkilemiştir.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise 24. saat ekmek içi sertlik değerleri en düşük 0.019±0.004 N/cm^2, en yüksek 0.050±0.003 N/cm^2 olarak bulunmuştur. BU kullanılarak hazırlanan katkılı ekmeğin, ekmek içi sertlik değerleri ise 0.017-0.020 N/cm^2 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.21). Genel olarak sertliğin yani bayatlamının amiloz fraksiyonunun kristalizasyonundan ileri geldiği düşünülmektedir. Hamurun hazırlanması ve pişirme işlemi esnasında amiloz nişasta granülünden dışarı sızar. Soğuma ile birlikte amiloz polimerleri 10-12 saat gibi bir sürede katı bir jel oluşturur. Yüzey aktif maddeler, amiloz ile kompleks oluşturmak suretiyle ortamda katı jel oluşturabilecek serbest amiloz oranını azaltarak ekmek içinin yumuşaklığının artmasına katkıda bulunurlar ve ekmeğin bayatlama hızını azaltırlar (Pyler 1988; Orthoefer 1997). Bu nedenle katkı kullanılarak hazırlanan ekmeklerde sertlik değeri katkısız olanlara göre çok düşük bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Varyans analiz sonuçlarına göre katkılı ekmekler öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerinden $p<0.01$ önem düzeyinde etkilenmişlerdir (Çizelge 4.22).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde 24. saat ekmek içi sertliğinde öğütülmüş kepek kullanımı ile artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.23). Bu artışın sebebi katkısız ekmeklerdeki sertlik kısmında açıklanmıştır.

Kepek çeşitleri içerisinde en yüksek ekmek içi sertliğini RK içeren ekmekler verirken en düşük ekmek içi sertliğini KK ile hazırlanan ekmekler vermiştir (Çizelge 4.23). RK' nin ekmek hacmi üzerindeki olumsuz etkisi, sertliği de etkileyerek ekmek içi sertliğinin artmasına neden olmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde, katkısız ekmeklerin aksine depolama ile sertlik artışı görülmektedir (Çizelge 4.23).

4.2.3.3.2. 72. saat ekmek içi sertlik

Katkısız kepekli ekmekler içersinde 72. saat ekmek içi sertlik değerleri en düşük 0.122±0.003 N/cm^2, en yüksek 0.203±0.003 N/cm^2 olarak bulunmuştur. BU'

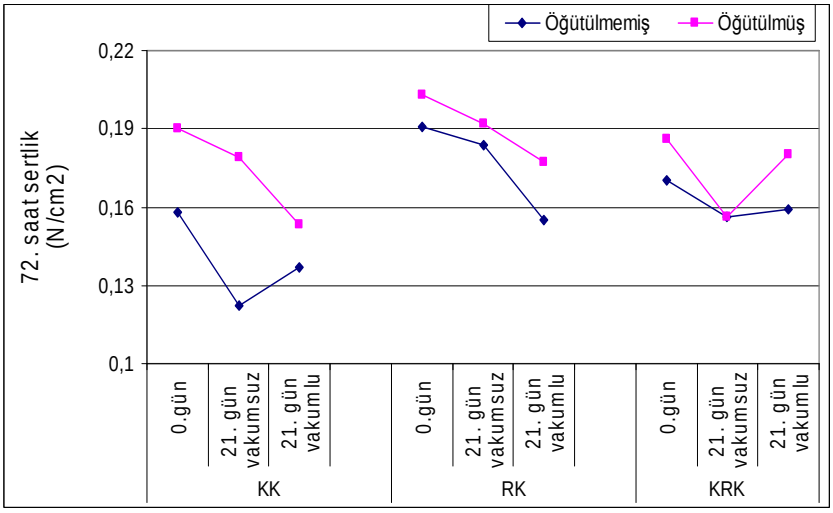
ndan hazırlanan katkısız kepekli ekmeklere ait 72. saat sertlik analiz sonuçları ise 0.085-0.138 N/cm^2 arasında değişmektedir (Çizelge 4.21). Beklenildiği şekilde 24. saat sonunda olduğu gibi, 72. saat sonunda da kepekli ekmekler beyaz un ekmeğine göre daha yüksek sertlik değeri vermişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde 72.saat ekmek içi sertlik değerleri öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanımı ile sertlik değeri artmış, depolama ile azalmıştır (Çizelge 4.23).

Kepek çeşidi faktörü incelendiğinde katkısız ekmeklerde en yüksek sertlik değerini RK içeren ekmekler verirken, KK ile hazırlanan ekmekler en düşük ekmek içi sertliğini vermiştir (Çizelge 4.23).

Katkısız ekmeklerde 72. saat ekmek içi sertliğine ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.16' de verilmiştir. Öğütülmüş örnekler genel olarak öğütülmemiş örneklerden daha yüksek ekmek içi sertlik değeri vermiştir. KK fraksiyonuna ait öğütülmemiş kepekten hazırlanan ekmeğin sertlik değeri diğer kepek çeşitlerine göre düşük bulunmuştur. RK ve KRK paçallarının vakumsuz



Şekil 4.16. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde 72. saat ekmek içi sertliğine ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

koşullarda depolanması ile elde edilen ekmeklerin sertlik değerleri hemen hemen birbirine yakın çıkarken, öğütülmüş ve öğütülmemiş KK paçalının vakumsuz koşullarda depolama ile hazırlanan ekmeklerin 72. saat ekmek içi sertlik değerindeki farkın arttığı Şekil 4.16' dan görülmektedir. Redüksiyon kısmından elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan paçalların vakumlu depolanması ile elde edilen ekmeklerde sertlik değeri diğer depolama çeşitlerine göre daha düşük bulunmuştur. RK' inde vakum depolama ile daha yumuşak ekmek içi veren bu durum, vakum ortamının katkı maddelerinin yerini tutabilecek doymamış yağ asitleri gibi bileşenlerin etkinliğini korunması ile açıklanabilir.

Katkılı kepekli ekmeklerde 72. saat ekmek içi sertlik değerleri 0.021-0.072 N/cm^2 arasında değişmektedir. BU' ndan yapılmış katkılı ekmekte ekmek içi sertlik değerleri ise 0.033-0.039 N/cm^2 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.21). Katkılı ekmeklerin katkısız ekmeklerden daha düşük sertlik değerine sahip olmaları, yüzey aktif maddelerin emülsiyon stabilitesini artırarak hamurun yapısını iyileştirmesi ve ekmek iç yapısını yumuşatması ile açıklanabilir (Ercan ve Özkaya 1986). Gül (2007), % 20 kepek içeren katkılı ekmeklerin ekmek içi yumuşaklığını 38 mm bulurken, katkılı beyaz ekmeğin ekmek içi yumuşaklığını 77 mm olarak bulmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde 72.saat ekmek içi sertlik değerleri öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanımı ve depolama ile 72.saat ekmek içi sertlik değerlerinde artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.23). Katkılı ekmeklerde 72. saat ekmek içi sertliğinde RK fraksiyonlarını içren ekmekler en yüksek değeri verirken, KK ve KRK fraksiyonlarını içeren ekmekler istatistiki olarak farksız bulunmuştur.

4.2.3.4. Renk

4.2.3.4.1. Kabuk rengi

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan ekmeklerin kabuk renklerine (L, a ve b) ait sonuçlar Çizelge 4.24' de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25' de verilmiştir. Öğütme, kepek çeşidi ve depolamaya faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26' da verilmiştir.

4.2.3.4.1.1. Kabuk parlaklığı (L)

Katkısız kepekli ekmeklerde kabuk parlaklığı "L" değerinin 57.59±0.75 ile 53.15±0.36 arasında olduğu bulunmuştur. BU' ndan hazırlanan ekmeklerde ise "L" değeri 58.92±0.31 ile 63.77±0.03 arasında değişmektedir (Çizelge 4.17). Kepek ilavesine bağlı olarak renk koyulaşmış dolayısıyla parlaklık düşmüştür.

Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde "L" değeri öğütme ve depolama faktörlerinden $p<0.01$ önem düzeyinde etkilenirken, kepek çeşidi faktöründen $p<0.05$ önem düzeyinde etkilenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanımı ile "L" değeri azalmıştır (Çizelge 4.26). Bu durum öğütme sonucu daha homojen yapıya sahip olan kepek partiküllerinin un paçallarından hazırlanan ekmeklerin "L" değerini azaltması ile açıklanabilir. Benzer sonuçlar Çizelge 4.2' de de bulunmuştur. Literatürde ince kepek kullanılarak yapılan ekmeklerin kabuk renklerinin kalın kepek kullanılarak yapılan ekmeklere göre daha açık olduğu ve bunların görünüm olarak daha iyi bir kabuk yapısına sahip oldukları bildirilmiştir (Zhang ve Moore 1999).

Kepek çeşidi faktörüne göre Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26' da verilmiştir. KK' den hazırlanan ekmeğin "L" kabuk rengi değeri KRK' den hazırlanan ekmeğin "L" kabuk rengi değerinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait kabuk renk değerleri

Öğütme	Paçal	Depolama	Katkısız			Katkılı		
			L	a	b	L	a	b
Öğütülmemiş	KK	0.gün	54.35±0.25	8.09±0.77	19.97±0.76	50.66±0.15	9.79±0.05	21.23±0.56
		21.gün (vakumsuz)	57.59±0.75	7.87±0.51	20.70±0.72	55.99±0.64	9.06±0.10	21.74±0.95
		21.gün (vakumlu)	56.53±0.44	8.44±0.07	20.78±0.04	56.81±0.16	8.97±0.23	20.69±0.70
	RK	0.gün	54.69±0.13	8.58±0.52	22.50±0.66	50.16±0.87	11.19±0.60	21.07±0.19
		21.gün (vakumsuz)	56.16±0.04	8.65±0.24	23.02±0.26	51.91±0.42	11.30±0.07	22.61±0.12
		21.gün (vakumlu)	56.09±0.17	10.10±0.11	23.78±0.02	51.92±0.45	11.60±0.17	21.88±0.27
	KRK	0.gün	53.15±0.86	9.51±0.36	22.74±0.84	50.74±0.87	11.00±0.32	21.77±0.49
		21.gün (vakumsuz)	56.75±0.54	7.80±0.43	21.65±0.10	54.62±0.16	9.81±0.04	21.71±0.23
		21.gün (vakumlu)	56.49±0.52	8.81±0.18	22.28±0.39	53.63±0.39	10.50±0.28	22.41±0.43
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	53.47±0.26	9.60±0.10	21.40±0.28	51.96±0.10	11.00±0.46	22.65±0.65
		21.gün (vakumsuz)	55.32±0.30	9.29±0.08	22.81±0.44	52.54±0.71	10.60±0.06	22.01±0.43
		21.gün (vakumlu)	55.81±0.40	9.81±0.19	21.92±0.02	52.01±0.39	11.40±0.38	21.91±0.15
	RKİ	0.gün	53.96±0.33	9.23±0.29	21.77±0.51	49.26±0.45	11.50±0.28	21.24±0.46
		21.gün (vakumsuz)	54.58±0.10	10.00±0.18	24.44±0.11	51.24±0.07	12.00±0.23	22.98±0.38
		21.gün (vakumlu)	55.15±0.10	10.40±0.19	24.20±0.36	51.38±0.26	11.90±0.25	22.64±0.14
	KRKİ	0.gün	53.62±0.14	10.10±0.12	23.24±0.33	51.20±0.27	11.70±0.08	22.61±0.04
		21.gün (vakumsuz)	54.38±0.01	9.89±0.28	23.59±0.30	51.49±0.30	11.44±0.19	22.65±0.07
		21.gün (vakumlu)	55.17±0.82	9.98±0.36	23.64±0.05	52.10±0.33	11.10±0.19	22.00±0.33
Şahit	BU	0.gün	58.92±0.31	7.30±0.36	27.52±0.24	52.30±0.30	13.40±0.04	23.93±1.55
		21.gün (vakumsuz)	63.47±0.52	5.68±0.07	26.60±0.33	54.75±0.14	11.50±0.15	26.41±0.31
		21.gün (vakumlu)	63.77±0.03	5.92±0.09	26.90±0.10	52.28±0.09	12.70±0.20	25.45±0.54

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Çizelge 4.25. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin kabuk renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Katkısız						Katkılı					
		L		a		b		L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	11.831	64.483**	12.365	112.918**	10.289	55.291**	19.486	93.899**	9.986	140.261**	3.413	17.945**
Kepek Çeşidi (B)	2	1.085	5.916*	1.380	12.600**	13.604	73.102**	16.642	80.194**	6.251	87.808**	0.778	4.088*
AxB	2	0.046	0.250ns	0.340	3.109ns	1.149	6.176**	1.964	9.462**	1.362	19.131**	0.281	1.477ns
Depolama (C)	2	15.395	83.907**	1.308	11.948**	2.555	3.728**	21.305	102.665**	0.286	4.013*	0.885	4.652*
AxC	2	2.214	12.068**	0.493	4.498*	1.537	8.261**	6.973	33.602**	0.244	3.426ns	0.085	0.447ns
BxC	4	0.729	3.974*	0.867	7.915**	1.406	7.558**	0.555	2.673ns	0.397	5.580**	1.207	6.348**
AxBxC	4	0.393	2.142ns	0.191	1.745ns	0.195	1.049ns	3.287	15.840**	0.265	3.719*	0.461	2.421ns
Hata	18	0.183		0.110		0.186		0.208		0.071		0.190	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.26. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin kabuk renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları[*]

Faktör	n	Katkısız			Katkılı		
		L	a	b	L	a	b
Öğütme							
Öğütülmemiş	18	55.754 [a]	8.644 [b]	21.934 [b]	52.937 [a]	10.359 [b]	21.681 [b]
Öğütülmüş	18	54.608 [b]	9.816 [a]	23.003 [a]	51.465 [b]	11.412 [a]	22.297 [a]
Kepek Çeşidi [**]							
KK	12	55.513 [a]	8.847 [b]	21.264 [b]	53.329 [a]	10.145 [c]	21.705 [a]
RK	12	55.104 [ab]	9.492 [a]	23.284 [a]	50.979 [c]	11.587 [a]	22.067 [a]
KRK	12	54.926 [b]	9.351 [a]	22.857 [a]	52.296 [b]	10.924 [b]	22.196 [a]
Depolama							
0.gün	12	53.874 [b]	9.187 [ab]	21.937 [b]	50.662 [b]	11.018 [b]	21.759 [a]
21.gün vakumsuz	12	55.796 [a]	8.924 [b]	22.702 [a]	52.965 [a]	10.716 [a]	22.289 [a]
21. gün vakumlu	12	55.873 [a]	9.580 [a]	22.766 [a]	52.975 [a]	10.922 [a]	21.921 [a]

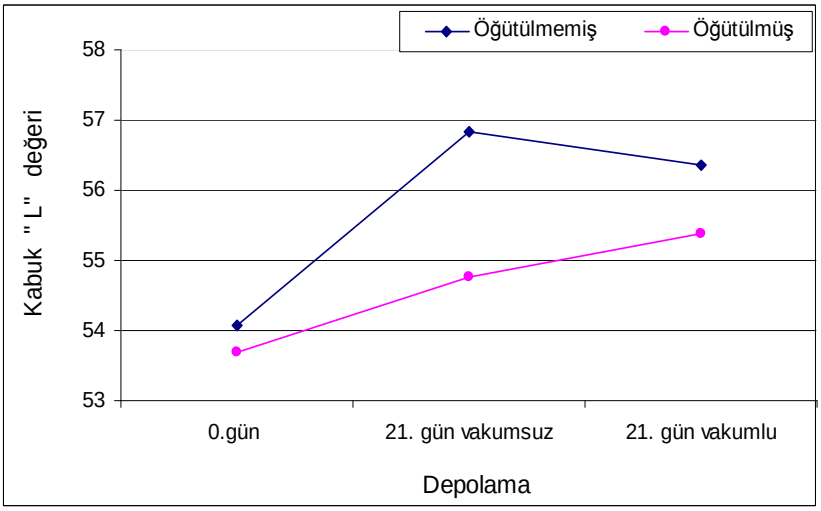
[*] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

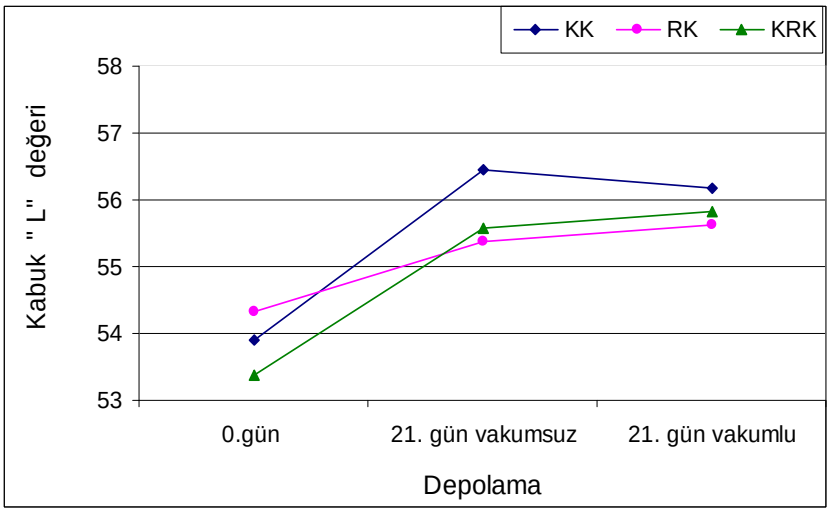
Depolama faktörüne bağlı olarak Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde depolama ile “L” değerinin arttığı görülmektedir (Çizelge 4.26). Bu durum depolama sonucu unun olgunlaşarak renginin açılması, hazırlanan ekmeğin ise hacim artışına (Çizelge 4.17) bağlı olarak daha beyaz bir görünüm kazanması ile açıklanabilir.

Katkısız ekmeklerde “L” değerine ait “öğütme x depolama” interaksiyonu Şekil 4.17’ de, “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu Şekil 4.18’ de verilmiştir. Öğütülmemiş örneklerden hazırlanan ekmekler daha yüksek “L” değeri verirken, öğütülmüşler daha düşük “L” değeri vermiştir. Her iki durumda da 0.gün değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiş, ancak depolamaya bağlı olarak “L” değeri yükselmiştir. Vakumsuz koşullarda depolama ile öğütülmüş ve öğütülmemiş fraksiyondan hazırlanan ekmeklerin kabuk “L” değeri arasında fark fazla iken vakum depolama koşullarında bu fark azalmıştır. Öğütme ile artan yüzey alanına bağlı olarak artan Maillard reaksiyonu rengi koyulaştırdığından “L” değeri de öğütülmüş fraksiyondan hazırlanan ekmekte daha düşük bulunmuştur.

Şekil 4.18’ e göre 0.güne ait “L” değerleri birbirlerine yakın sonuçlar verse de unların depolanması ile ekmeklerin “L” kabuk renginde artış olduğu



Şekil 4.17. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk parlaklığına ait “öğütme x depolama” interaksiyonu



Şekil 4.18. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk parlaklığına ait "kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

gözlemlenmektedir. Vakumsuz koşullarda depolama ile en yüksek kabuk "L" değerini KK' den hazırlanan ekmekler verirken RK ve KRK' inden hazırlanan ekmekler birbirine yakın değerler vermiştir.

Katkılı kepekli ekmeklerde "L" değeri en düşük 49.26±0.45 olarak, en yüksek 56.81±0.16 olarak ölçülmüştür. BU' ndan hazırlanan katkılı kepekli ekmeklerde "L" değerleri ise 52.30±0.30 ile 54.75±0.14 arasında değişmiştir (Çizelge 4.24).

Varyans analiz sonuçlarına göre öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri ekmek kabuğu "L" değerini $p<0.01$ önem seviyesinde etkilemiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde "L" değeri öğütülmüş kepek kullanımı ile azalmıştır (Çizelge 4.26).

Kepek çeşidi faktörüne göre KK' den hazırlanan ekmekler 53.329 ile en yüksek "L" değerini verirken, KRK ile hazırlanan ekmeklerde bu değerin biraz daha azaldığı ve RK ile hazırlanan ekmeklerde ise 50.979 ile en düşük "L" değerine ulaştığı Çizelge 4.26' dan görülmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde depolamayla "L" değeri artmıştır (Çizelge 4.26).

4.2.3.4.1.2. Kabuk kırmızılığı (a)

Katkısız kepekli ekmeklerde kırmızılık “a” değeri 7.80±0.43 ile 10.40±0.19 arasında bulunmuştur. BU’ ndan hazırlanan ekmeklere ait “a” değeri en düşük 5.68±0.07 ve en yüksek 7.30±0.36 olarak belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde “a” değeri öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerinden $p<0.01$ düzeyinde etkilenmiştir (Çizelge 4.24).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde “a” değeri kepeğin öğütülmesi ile artmıştır (Çizelge 4.26). Öğütme ile artan yüzey alanı şeker ve amino asitlerin erişebilirliği açısından Maillard reaksiyonunu teşvik etmiş olabilir.

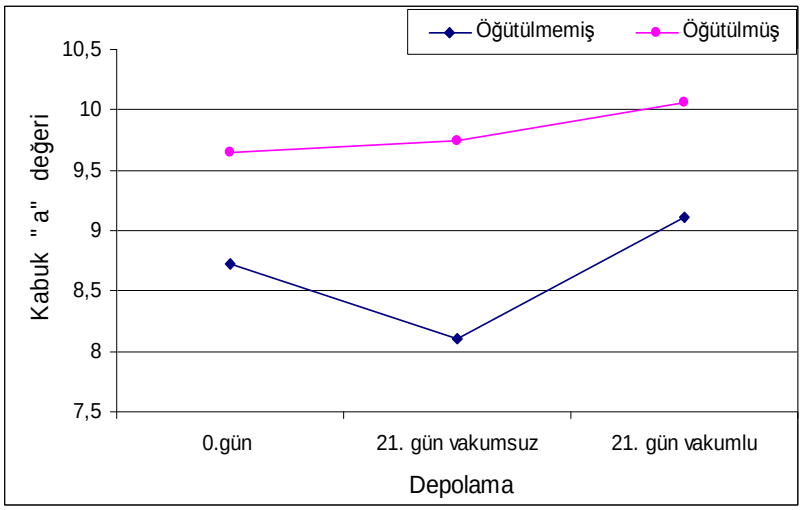
Kepek çeşitleri içerisinde ise en düşük “a” değerini KK fraksiyonundan yapılan ekmekler vermiştir (Çizelge 4.26). Ruşeymi içine alan fraksiyonlar yüksek şeker ve amin bileşikleri sebebiyle daha önce de değinildiği gibi yüksek “a” değerleri vermiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde vakum depolama vakumsuz koşullarda depolamadan daha yüksek “a” değeri vermiştir (Çizelge 4.26).

Katkısız ekmeklerde kabuk “a” değerine ait “öğütme x depolama” interaksiyonu Şekil 4.19’ da verilmiştir.

Öğütülmüş örneklerden hazırlanan ekmekler öğütülmemiş örneklerden hazırlanan ekmeklerden daha yüksek “a” değeri vermiştir. Vakumsuz koşullarda depolamaya bağlı olarak öğütülmüş ve öğütülmemiş fraksiyonlardan hazırlanan ekmekler arasındaki “a” değeri farkı artmış, vakum depolamayla ise bu fark azalmıştır. Daha önce de Çizelge 4.8’ de ifade edildiği gibi “a” değeri öğütme ve vakum koşullarında depolama ile artmaktadır.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise “a” değeri 8.79±0.23 ile 12.00±0.23 arasında değişmektedir. BU’ ndan hazırlanan ekmeklere ait değerler 11.50-13.40 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.24).



Şekil 4.19. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk kırmızılığına (a) ait "öğütme x depolama" interaksiyonu

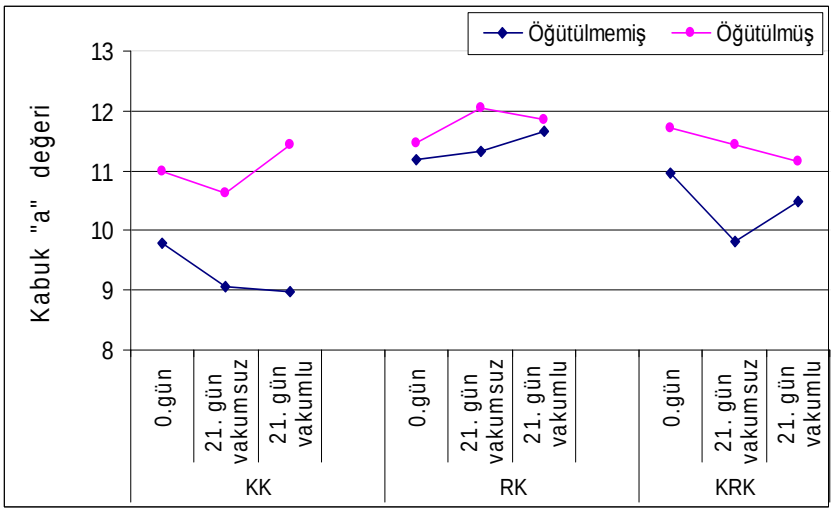
Katkılı ekmeklerde ise "a" değeri öğütme ve kepek çeşidi faktörlerinden $p<0.01$ düzeyinde ve depolama faktöründen ise $p<0.05$ önem düzeyinde etkilenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde katkısız ekmeklerde olduğu gibi öğütülmüş kepek kullanımı ile ekmek kabuk kırmızılığı artmıştır (Çizelge 4.26).

Kepek çeşitlerinde ise en yüksek ekmek kabuk kırmızılığını RK fraksiyonundan yapılan ekmekler verirken, en düşük kabuk kırmızılığını ise KK' den yapılan ekmekler vermiştir (Çizelge 4.26). RK içeren paçal örneklerinde ruşeym mevcudiyetinden dolayı ortamdaki serbest şeker ve protein miktarı artarak Maillard reaksiyonu meydana getirmekte ve dolayısıyla ekmek kabuk kırmızılığı artmaktadır.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre vakumlu depolama, vakumsuz koşullarda depolamaya göre daha yüksek "a" değeri vermiştir (Çizelge 4.26).

Katkılı ekmeklerde kabuk "a" değerine ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.20' de verilmiştir. Genel olarak en yüksek kabuk kırmızlığı rengini, ruşeym ihtiva eden RK çeşidi kullanılarak hazırlanan ekmek vermiştir. Öğütme ile ekmek kabuk kırmızılığı tüm kepek çeşitlerinde yüksek bulunmuştur. KK kullanılarak hazırlanan ekmeklerde "a" değeri üzerinde, vakum



Şekil 4.20. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde kabuk kırmızılığına (a) ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

depolama faktörü öğütülmüş örneklerde artışa neden olurken diğer kepek çeşitlerinde azalmaya neden olmuştur.

4.2.3.4.1.3. Kabuk sarılığı (b)

Katkısız kepekli ekmeklerde kabuk sarılığı "b" değeri 19.97±0.76 ile 24.44±0.11 arasında bulunmuştur. BU' ndan yapılan ekmekte ise en düşük "b" değeri 26.60± 0.33, en yüksek "b" değeri ise 27.52±0.24 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

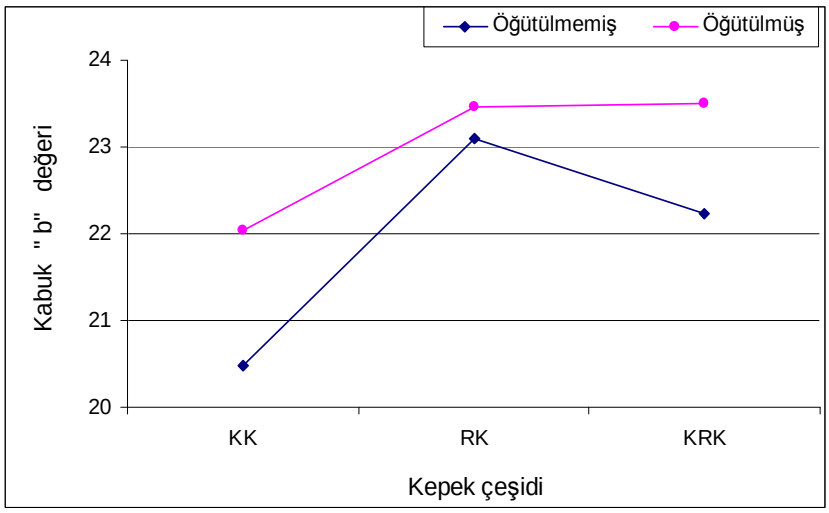
Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde kabuk "b" rengi öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerinden $p<0.01$ önem düzeyinde etkilenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanımı ile ekmek kabuğunun "b" değeri artmıştır (Çizelge 4.26).

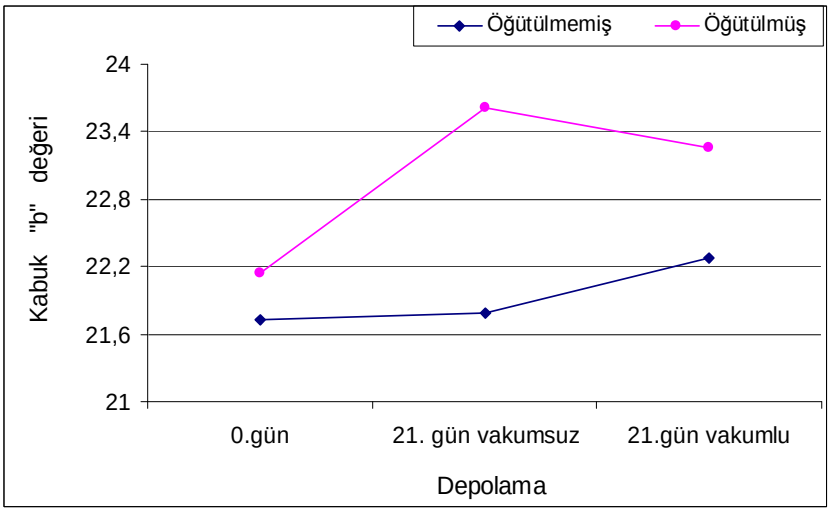
Çizelge 4.26' dan da görüleceği üzere kepek çeşitleri içerisinde en düşük kabuk "b" değerini KK içeren un paçalı vermiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre depolama ile ekmek kabuk "b" değeri artmıştır (Çizelge 4.26).

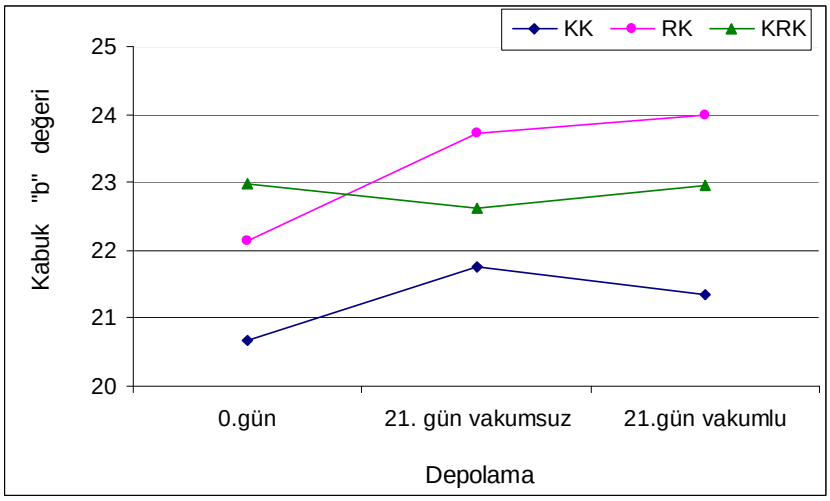
Katkısız kepekli ekmeklerde kabuk sarılığına ait "öğütme x kepek çeşidi" interaksiyoun Şekil 4.21' de, "öğütme x depolama" interaksiyonu Şekil 4.22' de, "kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.23' de verilmiştir.



Şekil 4.21. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk sarılığına ait "öğütme x kepek çeşidi" interaksiyonu



Şekil 4.22. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk sarılığına ait "öğütme x depolama" interaksiyonu



Şekil 4.23. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde kabuk sarılığına ait "kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

Daha öncede Çizelge 4.8' de ifade edildiği gibi hammadde "b" değeri öğütülmüş örneklerde daha yüksek olduğundan ekmek kabuk sarılığının da öğütülmüş örneklerde öğütülmemiş örneklerden yapılan katkısız ekmeklere göre yüksek olması beklenen bir sonuçtur.

Katkısız ekmeklerde "b" değeri 0.gün koşullarında öğütülmüş ve öğütülmemiş örneklerde birbirine yakın sonuçlar verirken, vakumsuz koşullarda depolama ile fark oldukça artmış ve vakum depolama şartlarında bu fark vakumsuz koşullarda depolamaya göre biraz azalmıştır.

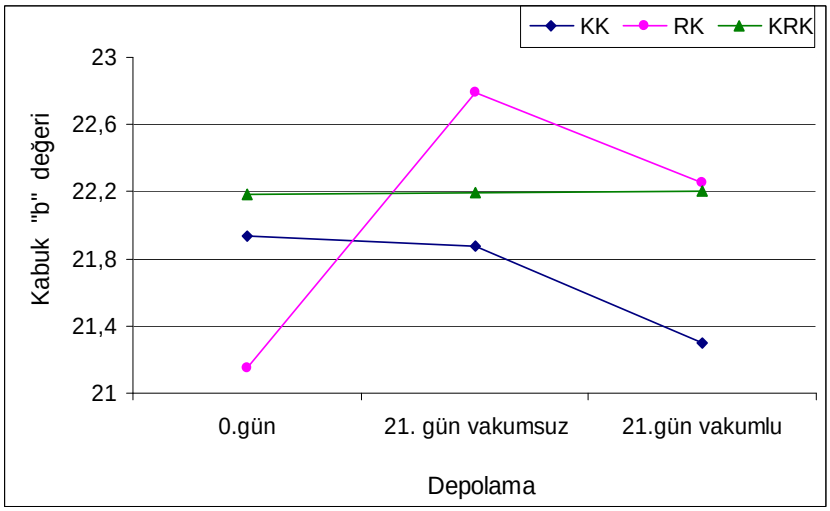
RK fraksiyonu depolamaya bağlı olarak ekmeklerin "b" değerinde artışa neden olmuştur. KRK ile hazırlanan ekmeklerin "b" değeri farklı depolama koşullarında birbirlerine yakın değerler vermiştir. KK kullanılarak hazırlanan katkısız ekmeklerde ise "b" değeri tüm depolama koşullarında diğer kepek çeşitlerine göre düşük bulunmuştur.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise "b" değeri 20.69±0.70 ile 22.98±0.38 arasında değişmektedir (Çizelge 4.24). BU' na ait en yüksek "b" değeri ise 26.41±0.31 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.25' den de görüldüğü üzere katkılı ekmeklerde "b" değeri üzerinde öğütme faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanmı “b” değerinde artışa neden olmuştur (Çizelge 4.26).

Katkılı ekmeklerde kabuk sarılığına ait “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu Şekil 4.24’ de verilmiştir. 0.gün depolama koşullarında oldukça düşük “b” değeri veren RK, vakumsuz koşullarda depolama ile oldukça yüksek değer vermiştir. KRK çeşidi tüm depolama koşullarında birbirine yakın “b” değerleri vermiştir. KK kullanılarak hazırlanan ekmeklerin “b” kabuk renk değeri depolama ile azalarak en düşük değeri vakum koşullarında depolama ile göstermiştir.



Şekil 4.24. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde kabuk sarılığına ait “kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu

4.2.3.4.2. Ekmek içi rengi

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan ekmeklerin iç renklerine (L, a ve b) ait sonuçlar Çizelge 4.27’ de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28’ de verilmiştir. Öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.29’ da özetlenmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı koşullarda depolanan % 20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait iç renk değerleri

Öğütme	Paçal	Depolama	Katkısız			Katkılı		
			L	a	b	L	a	b
Öğütülmemiş	KK	0.gün	53.35±0.19	5.40±0.14	13.89±0.05	59.68±0.35	5.05±0.29	14.85±0.54
		21.gün (vakumsuz)	57.85±0.18	5.58±0.25	15.87±0.27	62.66±0.18	5.57±0.20	15.34±0.27
		21.gün (vakumlu)	55.49±0.22	6.25±0.08	15.85±0.16	62.88±0.29	5.35±0.13	15.11±0.32
	RK	0.gün	52.14±0.42	5.39±0.23	16.15±0.28	60.52±0.06	4.63±0.24	15.45±0.34
		21.gün (vakumsuz)	56.48±0.11	5.63±0.09	16.65±0.39	62.03±0.48	4.90±0.07	16.06±0.40
		21.gün (vakumlu)	57.19±0.05	5.52±0.12	17.16±0.15	62.50±0.12	4.91±0.11	16.56±0.16
	KRK	0.gün	53.50±0.37	5.62±0.08	15.83±0.19	61.77±0.44	4.77±0.07	15.35±0.18
		21.gün (vakumsuz)	56.88±0.03	6.18±0.27	16.22±0.02	61.86±0.17	5.47±0.31	15.69±0.36
		21.gün (vakumlu)	58.00±0.46	5.49±0.10	16.24±0.30	62.55±0.07	5.11±0.34	15.66±0.54
Öğütülmüş	KKİ	0.gün	50.29±0.08	6.97±0.06	16.72±0.08	58.96±0.09	5.63±0.15	16.42±0.40
		21.gün (vakumsuz)	53.80±0.04	6.89±0.06	17.29±0.28	61.42±0.18	5.78±0.18	16.87±0.04
		21.gün (vakumlu)	52.51±0.38	7.22±0.38	17.62±0.04	60.76±0.03	6.22±0.02	17.80±0.11
	RKİ	0.gün	50.77±0.25	6.11±0.04	16.77±0.11	60.05±0.17	5.22±0.001	17.12±0.31
		21.gün (vakumsuz)	53.98±0.15	5.99±0.21	16.67±0.04	61.22±0.16	5.60±0.15	17.29±0.06
		21.gün (vakumlu)	55.41±0.06	6.36±0.09	17.22±0.13	61.36±0.33	5.78±0.06	17.61±0.25
	KRKİ	0.gün	51.77±0.19	6.68±0.19	17.09±0.25	60.86±0.15	5.46±0.18	16.50±0.05
		21.gün (vakumsuz)	53.89±0.08	6.67±0.11	17.32±0.04	60.57±0.01	6.12±0.08	17.60±0.49
		21.gün (vakumlu)	55.87±0.34	6.40±0.02	17.54±0.10	61.28±0.00	5.82±0.10	17.34±0.10
Şahit	BU	0.gün	63.49±0.45	0.55± 0.00	14.66±0.16	72.42±0.08	0.69±0.00	12.80±0.19
		21.gün (vakumsuz)	70.58±0.06	1.07±0.07	16.08±0.06	73.49±0.28	1.01±0.03	13.34±0.34
		21.gün (vakumlu)	64.01±0.08	1.01±0.12	15.50±0.32	70.42±0.28	0.82±0.05	12.79±0.24

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Çizelge 4.28. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin iç renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Katkısız						Katkılı					
		L		a		b		L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Öğütme (A)	1	11.831	64.483**	12.365	112.918**	10.289	55.291**	11.042	212.175**	3.827	121.782**	23.295	237.796**
Kepek Çeşidi (B)	2	1.085	5.916*	1.380	12.600**	13.604	73.102**	0.532	10.215**	0.557	17.740**	1.137	11.608**
AxB	2	0.046	0.250ns	0.340	3.109ns	1.149	6.176**	0.236	4.538*	0.023	0.743ns	0.288	2.943ns
Depolama (C)	2	15.395	83.907**	1.308	11.948**	2.555	3.728**	8.604	165.323**	0.730	23.219**	1.708	17.431**
AxC	2	2.214	12.068**	0.493	4.498*	1.537	8.261**	0.492	9.444**	0.069	2.201ns	0.097	0.988ns
BxC	4	0.729	3.974*	0.867	7.915**	1.406	7.558**	2.065	39.678**	0.070	2.222ns	0.095	0.965ns
AxBxC	4	0.393	2.142ns	0.191	1.745ns	0.195	1.049ns	0.083	1.603ns	0.032	1.017ns	0.294	3.004*
Hata	18	0.183		0.110		0.186		0.052		0.031		0.098	

* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.29. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklerin iç renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları [*]

Faktör	n	Katkısız			Katkılı		
		L	a	b	L	a	b
Öğütme							
Öğütülmemiş	18	55.652 [a]	5.674 [b]	15.983 [b]	61.827 [a]	5.084 [b]	15.5630 [b]
Öğütülmüş	18	53.142 [b]	6.588 [a]	17.137 [a]	60.719 [b]	5.736 [a]	17.172 [a]
Kepek Çeşidi [**]							
KK	12	53.881 [c]	6.386 [a]	16.204 [b]	61.060 [b]	5.598 [a]	16.065 [b]
RK	12	54.327 [b]	5.835 [b]	16.769 [a]	61.279 [ab]	5.175 [b]	16.681 [a]
KRK	12	54.982 [a]	6.172 [a]	16.707 [a]	61.408 [a]	5.457 [a]	16.358 [ab]
Depolama							
0.gün	12	51.969 [b]	6.028	16.075 [b]	60.307 [b]	5.126 [b]	15.949 [b]
21.gün vakumsuz	12	55.477 [a]	6.158	16.671 [a]	61.625 [a]	5.573 [a]	16.475 [a]
21. gün vakumlu	12	55.744 [a]	6.206	16.935 [a]	61.887 [a]	5.531 [a]	16.680 [a]

[*] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR

4.2.3.4.2.1. Ekmek içi parlaklığı (L)

Katkısız kepekli ekmeklerde ekmek içi parlaklığı “L” değeri 50.29±0.08-58.00±0.46 arasında bulunmuştur. BU’ ndan hazırlanan ekmeklerde ise “L” 63.49-70.58 arasında değer almıştır (Çizelge 4.27).

Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde kabuk “L” değeri üzerinde öğütme ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, kepek çeşidi faktörü $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmek içi “L” değeri öğütülmüş kepek kullanımı ile azalmıştır (Çizelge 4.29).

Katkısız ekmeklerde en yüksek ekmek içi “L” değerini KRK’ den hazırlanan ekmekler verirken en düşük ekmek içi “L” değerini KK’ den hazırlanan ekmekler vermiştir (Çizelge 4.29).

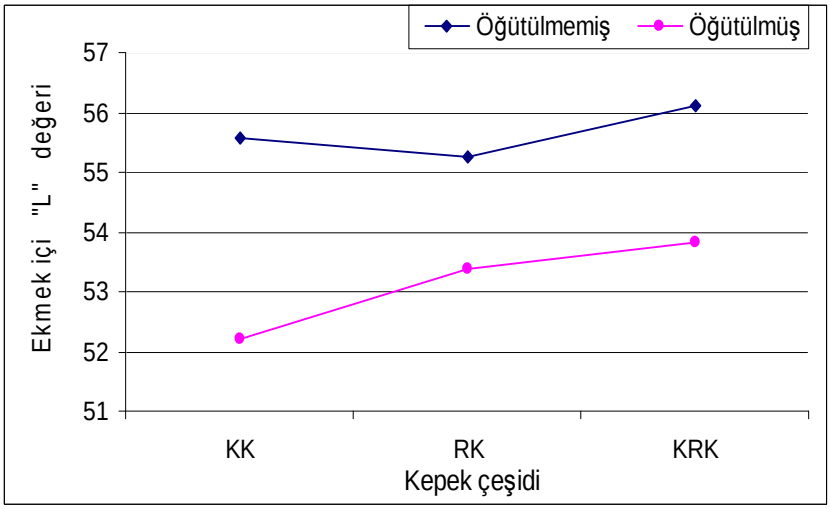
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre depolama ile ekmek içi “L” değeri artmıştır (Çizelge 4.29).

Katkısız ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu Şekil 4.25’ de, “öğütme x depolama” interaksiyonu Şekil 4.26’ da, verilmiştir. Öğütülmemiş fraksiyonlardan hazırlanan katkisiz ekmeklere ait “L” değerleri, öğütülmüş örneklere ait “L” değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Öğütülmüş ve öğütülmemiş kepek örneklerinde KRK kullanılarak hazırlanan ekmeklerin “L” değeri diğer kepek çeşitleri ile hazırlanan ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.25).

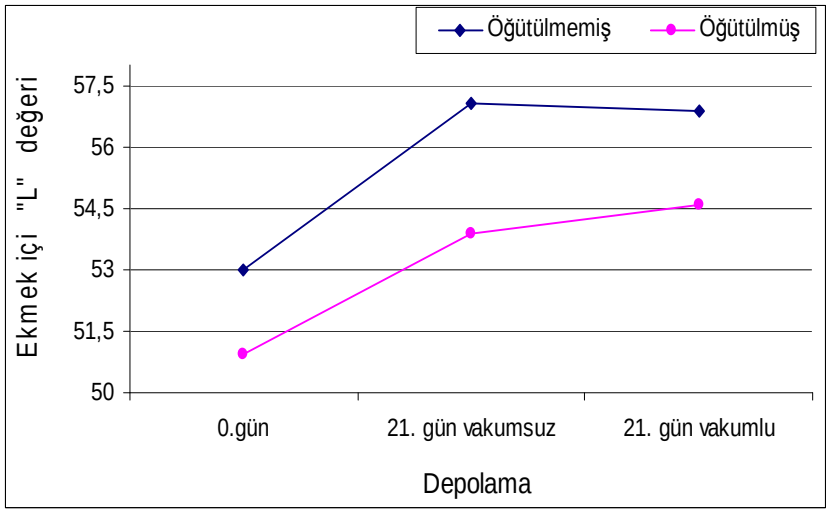
Genel olarak öğütülmemiş kepek fraksiyonları kullanılarak hazırlanan ekmeklerin L değeri öğütülmüş kepek fraksiyonları kullanılarak hazırlanmış ekmeklerden yüksek olup depolamaya bağlı olarak “L” değeri artış göstermiştir (Şekil 4.26).

Vakumsuz koşullarda depolamada un olgunlaşması ve rengin ağarması ile birlikte öğütülmüş ve öğütülmemiş fraksiyonlardan hazırlanan ekmeklerin arasında “L” değeri farkı, vakum depolama ile biraz daha azalmıştır.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise “L” değeri 58.96±0.09 ile 62.88±0.29 arasında değişmektedir (Çizelge 4.27). BU’ na ait en düşük “L” değeri 70.42±0.28 olarak



Şekil 4.25. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait "öğütme x kepek çeşidi" interaksiyonu



Şekil 4.26. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait "öğütme x depolama" interaksiyonu

bulunurken, en yüksek ekmek içi "L" değeri ise 73.49±0.28 olarak belirlenmiştir. Ekmeğe kepek ilavesi ile ekmek içi renginin parlaklığının azaldığı, koyuluğun arttığı ifade edilmiştir (Pomeranz ve ark. 1977; Prentice ve D'Appolonia 1977). Bu kepeğin kendi doğal renginden kaynaklanan beklenen bir sonuçtur.

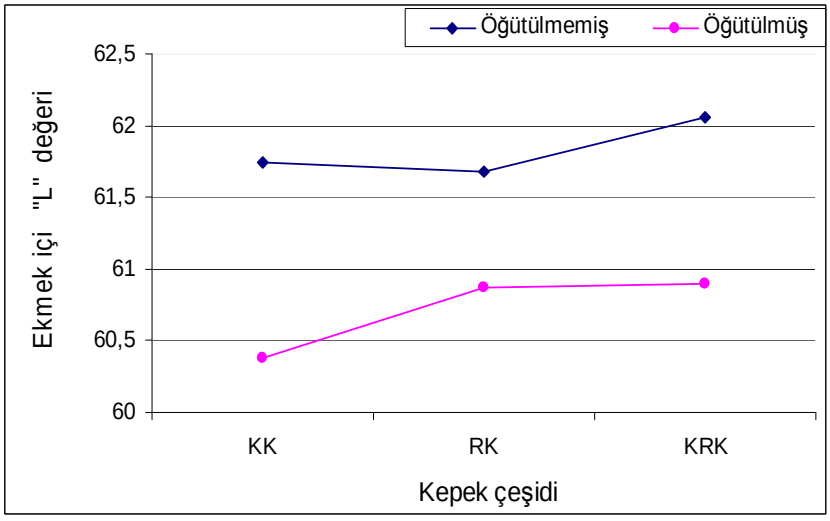
Çizelge 4.28’ den de görüldüğü üzere katkılı ekmeklerde kabuk “L” değeri üzerine öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önem bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde “L” değeri öğütülmüş kepek kullanımı ile azalmıştır (Çizelge 4.29).

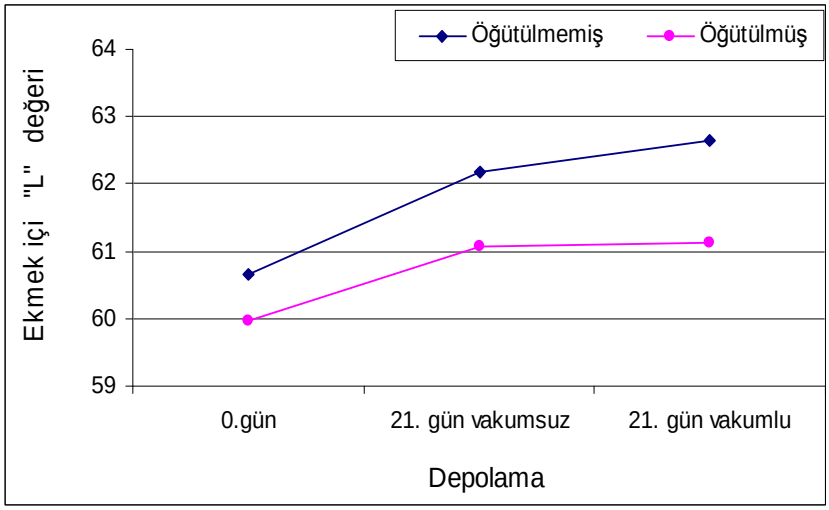
En yüksek “L” değeri KRK’ den elde edilen ekmekte bulunurken, en düşük “L” değeri KK’ den elde edilen ekmek çeşitlerinde bulunmuştur. Katkılı ekmeklerde depolama ile “L” değeri artmıştır (Çizelge 4.29).

Katkılı ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu Şekil 4.27’ de, “öğütme x depolama” interaksiyonu Şekil 4.28’ de verilmiştir.

Genel olarak öğütülmemiş fraksiyonlar öğütülmüş fraksiyonlardan daha yüksek “L” değeri vermiştir. Ancak bunlar içerisinde KRK’ den hazırlanan ekmeklerin “L” değeri diğer kepek çeşitlerinden yüksek bulunmuştur (Şekil 4.27). Şekil 4.28’ den de görüldüğü üzere katkılı ekmeklerde depolamaya bağlı olarak hem unun ağarması hem de unun olgunlaşması ile birlikte hacim artışı meydana gelerek ekmek içi parlaklık değerini artırmıştır.



Şekil 4.27. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait “öğütme x kepek çeşidi” interaksiyonu



Şekil 4.28. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde ekmek içi parlaklığına ait "öğütme x depolama" interaksiyonu

4.2.3.4.2.2. Ekmek içi kırmızılığı (a)

Katkısız kepekli ekmeklerde ekmek içi kırmızılık "a" değeri 5.39±0.23-7.22±0.38 arasında değişmektedir. BU' na ait ekmek içi "a" değeri ise en düşük 0.55, en yüksek 1.07 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Varyans analiz sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde "a" değeri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanımı ile "a" değeri artmıştır. Kepek çeşitleri içerisinde en düşük "a" değerini RK' den hazırlanan ekmekler vermiştir (Çizelge 4.29).

Katkılı ekmeklerde ise ekmek içi "a" değeri 4.63±0.24 ile 6.22±0.02 arasında değişmektedir. BU' na ait ekmek içi "a" değeri 0.69-1.01 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Katkılı ekmeklerde "a" değeri üzerine öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde ise öğütülmüş kepek kullanımıyla "a" değeri artmıştır. En yüksek "a" değerini RK

kullanılarak yapılan ekmek vermiştir. Depolama ile “a” değerinin arttığı görülmüştür (Çizelge 4.29).

4.2.3.4.2.3. Ekmek içi sarılığı (b)

Katkısız kepekli ekmeklerde ekmek içi sarılığı “b” değeri en az 13.89±0.05, en çok 17.62±0.04 olarak bulunmuştur. BU’ nda ise ekmek içi “b” değeri en düşük 14.66±0.16 bulunurken, en yüksek 16.08±0.06 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.28’ den de görüldüğü üzere katkısız ekmeklerde ekmek içi “b” değeri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde öğütülmüş kepek kullanımı ile “b” değeri artmıştır (Çizelge 4.29).

En düşük “b” değerini KK’ den yapılan katkısız ekmekler vermiştir. (Çizelge 4.29).

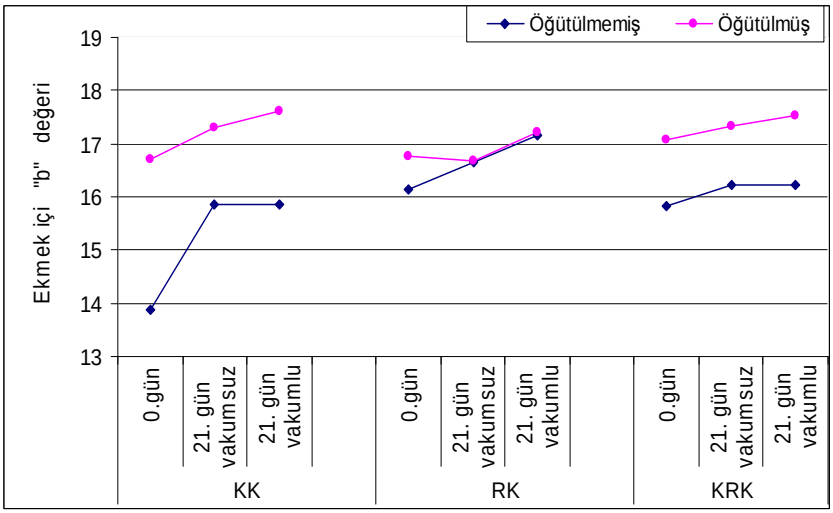
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre depolamaya bağlı olarak “b” değeri artmıştır.

Katkısız ekmeklerde ekmek içi sarılığına ait “ öğütme x kepek çeşidi x depolama” interaksiyonu Şekil 4.29’ da verilmiştir.

Genel olarak öğütülmüş kepek içeren un paçallarından hazırlanan ekmeklerin “b” değeri öğütülmemiş kepek içeren un paçallarından hazırlanan ekmeklerin “b” değerinden yüksek bulunmuştur. Depolamaya bağlı olarak tüm kepek çeşitlerinden hazırlanan ekmeklerin “b” değerinde artış gözlenmiştir. Bu depolama koşulları içerisinde ise en iyi koşulları vakum depolama sağlamıştır.

Katkılı kepekli ekmeklerde ekmek içi “b” değeri 14.85±0.54 ile 17.80±0.11 arasında değişmektedir (Çizelge 4.27). BU’ na ait en yüksek ekmek içi “b” değeri ise 13.34±0.34 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.28’ den de görüldüğü üzere katkılı ekmeklerde ekmek içi “b” değeri üzerinde öğütme, kepek çeşidi ve depolama faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.



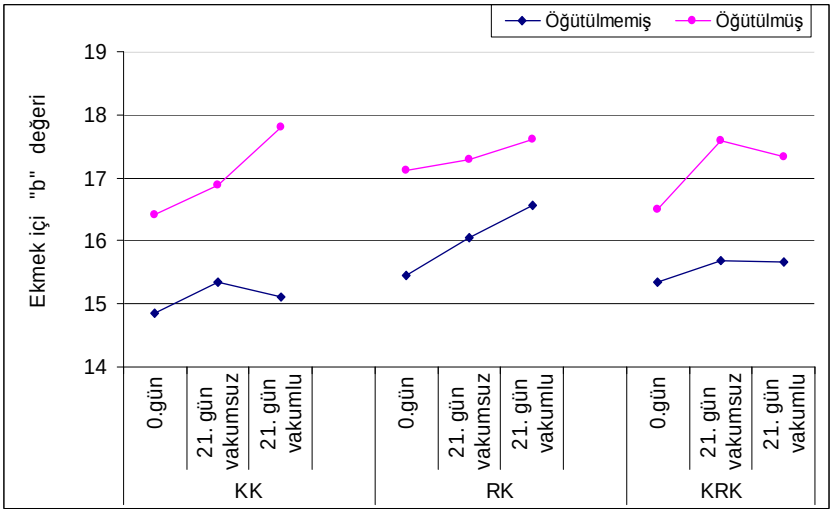
Şekil 4.29. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkısız ekmeklerde ekmek içi sarılığına ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre öğütülmüş kepek kullanımı ile "b" değeri artmıştır (Çizelge 4.29).

Kepek çeşitlerinden RK, KK' den daha yüksek ekmek içi "b" değeri vermiştir. Depolama ile "b" değerinin arttığı ancak katkı ilavesinin "b" değerini çok fazla etkilemediği Çizelge 4.29' dan görülmüştür.

Katkılı kepekli ekmeklerde ekmek içi sarılığına ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu Şekil 4.30' de verilmiştir.

Katkısız örneklerde olduğu gibi öğütülmüş kepek içeren un paçallarından hazırlanan ekmeklerin "b" değeri öğütülmemiş örneklerden hazırlanan ekmeklerin "b" değerinden daha yüksek bulunmuştur. RK fraksiyonu kullanılarak hazırlanan katkılı ekmeklerin "b" değeri vakum depolama ile öğütmenin her iki durumu için de artışa neden olurken KRK' de bu durumun aksine çok az da olsa azalmaya neden olmuştur.



Şekil 4.30. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan katkılı ekmeklerde ekmek içi sarılığına ait "öğütme x kepek çeşidi x depolama" interaksiyonu

4.2.3.5. Kimyasal özellikler

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan ekmeklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.30' da verilmiştir.

4.2.3.5.1. Su

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan katkısız kepekli ekmeklerin su değerleri % 39.40±0.04 ile % 40.92±0.04 arasında değişmektedir. BU' ndan yapılan ekmeğin su içeriği ise % 37.32±0.04 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30). Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kepek ilaveli katkısız kepekli ekmeklerin nem içeriği % 38.8, buğday unundan yapılan katkısız ekmeklerin nem içeriği % 35.6 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait bazı kimyasal analiz sonuçları [*]

Ekmek çeşidi [**]	Katkısız				Katkılı			
	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Fitik asit (%)	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Fitik asit (%)
KK	40.44±0.04 ^{c}	2.95±0.03 ^{ab}	14.41±0.06 ^{b}	523±1.41 ^{a}	39.16±0.03 ^{b}	3.00±0.04 ^{a}	14.66±0.03 ^{c}	517±1.41 ^{a}
RK	40.65±0.06 ^{b}	2.72±0.04 ^{d}	15.18±0.04 ^{a}	468±2.24 ^{d}	39.07±0.04 ^{b}	2.81±0.03 ^{bc}	15.03±0.06 ^{b}	465±4.24 ^{c}
KRK	40.83±0.06 ^{a}	2.88±0.06 ^{abc}	14.45±0.04 ^{b}	512±2.83 ^{a}	39.56±0.03 ^{a}	2.90±0.04 ^{ab}	14.04±0.04 ^{d}	488±1.41 ^{b}
KKİ	40.92±0.04 ^{a}	3.00±0.04 ^{a}	13.98±0.01^{d}	496±2.83 ^{b}	38.23±0.04 ^{d}	2.99±0.04 ^{a}	14.12±0.06 ^{d}	486±4.24 ^{b}
RKİ	39.42±0.04 ^{d}	2.78±0.04 ^{cd}	15.34±0.06 ^{a}	450±4.24 ^{e}	38.17±0.03 ^{d}	2.80±0.01 ^{c}	15.76±0.03 ^{a}	445±2.83 ^{d}
KRKİ	39.40±0.04 ^{d}	2.88±0.03 ^{bc}	14.21±0.04 ^{c}	482±2.83 ^{c}	38.36±0.04 ^{c}	2.90±0.03 ^{ab}	14.21±0.04 ^{d}	452±2.83 ^{d}
BU	37.32±0.04 ^{e}	2.28±0.04 ^{e}	12.56±0.04 ^{e}	116±2.83 ^{f}	34.25±0.06 ^{e}	2.30±0.04 ^{d}	13.12±0.03 ^{e}	112±1.41 ^{e}

[*] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

[**] KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre KRK ve KKİ fraksiyonu ile hazırlanan katkısız ekmeklerde su değeri istatistiki olarak farksız ve en yüksek sonucu verirken, RKİ ve KRKİ fraksiyonlarını içeren ekmeklerde ise istatistiki olarak en düşük sonuçları vermiştir. (Çizelge 4.30).

Katkılı kepekli ekmeklerde ise su değerleri % 38.17±0.03 ile % 39.56±0.03 arasında değişmektedir. BU' ndan yapılan ekmeğin su içeriği ise % 34.25±0.06 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30). Genel olarak bakıldığında ise katkı katılan ekmekler hacim artışı ve pişme sırasındaki su kaybına bağlı olarak daha düşük su değeri vermiştir. Gül (2007) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 kepek ilaveli katkılı kepekli ekmeklerin su içeriği % 39.3, katkılı beyaz ekmeklerin nem içeriği ise % 35.8 bulunmuştur. Kepek bileşimindeki kepeğin yüksek oranda su tutması nedeniyle kepekli ekmeklerin su içeriklerinin beyaz ekmeklere göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Gül 2007).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde ise KRK fraksiyonunu içeren ekmekler en yüksek su değeri miktarını verirken, KKİ ve RKİ fraksiyonlarını içeren ekmekler istatistiki olarak farksız ve en düşük değerleri vermiştir.

4.2.3.5.2. Kül

Kepek fraksiyonları kullanılarak hazırlanan katkısız kepekli ekmeklerin kül değerleri % 2.72±0.04 ile % 3.00±0.04 arasında değişmektedir (Çizelge 4.30). BU' ndan hazaırlanan ekmeklere ait kül değeri ise kepek fraksiyonu içermemesinden dolayı diğer ekmek çeşitlerinden düşük olarak bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız kepekli ekmeklerde en yüksek kül içeriğini KKİ ve KK' den yapılan ekmekler verirken, en düşük kül içeriğini ise RK ve RKİ' den yapılan ekmekler vermiştir (Çizelge 4.30). Hammadde olarak kullanılan kepeğin kül içeriği son ürün olarak elde edilen ekmeğin kül içeriğini direkt olarak etkilemiştir.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise kül değerleri % 2.80 ile % 3.00 arasında bulunmuştur. Katkılı ekmeklerde en düşük kül değeri redüksiyon kısmından elde

edilen kepeklerle hazırlanan ekmeklerde bulunurken, en yüksek kül değeri ise kırma kısmından elde edilen kepeklerle hazırlanan ekmeklerde bulunmuştur (Çizelge 4.30). Bu durum hammadde kül içeriğine bağlı olarak beklenen bir durumdur. Benzer şekilde Sidhu ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada % 20 ikame oranıyla kaba kepek ve ince kepek kullanılarak hazırlanan ekmeklere ait kül değerleri sırasıyla % 2.64 ve % 2.55 bulunmuştur. BU' ndan yapılan katkılı ekmeğin kül içeriği, katkısız ekmeğe göre artmış ve % 2.30±0.04 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30). Kül miktarındaki bu artış, katkı ilavesiyle artan fermentasyon kaybına (karbonhidrat kaybı) bağlı olarak diğer bileşenlerin ve dolayısıyla külün oransal artışına bağlanabilir. Elgün ve Ertugay (2005), normal ve sponge ekmeklerde yaklaşık % 4' e varan fermentasyon kaybını rapor etmişlerdir.

Sonuç olarak hem katkılı hem de katkısız ekmeklerde KK fraksiyonu direkt ya da öğütülmüş formda kullanıldığında kül içeriğini dolayısıyla ekmeklerin toplam mineral madde içeriğini artırıcı etkide bulunmuştur.

4.2.3.5.3. Protein

Kepek fraksiyonları kullanılarak hazırlanan katkısız kepekli ekmeklerin protein değerleri % 13.98±0.01 ile % 15.34±0.06 arasında değişmektedir. BU' na ait protein değeri ise aleuron tabakasını daha az içermesinden dolayı diğer ekmek çeşitlerinden düşük ve % 12.56±0.04 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız ekmeklerde en yüksek protein içeriğini RK ve RKİ fraksiyonlarını içeren ekmek örnekleri vermiştir (Çizelge 4.30). Bu fraksiyonlar protein içeriği bakımından diğer kepek fraksiyonlarından zengin olduğundan (Çizelge 4.4) ekmek protein değerlerini istatistiki olarak artırmıştır ($p<0.05$). bu fraksiyonlar içinde yer alan ruşeym zengin protein içeriği ile son ürün protein miktarını da artırmıştır.

Çizelge 4.30' dan da görüldüğü üzere katkılı kepekli ekmeklerde protein değeri % 14.04±0.04 ile % 15.76±0.03 arasındadır. Katkılı olarak yapılan buğday unu ekmeğinin protein içeriği katkısız BU' ndan yapılan ekmeğe göre artmış ve %

13.12±0.03 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30). Burada katkı etkisiyle artan fermentasyon kayıpları protein miktarında oransal artışa neden olmuştur.

Katılı kepekli ekmeklerde de KK içeren fraksiyonlar düşük protein değeri verirken RK içeren fraksiyonlar yüksek protein değeri vermiştir (Çizelge 4.30). Sidhu ve ark. (1999) tarafından yapılana bir çalışmada % 20 ikame oranıyla kaba kepekten yapılan ekmeğin protein değeri % 12.31 ve ince kepek kullanılarak hazırlanan ekmeğin protein değeri % 12.62 bulunmuştur.

4.2.3.5.4. Fitik asit

Kepek fraksiyonları kullanılarak hazırlanan katkısız kepekli ekmeklerin fitik asit değerleri % 450±4.24 ile % 523±1.41 arasında değişmektedir. BU' ndan hazırlanan kepekli ekmeklere ait fitik asit değeri ise tahmin edildiği gibi diğer ekmek çeşitlerinden düşük ve % 116±2.83 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek fitik asit içeriğini KK' den yapılan ekmek verirken, en düşük fitik asit içeriğini ise RKİ' den yapılan ekmek çeşitleri vermiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde kırma kısmından elde edilen kepeğin, redüksiyon kısmından elde edilen kepeğe göre yüksek fitik asit içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum son ürünü de etkilemiştir.

Çizelge 4.30' dan da görüldüğü gibi kepek fraksiyonları kullanılarak hazırlanan katkılı kepekli ekmeklerin fitik asit değerleri % 445±2.83 ile % 517±1.41 arasında değişmektedir. BU' ndan yapılan ekmeğe ait fitik asit değeri ise % 112±1.41 olarak bulunmuştur. Katkı ilavesi ile artan fermentasyon hızı, fitik asitin parçalanmasında en etkili faktör olarak görülebilir. Katkı içinde yer alan fungal alfa amilaz maya için substrat oluşturarak maya üremesi ve fermentasyonu telvik etmiştir. Artan fermentasyon hızı ve düşen ortam asitliği fitik asitin parçalanması için uygun ortam yaratmıştır (Elgün ve Ertugay 1995).

4.2.3.6. Mineral madde

Farklı un paçalları kullanılarak hazırlanan katkısız ve katkılı ekmeklere ait mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.31' de verilmiştir.

Farklı kepek fraksiyonlarından hazırlana katkısız ekmeklerin Ca değerleri 16.95±0.06 mg ile 19.66±0.06 mg arasında, Cu değerleri 0.54±0.03 mg ile 0.59±0.03 mg arasında, Fe değerleri 3.96±0.04 mg ile 4.18±0.06 mg arasında, K değerleri 295.86±0.04 mg ile 352.71±0.04 mg arasında bulunurken, Mg değerleri 82.16±0.03 mg ile 102.90±0.04 mg arasında, P değerleri 254.77±0.04 mg ile 295.10±0.06 mg arasında ve Zn değerleri ise 1.80±0.06 mg ile 1.96±0.04 mg arasında bulunmuştur. Katkısız BU' ndan yapılan ekmeğe ait Ca, Cu, Fe, K, Mg, P, ve Zn değerleri sırasıyla 14.69±0.06 mg, 0.46±0.03 mg, 3.49±0.03 mg, 163.43±0.06 mg, 40.80±0.06 mg, 163.97±0.03 mg ve 1.01±0.06 mg olarak bulunmuştur.

Katkılı kepekli ekmeklerde ise mineral madde değerleri Ca için 17.61±0.04 mg ile 20.12±0.04 mg arasında, Cu için 0.56±0.06 mg ile 0.60±0.04 mg arasında, Fe için 4.12±0.04 mg ile 4.28±0.06 mg arasında, K için 304.89±0.04 mg ile 375.95±0.04 mg arasında bulunurken, Mg için 84.86±0.06 mg ile 104.20±0.07 mg arasında, P için 262.25±0.07 mg ile 298.07±0.06 mg arasında ve Zn için 1.82±0.06 mg ile 2.02±0.07 mg arasında bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkısız kepekli ekmeklerde Ca, en yüksek değerini kırma kısmından elde edilen fraksiyonu içeren ekmeklerde verirken, Cu tüm fraksiyonlarda istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Fe minerali redüksiyon kısmından elde edilen katkısız kepekli ekmeklerde daha yüksek bulunmuştur. Redüksiyon kısmından elde edilen kepek fraksiyonları kullanılarak hazırlanan ekmeklerde K değeri istatistiki olarak en düşük değerleri vermiştir. Katkısız kepekli ekmeklerde Mg ve P değeri istatistiki olarak en düşük RKİ fraksiyonu kullanılarak yapılan ekmeklerde bulunurken, en yüksek KKİ fraksiyonu kullanılarak yapılan ekmeklerde bulunmuştur. Katkısız ekmeklerde Zn mineraline ait değerler istatistiki olarak en çok RKİ' den yapılan ekmeklerde bulunurken, en düşük kırma kısmından elde edilen fraksiyonlar kullanılarak yapılan ekmeklerde bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Farklı koşullarda depolanan %20 kepek ilaveli un paçallarından hazırlanan ekmeklere ait bazı mineral madde miktarı (mg/100g) sonuçları

Ekmek çeşidi	Katkısız							Katkılı						
	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
KK	19.66±0.06 ^{a}	0.54±0.04 ^{a}	3.96±0.04 ^{b}	358.31±0.03 ^{a}	94.69±0.04 ^{c}	280.35±0.04 ^{c}	1.80±0.04 ^{b}	20.12±0.04 ^{a}	0.56±0.06 ^{a}	4.18±0.08 ^{ab}	353.54±0.04 ^{b}	97.98±0.07 ^{b}	285.83±0.06 ^{c}	1.83±0.08 ^{b}
RK	16.95±0.06 ^{c}	0.59±0.03 ^{a}	4.18±0.06 ^{a}	295.86±0.04 ^{c}	84.88±0.06 ^{d}	264.53±0.03 ^{e}	1.91±0.06 ^{ab}	17.74±0.04 ^{c}	0.59±0.04 ^{a}	4.28±0.06 ^{a}	309.55±0.06 ^{e}	86.55±0.08 ^{e}	269.21±0.06 ^{e}	2.02±0.07 ^{a}
KRK	18.70±0.03 ^{b}	0.58±0.03 ^{a}	4.01±0.06 ^{b}	333.09±0.04 ^{b}	92.69±0.06 ^{c}	272.17±0.03 ^{d}	1.89±0.04 ^{ab}	18.72±0.06 ^{b}	0.60±0.04 ^{a}	4.15±0.06 ^{ab}	342.05±0.06 ^{d}	94.44±0.07 ^{d}	278.65±0.06 ^{d}	1.90±0.06 ^{ab}
KKİ	19.18±0.04 ^{a}	0.57±0.01 ^{a}	4.08±0.06 ^{ab}	352.71±0.04 ^{a}	102.90±0.04 ^{a}	295.10±0.06 ^{a}	1.80±0.06 ^{b}	19.87±0.01 ^{a}	0.57±0.01 ^{a}	4.12±0.04 ^{b}	375.95±0.04 ^{a}	104.20±0.07 ^{a}	298.07±0.06 ^{a}	1.82±0.06 ^{b}
RKİ	17.64±0.03 ^{c}	0.54±0.03 ^{a}	4.23±0.04 ^{a}	303.58±0.06 ^{c}	82.16±0.03 ^{e}	254.77±0.04 ^{f}	1.96±0.04 ^{a}	17.61±0.04 ^{c}	0.58±0.04 ^{a}	4.26±0.06 ^{ab}	304.89±0.04 ^{f}	84.86±0.06 ^{f}	262.25±0.07 ^{f}	1.96±0.07 ^{ab}
KRKİ	18.62±0.04 ^{b}	0.58±0.01 ^{a}	4.02±0.04 ^{b}	334.90±0.04 ^{b}	96.72±0.06 ^{b}	289.38±0.04 ^{b}	1.84±0.06 ^{ab}	18.74±0.06 ^{b}	0.59±0.03 ^{a}	4.17±0.04 ^{ab}	345.71±0.06 ^{c}	96.92±0.06 ^{c}	289.26±0.07 ^{b}	1.90±0.04 ^{ab}
BU	13.74±0.04 ^{d}	0.46±0.03 ^{b}	3.49±0.03 ^{c}	159.23±0.03 ^{d}	40.80±0.06 ^{f}	163.97±0.03 ^{g}	1.01±0.06 ^{c}	14.69±0.06 ^{d}	0.47±0.03 ^{b}	3.52±0.04 ^{c}	163.43±0.06 ^{g}	42.80±0.08 ^{g}	166.28±0.07 ^{g}	1.11±0.07 ^{c}

KK: Kırma kısmından elde edilen kepek; RK: Redüksiyon kısmından elde edilen kepek; KRK: %50 KK+ %50 KR ; KKİ: İnce öğütülmüş KK; RKİ; İnce öğütülmüş RK ; KRKİ: %50 KKİ+ %50 KRİ; BU: Beyaz buğday unu

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre katkılı ekmeklerde Ca istatistiki olarak en yüksek kırma kısmından elde edilen kepek fraksiyonu kullanılarak hazırlanan ekmeklerde bulunmuştur. Cu minerali katkılı ekmeklerde de istatistiki olarak benzer sonuçları vermiştir. Fe minerali en yüksek sonucu RK fraksiyonundan elde edilen katkılı kepekli ekmeklerde vermiştir. İstatistiki olarak en düşük K değerini redüksiyon kısmından elde edilen kepek fraksiyonu kullanarak hazırlanan ekmekler vermiştir. Katkısız kepekli ekmeklere benzer şekilde katkılı ekmekler de istatistiki olarak en yüksek Mg ve P değeri KKİ' den hazırlanan ekmeklerde bulunurken, en düşük değer ise RK' den yapılan ekmeklerde bulunmuştur. İstatistiki olarak en yüksek Zn değerini RK' den yapılan ekmekler vermiştir (Çizelge 4.31).

Katkılı ve katkısız ekmekler genel olarak değerlendirildiğinde kül ve protein değerlerinde olduğu gibi, katkılı ekmeklerin mineral madde değerlerinin de katkısız ekmeklere göre yüksek olduğu görülmektedir. Daha önce ifade edildiği gibi bu durum fermentasyon kaybına bağlı oransal madde artışından kaynaklanmış olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada değirmenin farklı kısımlarından elde edilen kepek fraksiyonlarının, öğütülmüş ve öğütülmemiş örneklerden hazırlanan un paçallarının, farklı depolama koşullarında bekletildikten sonra, hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Kepeklerin öğütülmeden ekmek hamurunda kullanılması, farinografta hamur stabilitesi, ekstensografta enerji ve direnç değerlerini artırarak, hamur reolojisini olumlu yönde etkilemiştir. Öğütme işlemi katkısız ekmeklerin hacim, gözenek yapısı, kabuk rengi üzerinde olumlu; katkılı ekmeklerde ise gözenek yapısı ve kabuk rengi üzerinde olumlu etkiye sahip bulunmuştur. Katkılı ve katkısız ekmeklerin her ikisinde de öğütülmüş kepek fraksiyonlarının kullanılması, öğütülmemişlere göre ekmek içi sertliğinin artmasına neden olmuştur. Öğütülmemiş kepek fraksiyonlarını içeren ekmekler daha parlak kabuk ve ekmek içi rengi verirken, kabuk kırmızılığı ve ekmek içi sarılığının öğütülmüş fraksiyonlardan hazırlanan ekmeklerde arttığı belirlenmiştir.

Değirmenin kırma kısmından elde edilen kepek fraksiyonu farinograf ve ekstensografta ölçülen hamur reolojik özelliklerinin tamamına yakınını en olumlu yönde etkileyen kepek çeşidi olmuş, bunu kırma ve redüksiyon kısımlarından elde edilen kepeklerin 50:50 oranında karıştırılması ile elde edilen kepek fraksiyonu takip etmiştir. Redüksiyon kısmından elde edilen kepek fraksiyonu hamur reolojisi üzerinde olumsuz etkiye sahip bulunmuştur. Kalın kepek fraksiyonu, diğer kepek fraksiyonları ile karşılaştırıldığında, katkılı ve katkısız ekmeklerde hacim değerlerini artırırken, ekmek içini yumuşatmış, kabuk parlaklığını artırırken, kırmızılığını da düşürmüştür.

Un paçallarının 21.gün vakumlu yada vakumsuz olarak depolanması, hamur reolojik özellikleri ile teknolojik ekmek özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Vakum depolama, ekstensografta direnç değerini, vakumsuz depolamaya göre daha fazla artırmıştır. Katkılı ve katkısız ekmeklerde hacim değerleri, vakum depolama ile

daha fazla artış göstermiştir. Depolamanın ekmek kabuk ve iç rengi üzerindeki etkisi katkılı ve katkısız ekmeklerde farklı şekilde olmuştur.

Ekmeklerin kimyasal özellikleri incelendiğinde; kırma kepeği içeren ekmeklerde kül, fitik asit, K, Mg, P içeriğinin, redüksiyon kepeği içeren ekmeklerde ise, protein, yağ, nişasta ve Zn içeriğinin istatistiki yada deskriptif olarak yüksek olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak;

1. Tüm kepek çeşitlerinde inceltme işleminin hamur ve ekmekçilik özelliklerini olumsuz etkilediği,
2. Kepek çeşitleri içerisinde öğütülmeden kullanılan kırma kepeğinin hamur ve ekmek özellikleri üzerinde olumlu etkisinin olduğu,
3. Redüksiyon kısmından elde edilen kepek ile vakumlayarak depolama arasında sinerjistik bir etki olduğu,
4. Bilimsel olarak ruşeymin indirgeyici bileşenleri içermesi dolayısıyla redüksiyon kısmından elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan hamurun zayıfladığı, ekmek hacminin düştüğü ve vakumlu muhafazayla ruşeymden gelen doymamış yağ asitlerinin korunması sonucu bu olumsuz etkinin telafi edildiği,
5. Kepek katkılı unun vakumlanarak depolanmasının hem muhafaza hem de kalite açısından önemli bir uygulama olduğu,
6. Vakumlu paketlenen kepek katkılı unun vakumsuz paketlenenlere göre daha üstün özellikler gösterdiği ve ekmek üretimi sırasında katkı kullanımının bu üstünlüğü kaldırdığı belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Adam, A., Lopez, H.W., Leuillet, M., Demigne, C., Remesy, C., 2002. Whole wheat flour exerts cholesterol-lowering in rats in its native form and after use in bread- making. Food Chemistry, 80, 337-344.

Altan, A., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ofset Atölyesi, Adana, 107s.

Altan, A., 2006. Adana ve Mersin illerinden toplanan buğday ve değirmen ürünlerine ait örneklerin mineral, bazı ağır metal, pestisit ve aflatoksin içeriklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 95 s, Konya.

Anderson, J.W., Tietyen-Clark, J., 1986. Dietary fiber hyperlipidemia, hypertension, and coronary heart disease. The American Journal of Gastroenterology (AJG), 81, 907-919.

Anonymous, 1979. Dietary fiber a scientific status summary by the institute of food technologists. Expert Panel on Food Safety & Nutrition and the Committee on Public Information. Food Technology, January, 35-39.

Anonymous, 1980. AOAC. Official Methods of Analysis (13th ed.) Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Anonymous, 1990. AACC Approved Methods, 8th Edn, Repr. American Association of Cereal Chemist, St. Paul, USA.

Anonymous, 2001. The definition of dietary fiber. AACC Report, Cereal Foods World, 46 (3), 112-126.

Arjmandi, B.H., Craig, J., Nathani, S., Reeves, R.D., 1992. Soluble dietary fiber and cholesterol influence in-vitro hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats. Journal of Nutrition, 122, 1559-1565.

Aydın, C., Öğüt, H. 1991. Determination of some biological properties of Amasya apple and hazelnuts. Selcuk University Journal of Agriculture, 1, 45-54.

Azizi, M.H., Rao, G.V., 2004. Effect of surfactant gels on dough rheological characteristics and quality of bread. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44, 545-554.

Bahar, B., 2001. Un işleme ajanları (T.Altuğ editör). Gıda Katkı Maddeleri, Meta Basım, Bornova, İzmir, 286s.

Basinskiene, L., Garmuviene, S., Juodeikiene G., 2008. Effects of enzymes and extruded wheat bran in fibre enriched bread baking. Foodbalt, Kaunas University of Technology, Radvilenu pl., 19 LT-50254, Kaunas, Lithuania.

Bilgiçli, N., Türker, S., Elgün, A., 2003. Fungal alfa amilaz ve reaktif kuru maya preparatları kullanılarak hızlanmış ekmek yapımı üzerine bir araştırma. Gıda, 28 (2), 141-145.

Bilgiçli, N., İbanoğlu, Ş., 2005. Effect of wheat germ and wheat bran on the fermentation activity, phytic acid content and colour of tarhana, a wheat flour-yoghurt mixture. Journal of Food Enginering, 78 (2), 681-686.

Bloksma, A.H., 1990. Dough structure, dough rheology and baking quality. Cereal Foods World, 35 (2), 237-242.

Bruinsma, B.L., Finney K.F., 1984. Various oils, surfactants and their blends as replacement for shortening in breadmaking. Cereal Cehemistry, 16 (4), 279-282.

Bushuk, W., 1985. Rheology: Theory and application to wheat flour doughs (H. Faridi, editor). Rheology of Wheat Products, The American Association of Cereal Chemists, 1-26.

Butt, M.S., Qamar, M.I., Anjum, F.M., Abdul-Aziz and Randhawa, M.A., 2004. Development of minerals-enriched brown flour by utilizing wheat milling by-products. Nutrition and Food Science, 34 (3/4), 161-165.

Çelik S., Sivri, D., Köksel, H., 2001. Bazı katkı maddelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi. Gıda Dergisi, 26 (1), 3-8.

Chen, W.J.L., Anderson, J.W., Gould, M.R., 1981. Effect of oat bran, oat gum and pectin on lipid metabolism of cholesterol fed rats. Nutrition Reports International, 24, 1093-1098.

Chung, J.Y., Kim, C.S. 1998. Development of Buckwheat Bread: I. Effects of vital wheat gluten and water soluble gums on dough rheological properties. Korean Journal Soc. Food Science, 14 (2), 140-147.

Czuchajowska, Z., Pomeranz, Y., 1993. Gas Formation and Retention II. Role of Vital Gluten During Baking of Bread from Low-Protein or Fiber-Enriched Flour. Cereal Foods World, 38 (7), 504-511.

D'Appolonia, B.L., Kunerth., W.H., 1984. The Farinograph Handbook. Third Edition, AACC Inc., St. Paul, Minnesota, USA, 41.

Deffenbaugh, L.B., 1997. Carbohydrate/Emulsifier interactions (G.L. Hasenhuettl, and R.W. Hartel, editörler). Food Emulsifiers and Their Applications, Chapman & Hall, 67-90.

Deng, J.C., Matthews, R.F., Watson, C.M., 1977. Effect of chemical and physical treatments on rancidity development of frozen mullet (*Mugil cephalus*) fillets. Journal of Food Science, 42, 344-347.

De Kock,S., Taylor, J., Taylor, J.R.N., 1999. Effect of heat treatment and particle size of different brans on loaf volume of brown bread. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 32, 349-356.

Dewettinck, K., Bockstaele, F.V., Künhe, B., Van de Walle, D., Courtens, T.M., Gellynck, X., 2008. Nutritional value of bread: influence of processing, food interaction and consumer perception. Journal of Cereal Science, 48, 243-257.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve deneme metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:295. Ankara.

Elgün, A., 1981. Farklı un örneklerinde L-askorbik asit ile birlikte katılan peynir suyu tozunun hamur ve ekmek özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü, 111s., Erzurum.

Elgün A, Ertugay Z. 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No:52, 376 s., Erzurum.

Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2005. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. S.Ü Ziraat Fakültesi Ders Notları, Konya.

Elgün, A., Türker, S. Bilgiçli, N., Demir K., Ertaş N., 2009. Depolama Stabilitesi, Ekmekçilik Kalitesi Ve Besin Değeri Daha Yüksek Tam Buğday Unu Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Tübitak, TOVAG 106 O 187.

Ercan, R., Özkaya, H., 1986. Ekmeğin bayatlaması üzerine surfactantların ve bazı katkı maddelerinin etkisi. Gıda Dergisi, 11 (1), 3-10.

Erkul, S.K., Yalçın, E., Çelik, S., Köksel, H., 2005. Askorbik asit ve yoğurmanın hamurda protein-karbonhidrat kompleksi üzerine etkisi. Gıda Dergisi, 30 (4), 221-227.

Fredriksson, H., Tallving, J., Rosen, J., Aman, P., 2004. Fermantation reduces free asparagine in dough and acrylamide content in bread. Cereal Chemistry, 81 (5), 650-653.

Gan, Z., Ellis, P.R., Vaughan, J.G., Galliard, T., 1989. Some effects of non-endosperm components of wheat and of added gluten on wholemeal bread microstructure. Journal of Cereal Science, 10, 81-91.

Göçmen, D., 1996. Hamur hazırlanmasında şerbetçi otu ve laktik starter kullanımının hamur ve ekmeğin özellikleri üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Bursa, 87s.

Graf, E., Empson, K.L., Eaton, J.W., 1987. Phytic acid: A natural antioxidant. The Journal of Biological Chemistry, 262, 11647-11650.

Gül H., 2007. Mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi 232 s, Adana.

Hammer, R. J., 1995. Fundamentals of Enzyme. In " Enzymes in Food Prosessing, Eds G.A. Tucker " Chapman and Hall, London.

Haseborg, E., Himmelstein A., 1988. Quality problems with high-fibre solved by use of hemicellulase enzyme. Cereal Foods World, 33, 419-422.

Hassan , E.G., Alkareem, A.M.A., Moniem A.M., 2008. Effect of fermantation and partical size of wheat bran on the antinutritional factors and bread quality. Pakistan Journal of Nutrition, 7 (4), 521-526

Haugh, W., Lantzsch, H.J., 1983. Sensitive method fort he rapid determination of phytate in cereals and cereals product. Journal Science Food Agriculture. 34, 1423-1426.

Hsieh, R.J., Kinsella, J.E., 1989. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: Mechanisms, products and inhibition with emphasis on fish. Advances in Food and Nutrition Research, 33, 233-341.

Hoseney, R.C., 1986. Principles of cereal science and technology. American Association of Cereal Chemists (AACC), Inc. St. Paul, Minnesota, USA, 372s.

Jacobs, JR.D., Pereira, M., Slavin J., Marquart, L., 2000. Defining the impact of whole-grain intake on chronic disease. Cereal Foods World, 45 (2), 51-53.

Jeleca, S.L., Hlynka, I., 1971. Water-binding capacity of wheat flour crude pentosans and their relation to mixing characteristics of dough. Cereal Chemistry, 48, 211-222.

Josephson, D.B., Lindsay, R.C., Stuiber, D.A., 1985. Effect of handling and packaging on the quality of frozen whitefish. Journal of Food Science, 50, 1-4.

Karacan, H.D., Çelik, S., Köksel, H., 2004. Oksidanların ve lipid ekstraksiyonunun buğday proteinleri üzerine etkisinin jel filtrasyon tekniği ile incelenmesi. Gıda 29 (2), 253-258.

Katina, K., 2003. High-Fibre Baking (S.P. Cauvain editor). Bread making improving quality, CRC Press, Boca Raton Boston, New York, USA.

Kihlberg, I., Johansson, L., Kohler, A., Risvik, E., 2004. Sensory qualities of whole wheat pan bread-influence of farming system. Milling and Baking Technique. Journal of Cereal Science, 39 (1), 67-84.

Kim, Y.H., Choi, K.S., Son, D.H., Kim, J.H. 1996. Rheological properties of dough with whole wheat flour. J. Korean Soc. Food Science Nutrition, 25 (5), 817-823.

Kim, B.R., Choi, Y.S., Lee, S.Y. 2000. Study on bread making quality with mixture of buckwheat wheat flour. J. Korean Soc. Food Science Nutrition, 29 (3), 241-247.

Kim, S.K., D'Appolonia, B.L., 1977. Bread Staling Studies; III. Effect of pentosans on dough, bread, and bread staling rate. Cereal Chemistry, 54 (2), 225-229.

Kotancılar, H. G., 1995. Farklı ambalajlarda depolanan katkılı ve katkısız unlarda meydana gelen fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal değişikliklerin

belirlenmesi üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 125 s.

Krog, N., 1981. Theroticial aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking. Cereal Chemistry, 58 (3), 158-163.

Kurucu, M., 1987. Beslenme. Milli Eğitim Basımevi, No:102, Ankara, 421s.

Lai, C.S., 1986. Effect of wheat bran, short and germ on bread making. Department of Grain Science and Industry Kansas State University (PhD Thesis), U.S.A.

Lai, C.S., Hoseney, R.C., Davis, A.B., 1989a. Production of whole wheat bread with good volume. Cereal Chemistry, 66 (3), 224-227.

Lai, C.S., Hoseney, R.C., Davis, A.B., 1989b. Effects of wheat bran in bread making. Cereal Chemistry, 66 (3), 217-219.

Laurikainen, T., Harkönen, H., Autio, K., Poutanen, K., 1998. Effects of Enzymes in Fibre-Enriched Baking. Journal of Science and Food Agriculture, 76, 239-249.

Lopez, H.W., Adam, A., Leenhardt, F., Scalbert, A., Remesy, C., 2001. Control of the nutritional value of bread. Industries des Cereales, 124, 15-20.

Lopez, H.W., Duclos, V., Coudray, C., Krespine, V., Feillet-Coudray, C., Messager, A., Demigne, C., Remesy, C., 2003. Making bread with sourdough improves mineral bioavailability from reconstituted whole wheat flour in rats. Nutrition, 19 (6), 524-530.

Lund, E.K., Salf, K.L., Johnson, I.T., 1993. Baked rye products modify cholestrol metabolism and crypt cell proliferation rates in rat. Journal of Nutrition, 123, 1834-1843.

Marttila, M.S., Katina, K., Autio, K., 2001. Effects of bran fermentation on quality and microstructure of high-fiber wheat bread. Cereal Chemistry, 78 (4), 429-435.

Marquart, L., 2000. An introduction to whole grains and their health benefits. Cereal Foods World, 45 (2), 50-51.

Mettler, E., Seibel, W., 1993. Effects of emulsifiers and hydrocolloids on whole wheat bread quality: A response surface methodology study. Cereal Chemistry, 70 (4), 373-377.

Meuser, F., Brümmer, J.M., Seibel, W., 1994. Bread varieties in Central Europe. Cereal Food World, 39, 222-230.

Meyer, K.A., Kushi, L.H., Jacobs, D.R. Jr., Slavin, J., Sellers, T.A., Folsom, A.R., 2000. Carbohydrates, dietary fiber and incident type 2 diabetes in older women. American Journal of Clinical Nutrition, 71, 921-930.

Miller, K.A., Hoseney R.C., 1999. Effect of oxidation on the dynamicrheological properties of wheat flour-water doughs. Cereal Chemistry, 76 (1), 100-104.

Moder, G.J., Finney, K.F., Bruinsma, B.L., Ponte, J.G., Bolte, L.C., 1984. Bread making potential of straight-grade and whole-wheat flours of triumph and eagle-plainsman hard red winter wheats. Cereal Chemistry, 61 (4), 269-273.

Moss, R., 1989. Wholemeal bread quality-processing and ingredient interactions. Food Australia, 41, 694-697.

Nelles, E.M., Randall, P.G., Taylor, J.R.N., 1998. Improvement of brown bread quality by prehydration treatment and cultivar selection of bran. Cereal Chemistry, 75 (4), 536-540.

Oliver, J.R., Blakeney, A.B., Allen, H.M. 1992. Measurment of flour color in color space parameters. Cereal Chemistry, 69 (5), 546-551.

Orthoefer, F.T., 1997. Applications of emulsifiers in baked foods (G.L. hasenhuettl, and R.W. Hartel editörler). Food Emulsifiers and Their Applications, Chapman & Hall, 211-234.

Onyeneho, S.N., Hettiarachchy N.S., 1992. Antioxidant activity of durum wheat bran. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 40, 1496-1500.

Özboy Ö. 1992. Değisik oranlarda buğday kepeği içeren unların ekmek verimi ve kalitesini düzeltme imkanları. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi , Ankara, 84 s.

Özboy, Ö., Köksel, H., 1997. Unexpected strengthening effects of a coarse wheat bran on dough rheological properties and baking quality. Journal of Cereal Science, 25, 77-82.

Özer, Ç., 2000. Bazı ıslah çeşidi ekmeklik buğdayların ve piyasada satılan Tip-1 unların kalitelerinin belirlenmesinde kullanılan farklı metotların kıyaslanması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir, 176s.

Özer, M.S. 1998. Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyilestirilmesi olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisligi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 152 s.

Özer, M.S., Atlan, A., 1995. Küçük ekmek yapımında bazı katkı maddelerinin kullanılmasının ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri. Gıda Teknolojisi Dergisi, 20 (6), 357-363.

Özkaya, B. 1999. Değirmenin değişik yerlerinden alınan kepek fraksiyonlarının hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesine etkileri. Gıda Teknolojisi Dergisi 4 (5), 43-48.

Özkaya, B., Özkaya, H. 1992. Mısır katkılı unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL' in etkileri. Gıda Teknolojisi Dergisi, 17 (6), 357-363.

Özkaya, H., Kahveci, B., Seçkin, R., 1989. Una değişik yöntemlerle kurutulmuş gluten katarak ekmeklik kalitesini düzeltme olanakları, 2. Kurutulmuş Glutenlerin Muhtelif Unların Ekmeklik Kalitesine Etkisi. Doğa, 13 (13b), 1215-1227.

Özkaya H., Özkaya, B. 2005. Öğütme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 30 , Ankara.

Pelikan, M., Dudas, F., Sopik, K., 1982. Changes in the protein complex of wheat flour during storage. Acta University, Agricultureae Brno A (Facultas Agronomica), 30 (1-2), 137-144.

Persson, H., Nair, B. M., Frølich, W., Nyman, M., Asp, N.G., 1987. Binding of mineral elements by some dietary fibre components-in vitro (II). Food Chemistry, 26 (2), 139-148.

Pisesookbunterng, W., D'Appolonia, B.L., 1983. Bread Staling Studies. I. Effect of surfactants on moisture migration from crumb to crust and firmness values of bread crumb. Cereal Chemistry, 60 (4), 298-300.

Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F., 1976. White wheat bran and brewer's spent grains in high-fiber bread. The Baker's Digest, December, 35-38.

Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F., Bechtel, D.B., 1977. Fiber in breadmaking-effects on functional properties. Cereal Chemistry, 54 (1), 25-41.

Pomeranz, Y. 1988. Wheat chemistry and technology. American Association of

Cereal Chemist, 3th. Edt, USA.

Posner, E.S., Deyoe, C.W., 1986. Changes in milling properties of newly harvested hard wheat during storage. Cereal Chemistry, 63 (5), 451-456.

Prabhasankar, P., Rao, P.H., 2001. Effect of different milling methods on chemical composition of whole wheat flour. European Food Research and Technology, 213 (6), 465-469.

Prentice, N., D'Appolonia, B., 1977. High-fiber bread containing brewer's spent grain. Cereal Chemistry, 54 (5), 1084.

Pyler, E.J., 1988. Baking Science and Technology, 3rd ed. Sosland Publishing Company, Kansas. Pp:1300.

Ranhotro, G.S., Gelroth, J.A., Astroth, K., 1990. Total and soluble fiber in selected bakery and other cereal products. Cereal Chemistry, 65, 449-454.

Rao, H., Rao, M., 1991. Effect of incorporating wheat bran on the rheological characteristics and bread making quality of flour. Indian Journal of Food Science and Technology, 28, 92-97.

Rasco, B.A., Borhan, M., Yegge, J.M., Lee, M.H., Siffring, K., Bruinsma, B., 1991. Evaluation of enzyme and chemically treated wheat bran ingredients in yeast-raised breads. Cereal Chemistry, 68, 295-299.

Ravi, R., Manohar, S., Rao, H. 2000. Influence of additives on the reological characteristics and baking quality of wheat flours. European Food Research and Technology, 210 (3), 202-208.

Richardson, T., Hypslon, D.B., 1985. Enzymes. In " Food Chemistry Ed. R.O. Fennema" Marcel Dekker Inc. Second Edn. New York.

Said-Wahab, Anjum, F.M., Butt, M.S., Sarwar, M., Aurang-Zeb, 2004. Phytic acid content of bread prepared from wheat varieties grown in NWFP. Sarhad Journal of Agriculture, 20 (1), 157-162.

Santos, E.E.M., Regenstein, J.M., 1990. Effects of vacuum packing, glazing, and erythorbic acid on the shelf-life of frozen white hake and mackerel. Journal of Food Science, 55, 64-70.

Seyer, M.E., Gélinas, P., 2008. Bran characteristics and wheat performance in whole wheat bread. International Journal of Food Science and Technology, 1-6.

Shogren, M.D., Pomeranz, Y., Finney, U.S., 1981. Counteracting the deleterious effects of fiber in bread making. Cereal Chemistry, 58 (2), 142-144.

Si, J.Q., 1997. Synergistic Effect of enzymes for breadbaking. Cereal Foods World, 42 (10), 802-807.

Sidhu, J.S., Hooti, S.N., Saqer, J.M., 1999. Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread. Food Chemistry, 67, 365-371.

Sievert, D., Pomeranz, Y., Abdelrahman, A., 1990. functional properties of soy polysaccharides and wheat bran in soft wheat products. Cereal Chemistry, 67 (1), 10-13.

Skujins, S. 1998. Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista). A Short guide to vista series ICP – AES operation. Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.

Slavin, J.L., 2000. Mechanisms for the impact of whole grain foods on cancer risk. Journal of American College of Nutrition, 19 (3), 300-307.

Slavin, J.L., Jacobs, D., Marquart, L., Wiemer, K., 2001. The role of whole grains in disease prevention. Journal of American Dietetic Association, 101, 780-785.

Slavin, J.L., Martini, M.C., Jacobs, D.R. Jr., Marquart, L., 1999. Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. American Journal of Clinical Nutrition, 70, 459-463.

Sosulski, F.W., Wu, K.K., 1988. High fiber breads contaings field pea hulls, wheat, corn and wild oat brans. Cereal Chemistry, 65 (3), 186-191.

Spies, R., 1989. Application of Rheology In The Bread Industry (H. Faridi, J.M. Faubion; editörler). Dough Rheology and Baked Product Texture, An Avi Book, Van Nostrand Reinhold, New York, 343-361.

Steinmetz, K.A., Potter, J.D., 1991. Vegetables, Fruit and Cancer. II. Mechanisms, Cancer Causes Control, 2, 472-442.

Suzuki, H., Wada, S., Hayakawa, S., Tamura, S., 1985. Effects of oxygen absorber and temperature on ω-3 polyunsaturated fatty acids of sardine oil during storage. Journal Food Science, 50, 358-360.

Tamerler, T., Oakenfull, D., 1991. Yulaf kepeği kanın kolesterolünü nasıl azaltır? Gıda Dergisi, 16 (4), 265-268.

Topping, D.L., Illman, R.J., Roach, P.D., Trimble, R.P., Kambouris, A., Netsel, P.L., 1990. Modulation of the hypolipidemic effect of fish oils by fiber in rats: studies with rice and wheat bran. Journal of Nutrition, 120, 325-330.

Türker, S., Elgün, A. 1997. Farklı iki protein düzeyine sahip Bezostoya-1 ve Gerek-79 buğdayları ile optimum ekmeklik paçal hazırlanması üzerine araştırma. Gıda Teknolojisi Dergisi, 22 (1), 25-33.

Uluöz, M., 1965. Buğday, un ve ekmek analiz metodları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 71s.

Ünal, S.S., 1979. Buğdaylarda Kaliteyi etkileyen faktörler ve birbirleri arasındaki ilişkiler. Gıda Fakültesi Dergisi, 4 (2), 71-79.

Ünal, S. 1980. C vitamini, buğday malt unu, şeker, bitkisel yağ, lesitin ve diasetil tartarikasitmonogliserid esterinin ekmek niteliklerine etkisi. Gıda Fakültesi Dergisi, 1, 57-92.

Ünal, S.S., 1991. Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yayın No:29, İzmir, 216s.

Vetter, J.L., 1988. Commercially available fiber ingredients and bulking agents. American Institute of Baking, Research Department Technical Bulletin, X (5), 1-5.

Vitti, P., Padula, M., Pacheco, I.A., Sartori, M.R., Garcia, E.E.C., Pizzinatto, A., Leitao, R.F.F, Silveria, N.F.A., 1990. Use of low-density polyethylene as a packging material for wheat flour. Coletanea do Institudo de Technologia de Alimentos, 20 (2), 210-225.

Walker, C.E., Hazelton, J.L., 1996. Dough Rheological Tests. Cereal Foods World, 41 (1), 23-28.

Wang, W.M., Klopfenstein, C.F., 1993. Effect of twin-screw extrusion on the nutritional quality of wheat, barley and oats. Cereal Chemistry, 70, 712-715.

Wieser, H., Antes, S., Seilmeier, W., 1998. Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reversed-phase high- performance liquid chromatography. Cereal Chemistry, 75 (5), 644-650.

Wolk, A., Manson, J.E., Stampfer, M.J., Colditz, G.A., Hu, F.B., Speizer, F.E., Hennekens, C.H., Willett, W.C., 1999. Long-term intake of dietary fiber and

decreased risk of coronary heart disease among women. The Journal of The American Medical Association (Jama), 281, 1998-2004.

Wootton M., Shams-Ud-Din, M., 1986. The Effects of aqueous extraction on the performance of wheat bran in bread. Journal of the Science of Food and Agriculture, 37, 387-390.

Yıldız G., 2009. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ununun geleneksel Türk ekmeklerinde kullanılma imkanları üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 119 s.

Zhang, D., Moore, W.R., 1997. Effect of wheat bran particle size on dough rheological properties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 74, 490-496.

Zhang, D., Moore, W.R., 1999. Wheat bran particle size effects on bread baking performance and quality. Journal of The Science, North Dakota State University, Fargo, ND 58105, USA, 79, 805-809.