

**EKŞİ HAMUR, BUĞDAY, ÇAVDAR, YULAF TAM UNU
KATKILI EKMEKLERİN KALİTATİF
ÖZELLİKLERİ**

Timuçin YAKAR

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

2010

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EKŞİ HAMUR, BUĞDAY, ÇAVDAR, YULAF TAM UNU KATKILI
EKMEKLERİN KALİTATİF ÖZELLİKLERİ**

Timuçin YAKAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2010

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR danışmanlığında, Timuçin YAKAR, tarafından hazırlanan bu çalışma 28.04.2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

İmza :

Üye : Doç. Dr. M. Murat KARAOĞLU

İmza :

Üye : Doç. Dr. Kamil HALİLOĞLU

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(İmza)

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EKŞİ HAMUR, BUĞDAY, ÇAVDAR VE YULAF TAM UNU KATKILI EKMEKLERİN KALİTATİF ÖZELLİKLERİ

Timuçin YAKAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

Ekmekler %10, 20, 30 oranlarında tam buğday, çavdar, yulaf ve %0, 10 ve 20 oranında ekşi hamur ilave edilerek pişirilmiştir.

Un çeşidi (Ç) değişkeni üzerine; ekmek ağırlığı, ekmek hacmi, spesifik hacim, gözenek, 1. gün ekmek içi pH değeri, hamur pH değeri, 1., 3. ve 5. gün yumuşaklık, sertlik, esneklik, yapışkanlık değeri, 1. gün çiğneme değeri, hamur, ekmek içi ve kabuğunun L, a ve b renk değerleri, üzerine çok önemli seviyede ($p<0,01$), 3. gün nem miktarı üzerine önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

Tam un seviyesi (S) değişkeni üzerine; ekmek ağırlığı, ekmek hacmi, spesifik hacim, gözenek, 1., 3. ve 5. nem miktarı, ekmek içi pH değeri, hamur pH değeri, yumuşaklık, sertlik, esneklik, yapışkanlık değerleri, 1. ve 5. gün çiğneme değeri, hamur ve ekmek içinin L, a ve b renk değeri, ekmek kabuğu a ve b renk değeri üzerine çok önemli seviyede ($p<0,01$), ekmek kabuğu L renk değeri üzerine önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

Ekşi hamur seviyesi (E) değişkeni üzerine; ekmek ağırlığı, gözenek, 1. gün nem miktarı, hamur pH değeri, 3. ve 5. gün yumuşaklık değeri, 1. ve 5. gün yapışkanlık değeri, hamur b renk değeri, ekmek içi L renk değeri, ekmek kabuğu b renk değeri üzerine çok önemli seviyede ($p<0,01$), Ekmek hacmi, 1. gün sertlik 5. gün esneklik değeri, hamur L renk değeri ve ekmek kabuğunun a renk değeri üzerine önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

2010, 119 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ekşi hamur, çavdar, buğday unu, yulaf, raf ömrü

ABSTRACT

MS Thesis

QUALITATIF PROPERTIES OF ADDED BREADS WITH SOURDOUGH, WHEAT, RYE AND OAT WHOLES

Timuçin YAKAR

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

Added breads with %0, 10, 20 and 30 proportioned to wheat, rye, oat and %0, 10 and 20 proportioned to sourdough were baked.

Bread weight; bread volume; specific volume; porosity; pH value of bread inner part on the first day; pH value of dough; softness, hardness, flexibility and viscosity values on the 1st, 3rd and 5th days; chewing value on the 1st day; dough; L and a and b colour values and crust affected the flour kind variable (Ç) very significantly ($p<0,01$) while moisture level affecting significantly ($p<0,05$).

Bread weight; bread volume; specific volume; porosity; moisture level on 1st, 3rd and 5th days; pH value part; pH value of dough; softness, hardness, flexibility and viscosity values of the inner bread part; chewing value on the 1st and 5th days; L and a and b colour values part and dough; and a and b colour values of bread crust affected the variable of complete flour level (S) very significantly ($p<0,01$) while L colour value of bread crust affecting significantly ($p<0,05$).

Bread weight; porosity; moisture level of inner bread on 1st day; pH value of dough; softness value on 3rd and 5th days; viscosity value on 1st and 5th days; b colour value of dough; L colour value; b colour value of bread crust; affected sour dough level (E) variable very significantly ($p<0,01$) while bread volume; hardness on 1st day; flexibility value on the 5th day; L colour value of dough; and a colour value of bread crust affecting significantly ($p<0,05$).

2010, 119 pages

Keywords: Sourdough, rye, wheat, oat, storage time.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu araştırma süresince her türlü yardımı esirgemeyen Sayın hocam Doç.Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çeşitli katkılarından dolayı Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr. Mükerrerem KAYA'ya, Gıda Mühendisliği Bölüm öğretim üyelerinden Sayın Doç.Dr. M.Murat KARAOĞLU'na ve Gıda Mühendisliği Bölümü araştırma görevlerinden Sayın Arş.Gör. K. Emre GERÇEKASLAN'a teşekkür ederim.

Timuçin YAKAR

Ocak 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	31
3.1. Materyal	31
3.1.1. Un	31
3.1.2. Maya	32
3.1.3. Tuz	32
3.1.4. Su	32
3.1.5. Ekşi Hamur	32
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Deneme planı	31
3.2.2. Ekmek pişirme yöntemi	33
3.2.3. Unda yapılan analizler	33
3.2.4. Ekmekte yapılan analizler	35
3.2.4.a. pH tayini	35
3.2.4.b. Ekmek içi yumuşaklığın değerinin belirlenmesi	35
3.2.4.c. Ekmek içi ve ekmek kabuğunun renk intensitesinin belirlenmesi	36
3.2.4.d. Ekmek içinin doku özelliklerinin belirlenmesi	36
3.2.5. İstatistik analiz	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	38
4.1. Ekmek içi ve ekmek kabuğunun, hacmi, spesifik hacim ve gözenek değerleri	38
5. SONUÇLAR	104
KAYNAKLAR	114

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.2.	Ekmek pişirme prosesi.....	34
Şekil 4.1.	Ekmek ağırlığı üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	48
Şekil 4.2.	Ekmek hacmi üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	49
Şekil 4.3.	Ekmeğin spesifik hacmi üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	49
Şekil 4.4.	1. gün ekmek içi nem değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	50
Şekil 4.5.	Ekmek içi gözenek değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	50
Şekil 4.6.	1. gün ekmek içi pH değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	57
Şekil 4.7.	1. gün ekmek içi pH değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (SxE).....	58
Şekil 4.8.	5. gün ekmek içi pH değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu ise (ÇxS).....	59
Şekil 4.9.	Hamur pH değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	59
Şekil 4.10.	Hamur pH değeri üzerine etkili olan un çeşidi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (ÇxE).....	60
Şekil 4.11.	Hamur pH değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (SxE).....	61
Şekil 4.12.	5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).....	68
Şekil 4.13.	5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine olan un çeşidi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (ÇxE).....	69
Şekil 4.14.	5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu ÇxS).....	70

Şekil 4.15. 5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	70
Şekil 4.16. 5. gün ekmek içi esneklik değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	81
Şekil 4.17. 5. gün ekmek içi esneklik değeri üzerine olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	81
Şekil 4.18. 5. gün ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	82
Şekil 4.19. 5. gün ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	82
Şekil 4.20. 5. gün ekmek içi çiğnenme değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	83
Şekil 4.21. 5. gün ekmek içi çiğnenme değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	84
Şekil 4.22. Hamur L değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	95
Şekil 4.23. Hamur L değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	95
Şekil 4.24. Hamur a değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	96
Şekil 4.25. Hamur a değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	96
Şekil 4.26. Hamur b değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	97
Şekil 4.27. Hamur b değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	98
Şekil 4.28. Ekmek içi L değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	99
Şekil 4.29. Ekmek içi a değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	99
Şekil 4.30. Ekmek kabuğu L değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	100

Şekil 4.31. Ekmek kabuğu a değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	101
Şekil 4.32. Ekmek kabuğu b değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).....	101
Şekil 4.33. Ekmek kabuğu b değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	102
Şekil 4.34. Ekmek kabuğu b değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).....	103

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Buğday Unu ve Kepekğinin Bazı Temel Besin Maddeleri ve Ham Lif İçerikleri (%)	20
Çizelge 2.2.	Buğday Unu ve Buğday Kepeğinin Toplam Lif Kompozisyonları ve Su Tutma Kapasiteleri (%)	20
Çizelge 2.3.	Buğday Unu ve Buğday Kepeği Vitamin İçerikleri (mg /100 g)	21
Çizelge 2.4.	Buğday Unu ve Buğday Kepeğinin Mineral Madde İçerikleri (mg/100g)	22
Çizelge 2.5.	Buğday Unu, çavdar ve yulafın bileşimleri	22
Çizelge 2.6.	Çavdar ekşi hamurunda bulunan bakteri ve maya türleri	26
Çizelge3.1.	Una ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	31
Çizelge 3.2.	Mekaniksel doku parametrelerinin fiziksel ve duyuşal tanımlamaları (Carr and Tadini 2003).....	37
Çizelge 4.1.	Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiğı ekşi hamur katkılı ekmeklerin ağırlık, hacim, spesifik hacim, gözenek ve ekmek iç nem miktarlarında meydana gelen değışimlere ait analiz sonuçların ortalamaları	39
Çizelge 4.2.	Farklı seviyelerde tam un ilave edilerek pişirilen ekşi hamur katkılı ekmeklerin ağırlığı, hacmi ve spesifik hacmin miktarlarına ait varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.3.	Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiğı ekşi hamur katkılı ekmeklerin, ekmek iç nem miktarlarına ait varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.4.	Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiğı ekşi hamur katkılı ekmek içi gözenek değerlerine ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.5.	Un çeşidi değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	42
Çizelge 4.6.	Un çeşidi değişkenine ait ekmek içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	42

Çizelge 4.7.	Un çeşidi değişkenine ait ekmek içi gözenek değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	43
Çizelge 4.8.	Tam un seviyesi değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	43
Çizelge 4.9.	Tam un seviyesi değişkenine ait ekmek içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	44
Çizelge 4.10.	Tam un seviyesi değişkenine ait ekmek içi gözenek değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	45
Çizelge 4.11.	Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	45
Çizelge 4.12.	Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	46
Çizelge 4.13.	Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi gözenek değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	46
Çizelge 4.14.	Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamur ve ekmeklerdeki pH değişimlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları	52
Çizelge 4.15.	Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.16.	Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamurların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.17.	Tam un çeşidii değişkenine ait ekmek içi pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	54
Çizelge 4.18.	Tam un çeşidi değişkenine ait hamur pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	54
Çizelge 4.19.	Tam un seviyesi değişkenine ait ekmek içi pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	55
Çizelge 4.20.	Tam un seviyesi değişkenine ait hamur pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	55

Çizelge 4.21. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 4.22. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait hamurun pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 4.23. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmek içi yumuşaklık ve TPA özelliklerinden ekmek içi sertlik değerlerine ait çözümleme sonuçlarının ortalamaları.....	63
Çizelge 4.24. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	64
Çizelge 4.25. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	64
Çizelge 4.26. Un çeşidi değişkenine ait penetrometrede ölçülen ekmek içi yumuşaklık değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	65
Çizelge 4.27. Un çeşidi değişkenine ait TPA'da ölçülen ekmek içi sertlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	65
Çizelge 4.28. Tam un seviyesi değişkenine ait penetrometrede ölçülen ekmek içi Yumuşaklık (PB) değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	65
Çizelge 4.29. Tam un seviyesi değişkenine ait TPA'da ölçülen ekmek içi sertlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	66
Çizelge 4.30. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	66
Çizelge 4.31. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi sertlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	67
Çizelge 4.32. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmek içi TPA özelliklerinden ekmek içi esneklik, yapışkanlık ve çiğnenme değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları	72

Çizelge 4.33. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	73
Çizelge 4.34. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	73
Çizelge 4.35. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi çiğnenme değerlerine ait varyans analiz sonuçları	74
Çizelge 4.36. Un çeşidi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi esneklik değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	74
Çizelge 4.37. Un çeşidi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi yapışkanlık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	75
Çizelge 4.38. Un çeşidi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi çiğnenme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	75
Çizelge 4.39. Tam un seviyesi değişkenine ait penetrometrede ölçülen ekmek içi esneklik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	76
Çizelge 4.40. Tam un seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi yapışkanlık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	77
Çizelge 4.41. Tam un seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi çiğnenme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	77
Çizelge 4.42. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi esneklik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	78
Çizelge 4.43. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi yapışkanlık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	78
Çizelge 4.44. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi çiğnenme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	79

Çizelge 4.45. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamur, ekmeğin içi ve ekmeğin kabuğundaki L, a ve b renk değerlerindeki değişimlere ait analiz sonuçlarının ortalamaları	86
Çizelge 4.46. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamurların renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	87
Çizelge 4.47. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmeğin içi renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	87
Çizelge 4.48. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmeğin kabuğu renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	88
Çizelge 4.49. Un çeşidi değişkenine ait hamurun renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	88
Çizelge 4.50. Un çeşidi değişkenine ait ekmeğin içi renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	89
Çizelge 4.51. Un çeşidi değişkenine ait ekmeğin kabuğu renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	89
Çizelge 4.52. Tam un seviyesi değişkenine ait hamurun renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	90
Çizelge 4.53. Tam un seviyesi değişkenine ait ekmeğin içi renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	90
Çizelge 4.54. Tam un seviyesi değişkenine ait ekmeğin kabuğu renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	91
Çizelge 4.55. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait hamurun renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	92
Çizelge 4.56. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmeğin içi renk konsantrasyonu değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	92
Çizelge 4.57. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmeğin kabuğu renk konsantrasyonu değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları	93

1. GİRİŞ

Ekmeğin tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. Ekmeğin ilk üretimi M.Ö. 4000 yıllarına kadar uzanmasına rağmen ilk mayalı ekmeğin üretiminin M.Ö. 1800 yıllarında, eski Mısır'da, tesadüfen hamurun kendi haline bırakılmasıyla gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu tip mayalanma; havadan, sudan, undan gelen doğal maya ve bakterilerin yaptığı "spontan mayalanma" dır. Bu durum daha sonraki çağlarda bazı aşamalardan geçerek ekşi hamur yöntemi olarak günümüze kadar gelmiştir. Bir mayalama metodu olarak uygulanmakta olan ekşi hamur yönteminin esası; normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabani mayaların, laktik, sitrik ve asetik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır (Elgün ve Ertugay 2003).

Ekşi hamur, mayalanmış ekmeklerin en eski ve en özgün şeklidir. Ekşi hamur parçası depolanırken, doğal olarak undan gelen laktik asit bakterilerinin (LAB) metabolik aktivitesi nedeniyle laktik asit fermentasyonu meydana gelmektedir (Hansen and Schieberle 2005).

Ekşi hamurun özelliklerini daha iyi anlayabilmek için, mayanın özelliklerinin de iyi bilinmesi gerekir. Ekmek mayası, hamurda bulunan basit şekerleri fermentasyona uğratarak, fermentasyon sonucu oluşan CO₂ ile hamurun kabarmasını, fermentasyon ürünü diğer maddelerle de hamurun olgunlaşmasını ve aroma oluşumunu sağlayan, spor oluşturan hakiki mayalar sınıfından *Saccharomyces* cinsine ait yuvarlağımsı, tek hücreli mikroorganizmalar olan *Saccharomyces cerevisiae* türleridir. İki mayanın da *Saccharomyces* cinsine ait olmalarına rağmen aralarında önemli bir fark vardır. Ticari fırın mayası çok asitli bir ortama dayanamazken, doğal maya rahatlıkla bu ortamda yaşayabilmektedir. Ekşi hamur kültüründeki laktobasiller oldukça fazla laktik ve asetik asit ürettiğinden bu durum önemli olup ekşi hamura tat vermektedir. Asitlerin oluşturduğu ortam yaş maya için fazla asidik olduğundan sadece presl maya asitlerle birlikte yaşayabilmektedir (Elgün ve Ertugay 2003).

Ekmek, *Saccharomyces cerevisiae* ve laktik asit bakterilerinin fermantasyon ile üretilen ve asırlardır önemini yitirmeyen fermente bir üründür. Günümüzde yaklaşık 4000 civarında ekmek çeşidi üretilmektedir. Bu çeşitlilik, farklı formülasyonlar, farklı hamur yapım metotlarının uygulanması ve pişirme yöntemi gibi değişik faktörlerden kaynaklanmaktadır. Çeşitli formülasyonlar ile yapılabilen ekşi hamur yöntemi hamur yapma metotlarından biri olarak günümüzde oldukça önem kazanmıştır. Ekşi hamur yönteminin esası, ticari kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabani mayaları, sakkarolitik *Clostridium* türlerini ve heterofermantatif laktik asit bakterilerini içeren hamur parçalarını bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktadır. Modern ekmek üretiminde hamurun ekşitilebilmesi için önemli düzeyde asit üretebilen laktik asit bakterileri starter kültür olarak hamura inoküle edilir. Nitekim ekşi hamur metodu ile üretilen farklı ekmek tiplerinde *Lactobacillus sanfrancisco*, *L.plantarum*, *L.brevis*, *L.delbrueckii*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus acidiliactic*, *P. pentosaceus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis* gibi laktik asit bakterilerinin ve *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida krusei*, *Candida holmii*, *Hansemila anomala* ve *Pichia saitoi* gibi çeşitli mayaların faaliyet gösterdiği saptanmıştır. Son yıllarda spontan olarak veya starter kültür ilavesi ile mayalanarak yapılan ekşi hamur ekmekleri üzerinde birçok çalışma yapılmış ve ekşi hamur ekmeğinin üretim ve tüketimi giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapılan bu çalışmalarda, ekşi hamur metodu ile üretilen ekmeklerin daha aromatik, daha geç bayatlayan, yüksek hacimli ve kabul edilebilirliği yüksek olan ekmekler olduğu tespit edilmiştir (Anonim 2000).

Bu şekilde mayalanmış ekşi hamur ekmeğinin M.Ö. yaklaşık 3000 yılında Mısır'da yapıldığını bildirilmiştir (Hansen and Schieberle 2005). İbraniler Mısır'da kaldıkları süre içerisinde ekşi hamur ekmeği yapmayı öğrenmişlerdir. Yunanlı tarihçi Herodot'un "Diğer bütün insanlar az olan gıdalarının bozulmasından endişe ederken, Mısırlılar hamurlarını bozulana kadar bir kenara koyarlar ve meydana gelen işlemi zevkle izlerler." sözüne yer vermiştir (Hansen and Schieberle 2005). Büyük Pliny'ye göre; mayalı ekşi hamur ekmeği yapım sanatı M.Ö. 168 yılında Roma'da gelişmeye başlamış

(Dupaigne 1999), ekşi hamurla ekmek yapma geleneği Roma İmparatorluğu tarafından Avrupa'nın diğer kısımlarına yayılmıştır (Hansen and Schieberle 2005).

Spicher and Stepman (1999), ekşi hamur ilavesiyle buğday ekmeği yapım geleneğinin halen; Akdeniz ve Orta Doğu ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri San Fransisco Körfezinde geniş ölçüde kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir (Hansen and Schieberle 2005).

Modern ekşi hamur üretiminde en önemli amaçlardan birinin özellikle ekmek içinin karakteristik aromasını geliştirmek ve ekmeğin raf ömrünü uzatmak olduğu şüphesizdir. göre aroma, ekmekteki en değerli duyuşal özelliklerden birisidir. Ekmek aroması; fermentasyon ve pişirme basamakları gibi pişirme proseslerinin farklı kısımlarından ve ingredientlerden kaynaklanan, yüzlerce uçucu ve uçucu olmayan bileşenden oluşmaktadır (Katina 2005). Fermentasyon ve pişirme ekmek aromasının ana kaynaklarıdır ve aromanın oluşumunda ikisi de gereklidir (Hansen and Schieberle 2005).

Meignen *et al.* (2001) yaptıkları ekşi hamurun optimizasyonu çalışmasında diğerlerine nazaran % 25 daha uzun süre (20 saat) fermente edilen ekşi hamurun ve bu hamurdan yapılan ekmeğin daha aromatik olduğunu belirtmişlerdir.

Ekşi hamur ekmeğinde laktik asit bakterileri mayadan daha düşük konsantrasyonlarda uçucu bileşen üretmektedirler. Laktik asit fermentasyonu esnasında mikrobiyal ya da buğday proteaz aktivitesi, maya tarafından kullanılabilir ya da pişirme sırasında aroma bileşenlerine dönüşebilecek olan amino asitlerin oluşmasına neden olmaktadır (Meignen *et al.* 2001).

Ekşi hamurun ekmek aroması üzerine etkisi üç ana faktöre dayanmaktadır. Bu faktörler; i) asitliğin oluşumu, ii) amino asitler gibi aroma ön maddelerinin oluşumu, iii) uçucu bileşenlerin oluşumu (Katina 2005).

Ekşi hamur starteri ile mayalanmış olan ekmekler ekşi hamur ekmekleri olarak adlandırılmıştır. Ekşi hamur starterleri ve bu starterler ile yapılan ekmekler yaklaşık binlerce yıldır bilinmektedir. Ekşi hamur terimi 1800'lü yılların sonlarında ortaya çıkan bir Amerikan terminolojisidir. Daha sonraları bu terim basit bir ekmeğin starteri anlamında ABD'de yayılarak genelleşmiştir. Ekşi hamurun tarihi kendi kendine mayalanan ekmeğin tarihi kadar eskidir. Uzun zaman önce, eski çağlarda (kimine göre 6000 yıl önce) insanlar önce içecek hazırlamak ve daha sonra ekmeği pişirmek üzere tahılların fermentasyon ve mayalandırılmasının nasıl oluştuğunu açıklamaya çalışmışlardır. Akla uygun bir cevap bulunana kadar bu açıklamalar birçok kişi tarafından tekrarlanarak yapılmıştır. Daha sonraki dönemlerde insanlar yapacakları ekmeğin fermentasyonunda starter olarak kullanmak üzere fermente edilmiş tahılların bir kısmının nasıl saklanabileceğini açıklamışlardır. Bu zamandan sonra insanlar ekşi hamuru yapmış ve kullanmıştır. Günümüzde ekşi hamur tahıl ve su karışımının fermente edilmesiyle hazırlanmıştır. Günümüzde ekşi hamur starteri olarak adlandırılan bu hamur bir sonraki günkü ekmeğin yapımında starter olarak kullanılır. Bu şekilde üretilen ekmeğin ekşi hamur ekmeği olarak adlandırılır (Anonim 2002 a).

Orijinal "ekşi hamur" San Francisco bölgesindeki spesifik mikroorganizma kültürlerinden orjin almış ve ekşi hamur starterlerini taşıyan madenciler sayesinde yayılmıştır. Sonraki zamanlarda büyük kapasiteli ticari fırınların ortaya çıkması ve çeşitli hamur tatlandırıcı ajanların icat edilmesinden sonra "ekşi hamur" terimi kültür kullanımında yaygınlaşmaya başlamıştır (Anonim 2002 a).

Eskiden bütün ekmekler ekşi hamur ile yapıldığı için üretilen ekmekler ekşi hamur ekmeği olarak adlandırılmamıştır. Ekşiliğin oluşturulması tercihen ılık bir ortamda hazırlanmış sponge hamurun fazladan birkaç saat bekletilmesiyle elde edilmektedir. Çoğu üretici bugün ekşi hamur ekmeğini hazırlarken böyle yapmaktadır. Bu, sponge hamurun ekşitilmesi olarak da adlandırılabilir. Bu işlem laktik asit bakterilerinin faaliyetlerini kolaylaştırıp maya aktivitesini azaltmaktadır. Hatta yapılarak maya aktivitesi çok fazla azaltırsa, kabarmayı sağlamak için hamura ilave maya katılabilmektedir (Anonim 2002 b).

Buğday ekmeği yapımında ekşi hamur kullanımının teknolojik faydaları; nişasta retrogradasyonunu geciktirmesi (Corsetti *et al.* 2000) ve yüksek ekmek hacmi ve ekmeğin yavaş sertleşmesidir (Cortsetti *et al.* 1998). Finlandiya’da, buğday ekşi hamuru endüstriyel olarak üretilmemekte ancak çavdar ekşi hamuru ekmeği ise tüm ekmek tüketiminin yaklaşık üçte birini karşılamaktadır (Simonson *et al.* 2003).

Ekmek nötr tat ve aromaya sahip olduğu için diğer aromatik gıda maddelerinin tüketilmesinde ideal bir taşıyıcı rolü üstlenir. Bununla birlikte, önceden de belirtildiği gibi ekşi hamurdan yapılan ekmeklerin kendine has tat ve aroması mevcuttur. Ekmek doyurucudur ve yoğun bir enerji kaynağıdır. Her ne kadar içerdii proteinlerin biyolojik değerü et, süt ve yumurta gibi hayvansal gıdalara nazaran eksiklik gösterse de protein içeriği azımsanamaz düzeydedir. Normal katkılı beyaz tava ekmeğinin yaklaşık bileşimi %37 su, %8,7 protein, %50,5 karbonhidrat, %3,2 yağ, %2,0 kül olup; 100 gram ekmek yaklaşık 270 kcal sağlamaktadır (Elgün ve Ertugay 2003). Ayrıca hammaddesinden bu kadar farklı neredeyse başka hiçbir gıda ürünü yoktur.

Ekmek, diğer işlenmiş gıdalardan çok daha kısa raf ömrüne sahip bir gıdadır. Ekmek hızlı bir şekilde tazeliğini (doku ve lezzet) kaybeder ve küflenerek bozulmaya maruz kalmaktadır. Mikrobiyolojik bozulmadan başka, tüketici kabul edilebilirliği yoluyla ölçülen kalitedeki gerileme bayatlama olarak tanımlanmaktadır. Bayatlama ile ekmek belirgin duyuşal özelliklerini kaybeder ve sağlık üzerine hiçbir zararlı etkisi olmamasına rağmen tüketicinin ekmeği reddetmesine neden olur. Bu sebepten dolayı yıl içerisinde tonlarca ekmek atılmakta ve bu da önemli bir ekonomik kayba neden olmaktadır (Baik and Chinachoti 2000; Ribotta *et al.* 2004).

Ekşi Hamurla İlgili Bazı Terimlerin Açıklaması

Ekşi hamur starteri: Mayalanmış ekme  hamuru oluşturmak için un sıvıdan oluşan bir ortamdaki yabani veya tabii maya ve laktobasillerin kültürü olan ve mayalanmayı devam ettiren bir başlatıcıdır. Bilimsel açıdan ekşi hamur starteri, ekme  hamurunu mayalandıran ve onun tadını veren ‐yabani‐ olarak adlandırılan maya ve bakterilerin de içine dahil olduğu tahıl ve sıvının karışımı olan tabii bir mayalandırıcıdır (Anonim 2002 c).

Ekşi hamur: Yabani veya tabii maya ve laktobasiller içeren, doğal olarak mayalanma için kullanılan bir terimdir. Aynı zamanda tabii maya ile ekme  mayalanması işlemidir. Mayalayıcı olarak kullanılan tabii mayaların bir kültürüdür (Anonim 2002 c).

Mayalanmış starter: Ticari olarak fırıncıların kullandığı mayaları içeren bir starterdir (Anonim 2002 c).

Ekşi ekme : Ekşi bir tat veren herhangi bir ekme  tatlandırıcı ajanı, yoğurt gibi katkıları içeren ekme dir. Bir ekşi hamur ile üretilmemiştir veya başka bir ifadeyle diğer tabii maya starterlerini içermez (Anonim 2002 c).

Sponge: Katıdan ziyade kıvamı daha sulu olan bir  n fermenttir. Son ekme  hamurundan önceki mayalandırıcı sıvı ve unun bir karışımıdır. Mayalanma için herhangi bir yerde birkaç dakikadan 24 saate kadar bekletilen bir hamurdur. Ekme  hamurunun aroma ve tekstürünü geliştirir ve mayalanmanın dayanıklılığını sağlar (Anonim 2002 c).

Pre-ferment: Bu terim fermantasyona imkan veren ve son ekme  hamuru içine dahil olmuş olan önceki mayalanma yeteneğini oluşturan herhangi bir karışım veya uzun bir fermantasyon preiyoduna yol açarak mayalamaya ve aromaya katkıda bulunur (Anonim 2002 c).

Saurteig: Ekşi hamur için Almanya’da kullanılan bir terimdir (Anonim 2002 c).

Starter: Son hamurda mayalandırıcı olarak kullanılan mikroorganizma karışımıdır (Anonim 2002 c).

Maya: Maya havada, tahılların veya meyve sebzelerin yüzeyinde ve toprakta yaygın bir şekilde bulunur. Ticari fırıncı mayasıyla karşılaştığımızda yabancı maya, *Candida krusei* ve *C. miller* gibi bazı çeşitli *Candida* türlerini içeren ve *Saccharomyces exiguus* türleridir. İki maya arasında önemli bir farklılık vardır. Ticari fırın mayası çok asidik bir ortamda yaşayamaz oysaki tabii maya böyle bir ortamda yaşamak için çok uygundur. Bu önemlidir çünkü herhangi bir ekşi hamur kültüründe laktobasiller az miktarda laktik ve diğer asitleri üretirler (bunlar ekşi hamur ekmeğine tadını verirler). Bu asitler ticari fırın mayaları için çok fazla asidik bir ortam oluştururken tabii mayalar bunlarla birlikte yaşabilirler (Anonim 2002 c).

Fermentasyon: Hamurun mayalanması olayı kabarma diye de bilinir. Undaki nişastadan basit şekerler yıkıma uğrarken ekmek hamurundaki mikroorganizmalar beslenir, ekmeğe lezzet veren ve kabarmasına neden olan CO₂, alkol, organik asitler ve uçucu bileşikler gibi çeşitli metabolik ara ürünler ortaya çıkmaktadır (Anonim 2002 c).

Ekşi Hamurun Mikroflorası

Ekşi hamurda bulunan mikroorganizmalar: Mikroorganizmalar, gıdaların yapısını oluşturan maddeleri yıkıma uğratarak, bunların bozulmasına ve kullanılmaz hale gelmesine yol açarlar ve böylece zararları ortaya çıkar. Bazı mikroorganizmalar gıda ham maddelerinin değişik ürünlere işlenmesini veya ürünlerin olgunlaşmasını sağlar ve onlara dayanıklılık kazandırır. Bu da onların yararlı yönlerini teşkil eder. Bir takım mikroorganizmaların (bunlar genelde patojen etkilidir ve bulaşıcı hastalıklara veya ölümle sonuçlanan rahatsızlıklara neden olurlar) gıdalarda bulunmasına ise ya hiç izin verilmez yada bunların sayılarının belirli sınırların altında olması istenir (Şahin ve Başoğlu 2002).

Mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen fermantasyon reaksiyonları aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Laktik asit fermantasyonu: Fermente gıdalar arasında laktik asit fermantasyonu ile üretilen büyük bir öneme sahiptir. Laktik asit fermantasyonunda gıda maddelerinin yapısında bulunan şeker, laktik asit bakterileri anaerobik koşullarda laktik asit ve diğer bazı son ürünlere dönüştürülür. Laktik asit fermantasyonları ya spontan olarak doğal flora ya da ortama özellikleri bilinen laktik asit bakterileri ilave edilmek sureti ile gerçekleştirilir (Anonim 2000).

Alkol fermantasyonu: Anaerobik koşullarda şekerlerden alkol üretimi çok basamaklı bir reaksiyondur. Mayalar alkol üretiminde rol oynayan en önemli mikroorganizmalardır (Anonim 2000).

Propionik asit fermantasyonu: Propionibacterium cinsi bakteriler anaerobik koşullarda karbonhidratlardan yüksek oranda propiyonik asit, asetik asit ve CO₂ daha düşük oranda da izovalerik, süksinik, formik ve laktik asit üretirler (Anonim 2000).

Ekşi Hamur Mikroflorası İle İlgili Çalışmalar

İnsanoğlu için bilinen en eski teknolojilerden birisi olarak ekmeğin orjini kesin olarak bilinmemektedir. Fermantasyon neticesindeki tekstür ve lezzet mayalanmamış ekmeğe kıyasla daha iyidir. Bu nedenle ekmek yapımında fermantasyonun kullanımında ısrarcı davranılmıştır. Elde edilen güvenilir en eski metot mayaların bir sonraki günkü hamurda kullanılmak üzere ekşimiş hamurun bir parçasının ayrılmasıdır. Bir sonraki gün için ayrılan hamur ekşi maya olarak adlandırılır ve belli bir fermantasyondan sonra elde edilen ekmek fark edilebilen bir asidik lezzete ve laktik asit bakterileri ile mayaları birlikteliğine bağlı olarak hoş bir aromaya sahip olur (Faid *et al.* 1994).

Ekşi hamur metodu ile ekmek yapımı starter kültür katılmayan durumlar dikkate alındığında halen değerli bir sanattır (Chiron and Gordon 1994; Hammes and Gönzle

1998; Rocha and Malcata 1999). Son yıllarda geleneksel ekşi hamur ekmeği üretim süreci, daha doğal, sağlıklı ve lezzetli yiyeceklere olan tüketici talep artışı nedeni ile önem kazanmıştır (Brümmer and Lorenz 1991; Wehrle and Arendt 1998). Buğday ekmeklerinde ekşi maya, çoğunlukla lezzeti artırmak için kullanılır (Hansen and Hansen 1996; Wehrle and Arendt 1998). Laktik asit bakterileri buğday hamurlarında ciddi değişikliklere neden olmaktadır. Üretim aşamalarındaki ve belirli starter bakterilerin seçimindeki farklılık ekşi hamur ekmeklerinin kalitesini belirler (Salovaara and Valjakka 1987; Barber *et al.* 1991; Martinez-Anaya *et al.* 1994; Wehrle and Arendt 1998). Laktik asit ekşi hamurda bulunan mikroorganizmaların ana metabolik ürünüdür. Serbest amino asit ya da şeker gibi ilk olarak lezzet veren unsurların üretimi aroma gelişimi için ekşi hamurlarda çok önemlidir (Collar *et al.* 1991; Gobbetti *et al.* 1994; Wehrle and Arendt 1998). Ekşi hamurun bir başka avantajı da ürünlerin geliştirilmiş raf ömürleridir (Armero and Collar 1996; Wehrle and Arendt 1998). Hamurun pH seviyesinde ki değişiklikler laktik asit üretiminden kaynaklanır ve pH seviyesindeki bu düşüş hamurun reolojik özelliklerini de belirler (Wehrle *et al.* 1997; Wehrle and Arendt 1998).

Hamur ortamında maya ve bakterilerin oranı 1/100 dür. Bu benzersiz ortam şu şekilde açıklanır: *Candida miller* dışında çoğu maya türleri maltozu metabolize edebilmektedir. Hamur içindeki amilaz enziminin aktivitesi ile parçalanmış nişastadan açığa çıkan maltoz, bu şekere ihtiyacı olan laktobasiller için hazır olur. Maya, hamurda bulunan diğer tüm şekerleri kullanabilir. Böylece maya ve laktobasiller maltoz fosforilaz enzimiyle maltozu sindirerek mayaya küçük bir yardım amacıyla ortama glikoz salar. Aynı zamanda laktobasiller hamurun mikroplarını öldüren bir antibiyotik olan cycloheximide salgılayarak birçok mikroorganizmayı öldürür. Fakat *Candida milleri* cycloheximide dirençlidir. *Candida miller* aynı zamanda laktobasillerin oluşturduğu asetik aside orta derecede dayanıklıdır. Laktobasiller cansız maya hücrelerinden ortaya çıkan bir takım aminoasit ve yağ asidine ihtiyaç duyarlar. Almanya'da Spicher Alman ekşi çavdar hamur mikroflorasını incelemiş ve dominant maya türlerini *Candida krusei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia satoi* ve *Candida miller* olarak, laktobasiller ise *L. brevis*, *L. fermenti*, *L. pastorianus*, *L. buchneri*,

L. delprueckii, *L. casei*, *L. leichmanni*, *L. acidophilus*, *L. farciminis*, *L. alimentarius*, *L. brevis var lindneri*, *L. fermentum*, *L. fructivorans* ve *Pediococcus acidilactici* olarak tespit edilmiştir (Anonim 2002 d).

Hamur yapımında kullanılan ekşi maya undaki nişastanın enzimatik parçalanmasını geciktirmiş, unun su tutuma kapasitesini artırmıştır (Savola *et al.* 1982) ve bayatlamayı geciktirmiştir (Salovaara and Katunpaa 1984; Tamerler 1986).

Bayatlama ekmeğin rutubet miktarı ile de ilişkilidir. Rutubeti %16.4 den düşük %36.8 den yüksek olan emeklerde bayatlamamanın ya da nişasta retrogradasyonunun yavaşladığı belirtilmiştir (Ercan ve Bildik 1993).

Ekmek, diğer işlenmiş gıdalardan çok daha kısa raf ömrüne sahip bir gıdadır. Ekmek hızlı bir şekilde tazeliğini (doku ve lezzet) kaybeder ve küflenerek bozulmaya maruz kalır. Mikrobiyolojik bozulmadan başka, tüketici kabul edilebilirliği yoluyla ölçülen kalitedeki gerileme bayatlama olarak tanımlanmaktadır. Bayatlama ile ekmek belirgin duyu özelliklerini kaybeder ve sağlık üzerine hiçbir zararlı etkisi olmamasına rağmen tüketicinin ekmeği reddetmesine neden olur. Bu sebepten dolayı yıl içerisinde tonlarca ekmek atılmakta ve bu da önemli bir ekonomik kayba neden olmaktadır (Baik and Chinachoti 2000; Ribotta *et al.* 2004).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Aç insan sayısının bir milyarı üstünde olduğu Dünyamızda, ekmek meselesi insanlığı büyük ölçüde ilgilendirmektedir. Üstün kalitenin aynı zamanda ekmek israfını da düşüreceği göz önüne alınacak olursa kaliteli ve besleyici ekmek elde etme çalışmalarının önemi ortaya çıkmaktadır (Ertugay 1982).

Ekmek yapımında ekşi hamur katımı kaliteyi iyileştirmedeki rolüne yararlarını özetlemek gerekirse; ekşi hamurdan yapılan ekmekler teknolojik yararlarının yanında aroması ve mikrobiyal bozulmaya karşı dirençli olmaları önemli bir faktördür. Mayanın ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin kabartma üzerine etkisi daha kolay pişebilen hamur, daha yumuşak daha lezzetli ekmek yapılmasını sağlar. Üstelik fermantasyon sırasında üretilen laktik asit ve asetik asitin pH'yı düşürmesi ve muhtemel diğer mekanizmalar tarafından kontamine edici ve bozulmaya neden olan floranın inhibisyonu ve kontrolü ile ekmeğin küflenerek bozulmasının geciktirilmesi, rop hastalığına neden olan *Basillus subtilis*'in gelişiminin engellenmesi, laktik ve asetik asitler ile diğer fermantasyon ürünleri gibi aroma bileşenlerinin birikimi ile ürünün kendine özgü karakterler kazanması ve fitat yıkımı yoluyla mineral biyo yararlanılığının artırılması (Hancıoğlu ve Karapınar 2002), ekşi hamurdaki laktik asit bakterileri tarafından meydana getirilen asidifikasyon, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteolitik etki sonucu depolanma esnasında ekmeğin sertleşmesinin ve bayatlamasının gecikmesini (Corsetti *et al.* 2000) sağlamaktadır. Laktik asit bakterileri ve maya starterleri ile üretilen ekmeklerin normal ekmeğe göre daha hacimli olduğu ve ekşi hamur kullanımının bütün ekmek özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Corsetti *et al.* 1998.). Ekşi hamur ekmeği uygun hacim, güçlü aroma, iyi bir ekmek içi yapısı ve uzun raf ömrüne sahip oluşu ile tercih edilmekte (Dikbaş 2003) ve büyük üretim potansiyelleri ile de geleneksel ürün (Gobbetti 1998) olarak kabul edilmektedir.

Ekmek kalitesi iyileştirmek için yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Kotancılar vd (1998), tarafından yapılan bir çalışmada, Vakfikebir ekmeğinin karakteristik özellikleri belirlenmeye çalışılmış ve yapılan araştırma sonucunda Vakfikebir ekmeğinin katkısız direkt yöntemle üretilen ekmeklerden fazla (%48), pişme kaybının düşük olduğu (%9,4) ve işlem süresinin ortalama 20 saat sürdüğü belirlenmiştir.

Corsetti *et al.* (1998), tarafından yapılan bir çalışmada, ekşi hamur laktik asit bakterilerinin anti küf etkisi ve *Lactobacillus sanfrancisco CBI* tarafından üretilen organik asitlerin bir karışımı tespit edilmeye çalışılmıştır. Buğday unu hidrolizatında gelişen ekşi hamur laktik asit bakterisi anti küf bileşiklerini üretmiştir. Türler arasında önemli derecede değişen anti küf aktivitesi esasen zorunlu heterofermantatif *Lactobacillus spp.* içinden tespit edilmiştir. Bunlar arasında *L.sanfrancisco CBI* en geniş spektruma sahip olduğu gözlemlenmiş ve ekmeğin bozulmasıyla ilgili olan küfleri inhibe ettiği tespit edilmiştir. *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Monilla* gibi küfler üzerine, asetik, kaprik, formik, propionik, bütirik ve n-valerik asitlerin bir karışımının anti küf aktivitesinden sorumlu olduğu ve kaproik asitin küf gelişimini inhibe etmede anahtar rolü oynadığı tespit edilmiştir.

Corsetti *et al.* (2000), tarafından yapılan bir çalışmada, ekmeğin sertliği ve bayatlama üzerine farklı ekşi hamur ve katkıların etkileri incelenmiştir. Buna göre *Saccharomyces cerevisiae 141* ile fermente edilmiş hamurun kimyasal olarak asitlendirilmesi yada ekşi hamur kullanımının ekmeğin hacmini artırdığı ve sadece ekşi hamur kullanımının ekmeklerde nişasta retrogradasyonunu geciktirdiği belirlenmiştir. Ayrıca ekşi hamura pentozlar yada pentozan endosilenaz enzimi ve *L.hilgardi* ilave edildiği zaman ekmeğin sertliğinde ve bayatlamada önemli derecede gecikme olduğu tespit edilmiştir.

Ekşi hamur mikroflorası, mayalar ve laktik asit bakterileri arasındaki etkileşimler, amino asit metabolizması hakkında yapılan bir çalışmada, mayalar ve laktik asit bakterilerinin (LAB) genellikle hamurda birlikte buldukları LAB ekşi hamur

ekmeğinin duysal özelliklerine etkili olduğu ve mayaların ekşi hamurun mayalanmasında tesirli olduğu gözlemlenmiştir. Ekşi hamurun fermantasyonu boyunca oluşan kompleks interaksyonları anlamak için *Lactobacillus brevis subsp.lindneri* CBI veya *L. plantarum* DC400 ile *Saccharomyces cerevisiae* veya *S. exigus* ile ko-kültürlü mayanın faydası modifiye etmemiş ancak her iki LAB'ın sonuçta verdikleri fayda ve büyüme oranı, onların ayrı ayrı mono kültürlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. LAB ve maya ko-kültürleri LAB'ın gelişmesi için esansiyel olan valin ve lösin aminoasitlerinin olmadığı bir besi yerinde gelişmişlerdir. LAB'ın gelişmesi mayalar tarafından bu aminoasitlerin sağlanması sayesinde olmuştur. Sonuçlar göstermiştir ki mayalar mevcut N kaynağı için LAB'leri hücre oluşumunu artırmak için gerekli aminoasitleri sağladıkları ve sentezledikleri tespit edilmiştir (Gobetti *et al.* 1994).

Yapılan bir araştırmada, iki farklı ön-hamur metodu kullanılarak, laboratuvar ve ticari fırın şartlarında üretilen francala tipi ekmeğin kalitatif özellikleri karşılaştırmalı olarak direkt hamur metodu ile üretilen ekmeğin kalitatif özellikleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Sonuç olarak, direkt metotla karşılaştırıldığında ön-maya metodu daha iyi olmak üzere her iki indirekt metodunda (1/3 geri çevirme ve ön-maya), daha yüksek spesifik hacim, daha iyi ekmek içi gözeneği ve tekstür verdiğini ve en koyu, en çekici ekmek kabuk renginin ön-maya metodu ile sağladığı belirtilmiştir (Ertugay vd 1988).

Ekmek sertliği ve bayatlaması üzerine katkıların ve ekşi hamur laktik asit bakterilerinin kombine etkisinin çalışıldığı bir araştırmada Corsetti *et al.* (2000), *Saccharomyces cerevisiae* 141 tarafından fermente edilen hamurun kimyasal asidifikasyonu veya ekşi hamur kullanımı *S. cerevisiae* ile üretilen ekmeklerle karşılaştırıldığında ekmeklerin hacminin arttığı görülmüştür. Nişasta retrogradasyonun gecikmesinde yalnızca ekşi hamur fermantasyonu etkili olduğu ve bu etkinin asidifikasyonun seviyesine ve laktik asit bakteri türlerine bağlı olduğunu kaybetmişlerdir. *S. cerevisiae* 141, *Lactobacillus sanfranciscensis* 57, *Actobacillus plantarum* 13'den yapılan ekşi hamura, fungal alfa amilaz veya *L.sanfranciscensis* CBI Amy veya *L. amylovorus* CNBL 1008 gibi amilolitik türler eklendiğinde asidifikasyonun geliştiği vurgulanmıştır. Aynı ekşi hamura pentosans veya endoxylanase enzimi ve *L. hilgardi* S32 eklendiğinde ekmek sertliği ve

bayatlamasının daha çok geciktiğini bulmuşlardır. Endoxylanae enzimi tarafından hidrolize edilen kısımda pentozanlar olduğu *L.hilgardi S32* tarafından pentozaların fermantasyonu olduğu için ekmeğin en yüksek titre edilebilir asitliğe sahip olduğu ve ekşi hamura bakteriyak proteazın ilavesi ekmeğin sertliğini ve bayatlamayı artırdığı belirlenmiştir.

Katina *et al.* (2002), buğday ekşi hamurunda rop bozulmasını inhibe etmek için laktik asit bakterileri potansiyelin araştırdıkları bir çalışmada, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus licheniformis*'in gelişiminin *Lactobacillus plantarum VTT E-78076* ve *Pediococcus pentosaceus VTT E-90390* tarafından inhibe edildiğini gözlemlemişlerdir. *Lactobacillus plantarum VTT E-78076*, *Pediococcus pentosaceus VTT E-90390* veya *Lactobacillus brevis* (ticari starter kültürü) ile fermente edilmiş ekşi hamurun pH'sının 4'ün altında ve titre edilebilir asitlik değerinin 12'den büyük olması şartıyla buğday ekmeğindeki rop bozulması 100 gr buğday hamuruna 20-30 gr ekşi hamurun ilavesiyle inhibe edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu ekşi hamur özelliklerini sağlayacak konsantrasyonda yalnız başına laktik asit ilavesi rop bozulmasını önlemediğini gözlemlemişlerdir.

Schleining *et al.* (1995), ekmeğin özellikleri üzerine ekşi hamur içeriğinin etkilerini araştırdıkları bir çalışmada %10, 20 ya da 30 ekşi hamur ile yapılan buğday ekmeği örnekleri, kullanılmış ve fırın ilaveleri ile yapılan geleneksel ekmeği aynı zamanda incelenmişlerdir. Sonuç olarak ekmeğin hacminin, %20 oranında eklenen ekşi hamurun artan miktarı ile arttığı daha sonra ekşi hamur ilavesindeki ilave bir artışla azaldığını saptamışlardır. Ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeğin, fırın katkılarıyla yapılanlarla kıyaslandığında ekmeğin hacimlerinin eşit olmadığı belirlenmiştir. Ekşi hamur ile yapılan ekmeğin daha sert olduğunu ancak fırın katkılarıyla yapılan ekmeğe göre daha az elastik olduğunu görmüşlerdir. Ekşi hamur ile yapılan ekmeğin sertliğinin fırın katkılarıyla yapılan ekmeğinkinden daha fazla arttığı belirlenmiştir. Ekşi hamur ile yapılan ekmeğin depolama boyunca sertliğinin arttığı ve 4 günlük depolama periyodunda elastikiyetin azaldığı görülmüştür. Fırın katkılarıyla yapılan ekmeğin elastikiyetinin depolamanın ilk günü boyunca oldukça azaldığı fakat sonradan yaklaşık

olarak sabit kaldığı, ekşi hamur ile yapılan ekmeğin elastikiyetinde depolama boyunca daha düşük azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada buğday ekmeğinin raf ömrünü artırmak ve fungal gelişimi önlemek için etkili miktarlarda doğal olarak propiyonik asit üreten optimum bir laktik asit ve propiyonik asit bakteri karışım kültürü Jayanainen and Linko (1993), tarafından geliştirilmiştir. Ön fermantasyon sıcaklığı ve zaman, unun tipi ve asit formasyonu üzerindeki laktik ve propiyonik asit bakteri kombinasyonu ve buğday ekmeği özelliklerini çalışmışlardır. Ekşi buğday ekmeği 5,4-6'lık bir pH; 3,9-5,6 titre edilebilir asitlik ve ekşi ekmek yapımı için kabul edilebilir laktik asit/asetik asit oranı ile ömrünün on güne kadar arttığı gözlemlenmiştir.

Hansen and Hansen (1996), ekşi hamur ilavesinin, ekmek üzerine etkisi araştırdıkları bir çalışmada %5-20 ekşi hamur ilavesi ile üretilen ekmeklerin, kontrole göre önemli derecede hacim artışı sağladığını gözlemlenmiştir.

Sponge hamur metodunun 7-8 saat gibi uzun bir zaman almasına karşılık, ürünün işleme toleransının yüksek, üretilen son ürünün daha aromatik, geç bayatlayan, kaliteli ve yüksek hacimli olduğu bildirilmiştir (Ertugay vd 1991).

Every *et al.* (1998) ekmek bayatlamasında glutenin rolü üzerine yürütülen sertleşmeyi önleyici etkisinin var olduğu, sertliği etkilemediği ve gluten-nişasta etkileşiminin ekmek sertliği için gerekli olduğu şeklindeki hipotezleri test etmek amacıyla, protein içermeyen sentetik undan yapılan nişasta ekmeğinin sertlik oranı ile %1-15 arası gluten ihtiva eden sentetik unlardan yapılan gluten-nişasta ekmeklerinin sertlik oranlarını kıyaslamışlardır. Spesifik hacim ve nem içeriği gibi parametrelerin sertleşme sürecini etkileyeceğini göz önünde bulundurarak; bu faktörleri ortadan kaldırmak amacıyla benzer spesifik hacimli ve nem içerikli ekmekleri kullanmışlardır. Nişasta ekmeklerinde 6 güne kadar sertlikte açıkça bir artış gözlemlenmişler ve glutenin sertleşme sürecinde zaruri olmadığı, zamanla birlikte nişastanın tek başına ekmeğin sertleşmesine neden olduğu sonucuna varmışlardır. Son söz olarak da ekmek sertliğindeki artışın amilopektin ve şişmiş nişasta

granüllerine bağlı kısmen dışarı çıkmış amilozun glukoz zincirlerinin diğer nişasta granülleri ve (daha düşük boyutta) gluten fibrilleri ile hidrojen bağı oluşturması nedeniyle meydana geldiğini söylemişlerdir.

Karaoğlu (2002) depolama süresindeki artışın ekmeğin su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değerleri üzerine aynı yönde etkili olduğunu, depolama süresindeki artışla birlikte su tutma kapasitesi ve ekmeğin yumuşaklık değerlerinde düşüş gözlemlendiğini rapor etmiştir.

Vittadini and Vodovotz (2003) depolama süresince soya unu ilave edilmiş ekmeğin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Oda sıcaklığında depolama süresince soya unu içeren ekmeğindeki nem kaybının kontrol (buğday) ekmeğinkinden daha az olduğunu ve soya ilavesinin unun su tutma kapasitesini artırdığını tespit etmişlerdir. DSC (Differential Scanning Calorimetry) ile yaptıkları analizler sonucunda; dondurulabilir su içeriğinin soya katkılı ekmeğekte kontrol ekmeğine kıyasla biraz fazla olduğunu ve soya ilavesinin depolama esnasında meydana gelen amilopektin kristalizasyonunu önemli derecede düşürdüğünü belirtmişler. DMA katsayıları yoluyla da soya katkısının ekmeğin homojenliğini artırdığını söylemişler ve genel itibarıyla soyanın, ekmeğin bayatlama mekanizmasında düzenleyici bir rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Kotancılar vd. (2006 a) yaptığı araştırmada farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) ekşi hamur ilave ettiği ekmeğin üç günlük depolanmaları süresince pH'larını takip etmiş ve en düşük pH'yı %30 ekşi hamur içeren ekmeğin verdiğini belirtmiş, depolama süresinin artışıyla birlikte pH'nın düştüğünü gözlemlemiştir. Pişme periyodu boyunca oluşan daha kalın ekmeğin kabuğunun, ekmeğin daha uzun süre taze kalmasını sağladığına dikkat çekmiştir.

Kotancılar vd. (2006 b) yapmış oldukları bir araştırmada geleneksel yöntemle üretilen Trabzon Vakfikebir ekmeği modifiye edilerek beyaz tava ekmeği olarak laboratuvar şartlarında üretilmiş, bu ekmeğin kalitesi üzerine, ekşi hamur fermantasyon süresi ve

ilave ekşi hamur katkısının etkisi incelenmiştir. 0, 5, 10 ve 15 saat süre ile fermente edilen ekşi hamurlar 100 kg un esasına göre farklı seviyelerde (%0, 10, 20 ve 30) ilave edilerek, beyaz tava ekmekleri üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin pH ve ekmek içi yumuşaklık değerleri incelenmiş, sonuç olarak; 10–15 saat fermantasyon süresi % 20-30 ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değeri bakımından kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresi ve ilave edilen ekşi hamur katkısı artırıldıkça; ekmek içi yumuşaklığında artış, hamurda ve ekmek pH'sında azalmalar olmuştur. Ayrıca ekşi hamur miktarı arttıkça hacim ve spesifik hacim artmış, gözenek ve tekstürel yapıda olumlu gelişmeler izlenmiştir.

Kotancılar vd. (2008) Vakfikebir ekmeği Türkiye'de özellikle de Trabzon'da üretilen bir ekmek çeşitidir. Bu araştırmanın amacı geleneksel olarak üretilen Vakfikebir ekmeği (VB) tanıtmak ve beyazekmek (WB) ile karşılaştırmaktır. Vakfikebir ekmeğinin kalın ve sert kabuklu, içinin iri gözenekli, aromatik, kaliteli, hacimli, ağır, uzun sürede işlenip, pişirildiği ve geç bayatladığı rapor edilmektedir. Bu çalışmada, her iki ekmek çeşidi iki farklı somun ağırlığında (500 ve 1500g) çalışılmıştır. Ekmek içi, kabuk rutubeti, su tutma kapasitesi ve esneklik haricindeki Doku Profili Analizi (TPA) parametreleri üzerine ekmek çeşidinin önemli bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Vakfikebir ekmeği beyaz ekmekten daha yüksek ekmek içi rutubeti, su tutma kapasitesi, sertlik, yapışkanlık, sakızımsı yapı ve çığnenme değerlerine sahiptir. Bununla beraber, 500 gramlık ekmek 1500 gramlık ekmekten daha düşük ekmek içi nemine, su tutma kapasitesine, esneklik, yapışkanlık ve çığnenme değerlerine sahiptir. Sonuç olarak, Vakfikebir ekmeği, beyaz ekmekle karşılaştırıldığında, ekmek içinin elastik ve sertliğinin yüksek olmasına karşılık uzun süre tazeliğini koruyabilmesi, ekmek içi su miktarının yüksek ve nişasta retrogradasyonu hızının düşük olması sonucuna bağlanmıştır.

Kotancılar vd. (2009) bu çalışmada geleneksel ekşi hamur metoduyla üretilen Vakfikebir ekmeği (VE) ve direkt hamur metoduyla üretilen standart beyaz ekmeğin (BE) ekmek içi çirilenme özellikleri araştırılmıştır. Her iki ekmek tipi için iki farklı ağırlıkta (500 ve 1500g) somunlar üretilmiştir. Somunlar fırından çıkarıldıktan 1 saat

sonra çift katlı polietilen poşetlere konulmuş ve oda sıcaklığında (yaklaşık 20 °C) 5 gün süreyle depolanmıştır. Depolanma süresince; her iki ekmek tipi için ekmek içi ve kabuğunun su aktivitesi, pH, yumuşaklık ve çirilenme özellikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı VE ve BE ekmek içi çirilenme özelliklerini karşılaştırmak ve depolama esnasında bu ekmeklerin çirilenme özelliklerinin nasıl değiştiğini saptamaktır. Ekşi hamur ekmeği içinin çirilenme özellikleri üzerine yapılmış bir çalışma yoktur. Ekmek içi pH değeri; çirilenme sıcaklığı ($r=-0.62$) ve pik viskozitesi ($r=-0.48$) ile negatif ilişki gösterirken ikinci pik alanı ($r=0.89$) ve yumuşaklık ($r=0.87$) ile pozitif ilişki sergilemiştir. Buna ilaveten, Vakfıkebir ekmeğinin ekmek içi çirilenme özelliklerinin beyaz ekmeğinkinden çok farklı olduğu görülmüştür..

Laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan asitleşme, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteolitik etki ekmeğin bayatlamasını ve sertliğini azaltmaktadır (Corsetti *et al.* 2000).

Karaoğlu vd. (2006) pişirme prosedürü ve depolamanın kısmen pişirilmiş ve yeniden pişirilmiş beyaz tava ekmeklerinin içlerinin çirilenme özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Yumuşaklık ölçümleri için penetrometre cihazından faydalanmıştır. Tekrar pişirilmiş ekmeklerde, ilk pişirme süresinin uzatılmasının çirilenme sıcaklığı ve yumuşaklık değerinde bir düşüşle, ikinci pik alanı ve viskozitede bir artışla sonuçlandığını belirtmiştir. Depolama zamanının artışıyla birlikte pik viskozitesi, tutma sonu viskozitesi ve soğuma sonu viskozitesinde bir azalma olduğunu rapor etmiştir.

Katina *et al.* (2006) buğday kepeği ilave edilmiş beyaz tava ekmeğinin spesifik hacmi, bayatlaması ve mikroyapısı üzerine ekşi hamur ve enzim karışımının (α -amilaz, ksilanaz, lipaz) etkilerini araştırdıkları çalışmada ekmek bayatlamasını; ekmek içi sertliğinin, amilopektin kristalizasyonundaki değişimlerin (DSC), katı faz sinyalindeki artışın ölçülmesi (NMR) ve ışık mikroskobu ile mikroyapının incelenmesi yoluyla 6 gün süresince takip etmişlerdir. Kalite artırımında en etkili muamelenin kepek katkılı ekşi hamuru ve enzim karışımının kombinasyonu olduğunu; depolama esnasında ölçülen ekmek içi sertliğindeki artış oranı, amilopektin kristalliği ve polimer sertliğinin beyaz

buğday ekmeğinde en fazla olduğunu belirtmişlerdir. En belirgin mikroyapısal değişimlerin nişastanın şişmesi ve nişasta granülleri içerisinde amiloz ve amilopektinin ayrılması olduğunu; beyaz buğday ekmeğinin aksine enzim karışımı ile birlikte kepek katkılı ekşi hamur ekmeğinde nişasta granüllerinin daha fazla şiştiğini rapor etmişlerdir.

Shaikh *et al.* (2006) Hindistan'ın mayasız yassı ekmeği olan chapatti'nin bayatlamasını inceledikleri çalışmada oda sıcaklığında ($29\pm 1^\circ\text{C}$) ve buzdolabı sıcaklığında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) depolanan chapatti'lerin bayatlaması süresince nem içeriği ve çözünür nişasta miktarının durmadan düştüğünü; DSC yoluyla ölçülen entalpi değişiminin ise depolama zamanıyla birlikte arttığını bulmuşlardır. Her iki depolama sıcaklığında da depolama süresiyle birlikte chapatti'lerin dokularının gittikçe daha sertleştiğini ve ekmeklerin duyusal kalitesi ve kabul edilebilirliklerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Elde ettikleri verilerden yola çıkarak bayatlama oranının buzdolabı sıcaklığında depolanan chapatti'lerde daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır.

Ertugay vd (1988) direkt ve indirekt yöntemlerle yapılan ekmekleri karşılaştırmışlar, indirekt sistem olarak da; ön maya (gocuk) ve 1/3 geri çevirme (bir önceki hamurdan elde edilen taze hamurun bir sonraki hamur formülasyonuna 1/3 oranında katılması) kullanılmıştır. En yüksek ekmek içi yumuşaklığını sırasıyla ön maya, 1/3 geri çevirme ve direkt sistem ekmekleri vermiştir.

Kotancılar vd (2000) zayıf ve kuvvetli unlara uygulanan yoğurma ve fermantasyon sürelerinin (30, 35, 40 ve 45 dakika) ekmek kalitesi üzerine etkisini araştırmışlar ve 45 dakikalık son fermantasyon süresinde elde edilen ekmeklerin diğer ekmeklerden daha yumuşak olduğu, daha geç bayatladığı ve daha yüksek hacimli olduğu tespit edilmiştir

Günümüzde, yaygın bir biçimde üretilen yüksek lif içeriğine sahip ekmekler içerisinde, gerek üretim miktarları gerekse tüketicilerin tercihi bakımından kepekli ekmekler önemli bir yere sahiptir (Miller 1981; Lai *et al.* 1989 a ve b.).

Öğütme işleminin önemli bir yan ürünü olan kepek, buğday tanesinin meyve kabuğu, tohum kabuğu ve aleron tabakası ile endospermin dış katmanlarından oluşur. Ayrıca embriyo da çoğu zaman kepekten ayrılmayıp, bildikte düşünülür (Hoseney 1983; Lai 1986).

Buğday kepeği bazı temel besin elementlerince zengin bir kaynaktır (Aykroyd and Doughty 1970; Holland *et al.* 1988; Sosulski and Wu 1988). Düşük randımanlı buğday unu ve buğday kepeğinin bazı temel besin maddeleri ve ham lif içerikleri Çizelge 2.1’de, toplam diyet lif içerik ve kompozisyonları ise Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Buğday Unu ve Kepeğinin Bazı Temel Besin Maddeleri ve Ham Lif İçerikleri (%)

	Su	Ham Protein	Lipid	Nişasta	Kül	Ham Lif
Buğday Unu	14-15	10-12	1-1.5	70-75	0.5-0.7	0.5-0.7
Buğday Kepeği	8-12	14-16	5-7	20-25	7-8	15-20

*Kaynak: Holland *et al.*1988; Sosulski and Wu 1988

Çizelge 2.2. Buğday Unu ve Buğday Kepeğinin Toplam Lif Kompozisyonları ve Su Tutma Kapasiteleri (%)

	Toplam Diyet Lif	Lignin	Hemiselüloz	Selüloz	Su Tutma Kapasitesi
Buğday Unu	3.4	0.1	1.1	0.4	20.9
Buğday Kepeği	54.2	5.3	34.3	13.1	53.7

*Kaynak: Sosulski and Wu 1988

Çizelgelerin incelenmesiyle de görüldüğü gibi buğday kepeği bazı temel besin maddeleri ve lif içeriği bakımından çok zengindir.

Aykroyd and Doughty (1970), sert buğdayların % 11-14 civarında olan protein miktarlarının, kepekte %13-17’e kadar yükseldiğini, Peterson *et al.* (1983) ise 6 farklı

buğday örneğinin kepeklerini inceledikleri çalışmalarında kepeklerin protein içeriklerinin %12.6 ile %20 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kepek ve embriyo una göre temel amino asitler bakımından daha zengindir. Özellikle tahıllarda sınırlayıcı amino asit olarak da bilinen lisin kepekte yaklaşık 2/3 kat daha fazladır (Pomeranz 1987). Buğday kepeği proteinlerinin biyolojik değeri %67 olup, bu değer kırmızı et için %73 ve yumurta için %87-97'dir (Aykroyd and Doughty 1970).

Lipid içeriğinin %4.5-6 civarında olduğu bilinen (Blanshard *et al.* 1988) buğday kepeği, E vitaminince de çok zengindir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Buğday Unu ve Buğday Kepeği Vitamin İçerikleri (mg /100 g)

	E Vit.	B₁ Vit.	B₂ Vit.	B₃ Vit.	B₅ Vit.	B₆ Vit.	Folik Asit	Biotin
Buğday Unu	0.30	0.1	0.03	0.3	0.7	0.15	31	1
Buğday Kepeği	2.6	0.9	0.36	2.4	29.6	13.8	260	45

*Kaynak: Holland *et al.* 1988

Kepek B grubu vitaminlerince de zengin olup (Aykroyd and Doughty 1970; Pomeranz 1987; Holland *et al.* 1988), insan vücuduna günlük olarak alınması gereken B grubu vitaminlerin tamamı 100 gram kepek ile karşılanabilir (Kurucu 1987).

Buğday kepeği mineral maddeler bakımından zengin bir maddedir (Ercan ve Velioğlu 1990). 100gram buğday kepeği insan vücudunun günlük potasyum, fosfor, bakır, çinko, kükürt ve magnezyum ihtiyacının hemen tamamını karşılamaktadır (Kurucu 1987).

Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının bileşimleri Çizelge 2.5'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Buğday Unu ve Buğday Kepeğinin Mineral Madde İçerikleri (mg/100g).

	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	S	Cl	Mn
Buğday Unu	3	130	14	31	120	2	0.2	1	110	65	0.7
Buğday Kepeği	28	1160	110	520	1200	13	13.5	16	65	150	9

*Kaynak: Holland *et al.* 1988**Çizelge 2.5.** Buğday, Çavdar ve Yulafın Bileşimleri

Kuru madde göre bileşenler	Buğday	Çavdar	Yulaf
Nişasta iriliği (mikron)	1-10 15-40 6-15	25-60 2-10	60 2-10
Nişasta Granül Şekli	Küre Küre-mercimek Küre	Küre-mercimek Küre	Mercimek Küre
Protein (Nx6,25)(%)	13,3	13,4	9,3
Yağ (%)	1,9	1,7	5,9
Selüloz (%)	2,2	2,3	2,2
Kül (%)	1,8	1,9	3,6
Tiamin (mg/kg)	9,9	1,45	0,67
Niasin (mg/kg)	48,3	-	29-56
Riboflavin (mg/kg)	3,1	2,90	0,11
Pentotenik asit (mg/kg)	9,1	-	-
Kavuz (%)	-	-	25
Pelikarp + Testa (%)	8,2	-	-
Aleuron (%)	6,7	10,0	9,0 (12,0)
Unsu Endosperm (%)	81,5	86,5	63,0 (84,0)
Embriyo (%)	1,6	1,8	1,2 (1,6)
Skutellum (%)	2,0	1,7	1,6 (2,1)

*Kaynak: Vaclavik V. and Christian W.E. 2007

FAO 1999

Chakraverty A. 2003

Günlük diyetlerin önemli bir kısmını saflaştırılmış ürünlerden sağlayan, ekonomik bakımından güçlü çoğu Avrupa ülkesinde ve ABD’de, bu tür gıda maddelerinin neden olduğu ve “medeniyet hastalıkları” olarak da adlandırılan ciddi rahatsızlıkların dikkati çeker düzeylere gelmesi sonucunda, özellikle son 30 yıldır lifli gıdaların tüketimine doğru bir yönelme başlamıştır (Kahlon *et al.* 1989; Kathryn *et al.* 1987; James 1995).

Bu yönelme ve ilginin bir sonucu olarakda başta kepekli ekmek olmaz üzere, diğer tahılların kepekleri ve tüm tane unlarında kullanıldığı çeşitli ekmeklerin Pazar payları önemli düzeyde artmıştır (Miller 1981).

Buğday kepeğinde yüksek miktarda “Diyet Lif” ya da “Çözünmez Lif” olarak adlandırılan; selüloz ile çözünmez selülozik olmayan polisakkaritler ve çözünür selülozik olmayan polisakkaritlerden oluşan fraksiyonlar bulunmaktadır (Holland *et al.* 1988). Diyet liflerin tamamına ilişkin henüz tam bit terim birliği sağlanamamakla birlikte en basit olarak; bitki hücre duvarlarından sağlanan, kompleks ve heterojen yapıda, çoğu insan vücudunda sindirilmez yapıdaki maddeler olarak tanımlanmaktadır (Pomeranz 1977; James 1995).

Buğday kepeğinde bulunan liflerin en önemlileri; selülozlar pentozanlar ve hemiselülozlardır (Holland *et al.* 1988; James 1995). Selüloz buğday kepeğinde % 10-16 düzeylerinde bulunmaktadır.

Yüksek lif oranına sahip ekmekler içinde buğdayın temel bileşenlerinden olan kepeğin; kolay temin edilebilen ucuz bir değirmencilik yan ürünü olması, tat üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmaması, yabancı kabul edilebilen bir ürün olmaması ve gerek besin öğeleri gerekse lif içeriğinin yüksek olmasından dolayı tercih edildiği bildirilmektedir (Pomeranz *et al.* 1976).

Tahıllar ve yağlı tohumlar ağırlıklarının %1-2'si kadar fitik asit içermektedirler. Buğdaydaki fitatların çoğu perikarp ve aleronda yoğunlaşmıştır. Taneler olgunlaştıkça fitik asit konsantrasyonu artmaktadır (Cheryan 1980).

Fitik asit mineral maddelerle ve proteinlerle çeşitli kompleksler yaparak bunların kullanılmasını azaltmaktadır. Yiyeceklerin pH'sında fitik asit negatif yüklüdür ve pozitif yüklü olan katyonlar ile sıkıca bağlanmaktadır. İnsan bünyesinde fitaz enziminin olmayışı nedeniyle sindirim sisteminde fitatlar parçalanmaktadır. İnsan bünyesinde fitaz enziminin olmayışı nedeniyle sindirim sisteminde fitatlar parçalanmamakta ve mineral

maddeler ile proteinlerin kullanımı olumsuz yönde etkilenmektedir (Welch *et al.* 1974; Cheryan 1980).

Fitik asidin mineral maddelerin ve proteinlerin kullanılmasına olan olumsuz etkileri; bunların diyetteki miktarlarına, besin hazırlanma ve pişirilme yöntemleri ile ortamın pH'sına göre değişmektedir (Kurucu 1987).

Kathryn *et al.* (1987), diyetle %35 düzeyinde buğday kepeğinin bulunmasının dahi demir ve krom emilimini etkilemeyeceğini; Platt and Clydesdale (1987), fitik asidin mide ve sindirim sisteminin pH'sında çözünürlüğünün arttığı ve bunun da demir emilimini kontrol ettiğini açıklamışlardır.

Selüloz ve hemiselüloz içeriklerinin yüksek sindirilebilir karbonhidrat içeriklerinin ve kalori değerlerinin düşük olması özelliklerini ekmeğe kazandıran kepeğin, hamur bileşimindeki artışına koşut olarak, kepek ekmeğın ve ekmek hamurnun bazı teknolojik ve kalitatif özellikleri gerilmektedir (Pomeranz *et al.* 1976; Satin *et al.* 1978).

Kepekli hamurların bazı niteliklerinin Farinograf and Miksograf cihazları ile belirlendiğı araştırmalarda, hamur bileşimine kepek katılmasıyla; su absorpsiyonun arttığı, yoğurma (gelişme) süresinin uzadığı ve stalitenin azaldığı bildirilmektedir (Pomeranz *et al.* 1976; Pomeranz 1977; Pomeranz *et al.* 1977; Satin *et al.* 1978; Rasco and Dong 1992).

Dubois (1978), kepek ilave edilen hamurların farinogramlarında ikinci bir gelişme pik'i oluştuğunu belirlemiş, yoğurma süresinin ikinci pike göre ayarlanması gerektiğini, bu şekilde yoğurulan hamurların ekmeklerinin niteliklerinin daha iyi olduğunu bildirmiştir. Lai (1986) ve Siewert *et al.* (1990) bildirdiklerine göre kepek ilave edilen hamurların uzayabilirliği ve elastikiyeti azalmaktadır.

Alfa amilaz aktivitesince zengin bir madde olan buğday kepeği, hamurun amilolitik aktivitesini arttırmaktadır (Tipples 1969; Krugger 1972; Meredith Jenkins 1973; Finney *et al.*, 1985).

Ekmek yapımında kullanılması ve kullanılan kepek düzeyinin hamur bileşimdeki artışına koşul olarak ekmek hacmi önemli düzeylerde azalmaktadır. Kepek, ekmeğin gözenek yapısının bozulmasına yol açmaktadır. Kepekli ekmeklerin kabuk yapıları genellikle kusurlu olmaktadır. Düşük randımanlı beyaz undan yapılan ekmeklere göre daha sert yapıya sahip kepekli ekmekler bıçakla kesilirken kolayca kırıntılanabilmektedir. Bu etkenlerin bir sonucu olarak bilinçli ve/ya da özel tüketici gruplarının dışında kalan kitleler tarafından kepekli ekmeklerin tüketimi düşük düzeylerde kalmaktadır (Pomeranz *et al.* 1976; Sievert *et al.* 1990; Rasco and Dong 1992).

Buğday kepeğinin kullanılması, ekmek kabuğu ve içinin koyulaşmasına neden olmaktadır (Shorgen *et al.* 1981; Moder *et al.* 1984). Ekmek yapımında beyaz buğdayların kepeklerinin kullanılması, ekmek rengini kırmızı buğdayların kepeklerinin kullanılması, ekmek rengini kırmızı buğdayların kepeklerine göre daha az renklendirmekte (Lang and Walker 1990), parlak kabuk ve açık ürün rengi nedeniyle bu tip ekmekler tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmektedirler (Feltner 1988).

Kepeğin bileşimde yer alan yüksek su tutma kapasitesine sahip maddeler nedeniyle, kepekli ekmeklerin nem içerikleri beyaz ekmeklere göre daha yüksek olmakta ve bu tip ekmekler kısa sürede küflenerek tüketilmez hale gelmektedirler. Buğday kepeği, ekmeğin tadını değiştirmekle birlikte, doğal bir bileşen olması nedeniyle tüketiciler tarafından yadırganmamaktadır. Ancak uzun süre ya da uygun olmayan koşullarda depolanan kepekler ile yapılan ekmeklerde istenmeyen ransid tatlar ortaya çıkmaktadır (Galliard and Gallagher 1988).

İnsanların temel besin maddelerinin başında yer alan ekmeğin, doğal, ucuz ve kolay temin edilebilen bir değirmencilik yan ürünüolan kepek ile zenginleştirilmesi ve bu tip

ekmeklerin çeşitli tüketici gruplarınca sevilerek tüketilebilmesi ise ancak beğenilir niteliklere sahip kepekli ekmeklerin üretimi ile mümkün olabilir.

Çavdar ekmeği yapımında ekşi hamur kullanımı, aynı zamanda arzulanan dokuya ulaşmak için vazgeçilmezdir. Çavdar yetiştiren Kuzey, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde çavdar ekşi hamurları ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Ekşi hamurların birçoğu hala bir gün önceki olgun ekşi hamurdan bir parça eklenmek suretiyle yapılmaktadır. Ayrıca, günümüzde spesifik özelliklere sahip ekşi hamur mayaları ile laktik asit bakterilerinin tanımlanmış suşlarını içeren standardize edilmiş ticari ekşi hamurlara ulaşmak mümkündür. Bu gibi starter kültürler; rekabetçilik, ekşi hamurun viskozitesini değiştiren ekzopolisakkaritler üretimi ve aroma oluşumuna katkı gibi belirgin özellikleri göz önünde bulundurularak seçilmektedir (Hansen and Schieber 2005).

Ekşi hamurdan üretilen çavdar ekmeği üretiminde rol oynayan bakteri ve maya türleri Çizelge 2.6'da verilmiştir. Fermantasyon 25°C'de 18-24 saatte tamamlanmıştır. Fermantasyonda 32-35 °C gibi yüksek sıcaklıklar kullanıldığında koliformlar ve bütirik asit bakterileri gibi gaz üreten ve ortamda bulunması arzu edilmeyen mikroorganizmalar gelişebilmektedir (Sugihara 1985).

Çizelge 2.6. Çavdar ekşi hamurunda bulunan bakteri ve maya türleri

Bakteriler	Mayalar
<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L.brevis</i> , <i>L.casei</i> , <i>L.fermenti</i> , <i>L.pastoriamus</i> , <i>L.buchneri</i> , <i>L.delbrueckii</i> , <i>L.leicmannii</i> , <i>L.acidophilus</i> , <i>L.farciminis</i> , <i>L.alimentarius</i> , <i>L.fructivorans</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Candida krusei</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Pichia satoi</i> , <i>Torulopsis holmii</i>

Kan dolaşımı bozukluğu ve yüksek tansiyon rahatsızlıklarına etkilidir. Vücuda enerji verir. Suda eriyen lifler içerdiği için kolesterol düşürücü ve kalp hastalıklarını önleyici etkisi oldukça yüksektir. Kolesterolün geri emilimini azaltarak bağırsaklara salınan safraya bağlanırlar ve kalın bağırsak kanseri oluşumunu engeller. Çavdar ekmeğinin tansiyonu ve triggliseridi düşürdüğü, şekerlerin kullanımını artırdığı ve kalp riskini azalttığı ispat edilmiştir. Unu ekme yapmağa elverişli, fakat besleyici özelliği az olan bir undur. Tanenin kepek kısmı ayrılmadığından B vitaminleri ve mineraller yönünden zengindir. Ancak kepeğin çok olması, ekmeğin kabarma yeteneğini azalttığından, iç kısmı pişmemiş görünümündedir ve nem oranı fazla olduğundan çabuk küflenebilir. Ayrıca kepek miktarının yüksek olması insan sağlığı için önemli kalsiyum, demir ve çinkonun kullanım oranını azaltır. Çavdarın unu çok daha koyu renktedir. Fakat besin değeri yönüyle buğdaydan fazla farklı sayılmaz. Bu bakımdan katkısız ekme yapıldığı zaman çavdar veya buğday ekmeği birbirine yakın besin değerinde olurlar; ancak katkılı ekmeelerde durum çok değişir (Katina *et al.* 2006).

Buğday ve arpanın kültürü yapılmakta iken yulafın yalnızca yabancı ot olarak yetiştiği tahmin edilmektedir. M.Ö. IV. ve M.S. II. yüzyıllar arasında yaşamış olan Romalı ve Yunanlı bilgin, tarihçi ve hekimlerin eserlerinde yulaf adı geçmekte ve medikal amaçlarla da kullanıldığı bilinmektedir. İnsanlar tarafından tüketildiğine dair ilk belge Eski Göl Evleri'nde yapılan kazılarda bulunan yulaf taneleridir. Avrupalılar *A. sativa* L.'yi ekme yapımında, Asyalılar ise yulaf ile 1602 yılında tanışmışlar, ancak insan beslenmesindeki önemini, yulaf ezmesinin kralı olarak bilinen Ferdinand Schumacher sayesinde öğrenmişlerdir. Dünya'da en çok üretilen yulaf türleri *A. sativa* ve *A. byzantina*'dır. Toplam yulaf üreti alanının %75 'i *A. sativa*, geri kalan alanın büyük bir kısmı *A. byzantina*, çok küçük bir kısmı ise *A. strigosa* ve diğer türler için kullanılmaktadır (Değrimencioğlu 1996).

Yulaf danesinin morfolojisi, kavuz kısmı uzaklaştırıldığında diğer hububatlarla benzerlik göstermektedir. Endospermin tamamı ve ruşeym, epidermis, tohum kabuğu ve perikap içeren bir yapıya sahiptir. Kültür yulafları "trichomes" adı verilen çok sayıda tüyle kaplıdır. Yulaf ekmeçlik bir hububat olmadığından değişik oranlardaki yulaf unu,

ezmesi, kırması ve kepeği, buğday unu ile paçal yapılarak ekmek üretilebilmektedir (Fulcher 1986).

Yulafın kül miktarı çeşide, kavuz ve kepek oranlarına göre değişiklik göstermektedir. Yulaf diğer hububatlar arasında en fazla protein miktarına sahip danedir. Yulaf içi protein miktarı ise %13.8-22.5 (% KM) arasında değişmektedir (Değrimencioğlu 1996).

Protein miktarı, bin dane miktarı ile ilişkilidir. Hafif yulaflar yani kavuz oranı fazla olanların protein miktarıda düşüktür (Değrimencioğlu 1996). Yine protein miktarı, kepek kalınlığı ile doğru orantılıdır. Kepek kalınlığı (0,058-0,101 mm) arttıkça protein miktarı da artmakta fakat un verimi azalmaktadır. Bu nedenle yulaf unu üretiminde çok fazla protein içerikli yulaf türlerini kullanmak önemli değildir (Youngs 1972).

Yulaf ürünleri, su kaldırma kapasitesini artırmakta fakat hamurun reolojik özelliklerini, ekmeğin iç yapısını ve ekmek hacmini olumsuz yönde etkilemektedir (D'Applonia and Youngs 1978; Hosney *et al.* 1981). Fakat besinsel değeri düşünüldüğünde yulaf öğütme ürünleri yalnız veya buğday / çavdar unları ile birlikte kullanılmaktadır. Buğday-çavdar veya çavdar-buğday karışımı ekmekler yulaf kepeği ile veya yulaf unuyla yapılırsa dolgu maddeli buğday kırma ekmeği ve çavdar kırma ekmekleri; %20 yulaf tam dane ekmeği yapılabilir. Yulaf tanesi, yulaf ezmesi ve yulaf kırması tam dane ürünleridir. Yulaf kavuzu ve yulaf kepeği ise konsantre dolgu maddeleridir. Eğer yulaf tanesi, yulaf kırması ve yulaf ezmesi kombinasyon halinde kullanırsa %100 yulaf ürünlerinden elde edilen yulaf ekmeği yapmak mümkündür. Bu ekmek ortalama %3 suda çözünen ve %2.5 suda çözünmeyen lif olmak üzere %5.5 toplam dolgu maddesi içermektedir. Ekmek yapım tekniği açısından önemli olan %10 yulaf kepeği katıldığında dolgu maddesince zengin ekmek elde edilmektedir. Kullanılan yulaf kepeği; ya kuru maddede en az %80 dolgu maddesi ki bunun en az %1-2'si çözünen dolgu maddesi içeren kavuzlu yulaf kepeği yada en az %18 toplam dolgu maddesi ki bunun en az %7-8'i çözünen dolgu maddesi içeren yulaf kepeği olmaktadır (Seibel and Brümmer 1991).

İnsanlarda beslenmeye dayalı rahatsızlıkların başında kalp-damar hastalıkları ve sindirim sistemi hastalıkları gelmektedir. Günümüzde diyet lif içeriği düşük olan gıdaların bazı rahatsızlıklara yol açtığı bilindiğinden, diyet lifinin metabolik önemi ve sağlık açısından yararı üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmıştır. Diyet lifi, insan bağırsağında sindirilemeyen, polisakkaritler ve ligninler gibi kompleks bitki hücre duvarlarından oluşan kısımdır. Diyet lifinin insan vücudundaki etkileri suda çözünür olup olmamasına, kaynağına ve bileşimine bağlıdır. Genelde pektin ve suda çözünen lifler mide boşalmasını geciktirirler. Bu nedenle bunlar gıdaların midede daha uzun süre kalmasını sağlamaktadır. Suda çözünen liflerin jel oluşturma etkileri bağırsağa geçiş süresini uzatırlar. Bazı bitkisel liflerin (pektin, guar, bengal gran vs.) serum kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü, fazla bitkisel lif alımının kalp hastalığı olasılığını azalttığı, tahıl liflerinin de kronik rahatsızlıklarına yakalanma olasılığını düşürdüğü belirtilmektedir. Gene suda çözünen liflerin bazılarının hipokolesteromik etkileri saptanmıştır durumdadır. Diyet lifi; insan bağırsağında sindirilemeyen, polisakkaritler ve lignin gibi kompleks bitki hücre duvarlarından oluşan kısımdır. Diyet lifinin insan vücudundaki etkileri suda çözünür olup olmamasına, kaynağına ve bileşimine bağlıdır. Genelde pektin ve suda çözünen lifler mide boşalmasını geciktirirler. Bu nedenle bunlar gıdaların midede daha uzun süre kalmasını sağlamaktadır. Suda çözünen liflerin jel oluşturma etkileri bağırsak geçiş süresini uzatırlar. Bazı bitkisel liflerin (pektin, guar, bengal gran vs.) serum kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü belirtilmektedir. Suda çözünen liflerin bazılarının hipokolesteromik etkileri saptanmış durumdadır (Değrimencioğlu 1996).

Yulaf kepeğinin sağlıklı ve diabetik kişilerde glukoz ve insülin metabolizmasını düzeltici etkileri görülmüştür. Sekiz hiperkolesterolemik kişide yapılan oral glukoz tolerans testinde yulaf kepeğinin önemli iyileştirme sağladığı tespit edilmiştir. Bu kişilerden birisi günde 20 ünite insülin alan bir diabetli olmasına rağmen insülin ihtiyacı yulaf kepeği diyeti ile 10 günde sıfıra düşürülebilmıştır (Gould *et al.* 1980, Değrimencioğlu 1996).

Bunların yanında yulaf kepeğinin dışkı miktarını ve ateş yükselme sıklığını olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Tam unların vitamin ve mineral madde bakımından zengin olduğu, lifli kısımda bulunan kavuz ve kepeğin insan sağlığı açısından özellikle sindirim ve boşaltım sistemleri üzerinde son derece etkili olduğu bilinmektedir. Bu çalışmanın asıl amacı; kepekli ekmeklerin sağlık açısından faydalı olan bu özelliğini, daha kaliteli ve aromatik ekmek olan ekşi hamur tekniği ile birleştirerek, hem sağlıklı hem de daha kaliteli ekmeği insanların hizmetine sunabilmektir (Değrimencioğlu 1996).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Un

Araştırmada; piyasadan temin edilen tip 550 emeklik un kullanılmıştır. Kullanılan unun özellikleri belirlenmiş ve bütün deneme gruplarında aynı marka ve özellikte un kullanılmıştır. Buğday, çavdar ve yulaf Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir. Ayrıca bunlar Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında, laboatuvar tipi öğütme değirmeninde öğütülmüştür.

Çizelge 3.1. Una ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Un Özellikleri	
Nem (%)	11,6
Ham Protein (KM'de %)	12,1
Yaş Öz (%)	28,6
Kuru Öz (%)	9,6
Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	33
Düşme Sayısı (FN), sn	541
Sıvılaşma Sayısı (LN)	12,1
Kül (KM'de %)	0,54
Gluten İndeksi	72
pH	5,98
Un Renk Değerleri	
L (Açık-Koyu)	93,42
- a (Yeşil)	0,72
+ b (Sarı)	9,46
Farinogram Özellikleri	
Su Kaldırma (%)	61
Gelişme Süresi (dk)	2,5
Hamur Stabilitesi (dk)	13,5
Yoğurmaya Karşı Tolerans (BU)	50
Ekstensogram Özellikleri	
Uzama Kabiliyeti (mm)	168
Hamur Mukavemeti (BU)	175
Oran Sayısı (BU/mm)	1,05
Maksimum Direnç (BU)	220
Hamur Enerjisi (cm ²)	58,75

3.1.2. Maya

Araştırmada taze olarak temin edilen ‘‘Pakmaya’’ firmasınca üretilen, pres yaş maya standardına uygun olduğu belirtilen pres maya; kullanıldığı süre içerisinde buzdolabı şartlarında muhafaza edilmiş ve tekerrrlerin her bir serisinde fermantasyon gücüne sahip maya kullanılmıştır.

3.1.3. Tuz

Rafine tuz kullanılmıştır.

3.1.4. Su

Atatürk Üniversitesi Kampüsü içme suyu kullanılmıştır.

3.1.5. Ekşi Hamur

Ana ekşi hamurlar bu ekmeğin orjini olarak bilinen Trabzon ilinin Vakfikebir ilçesinde üretilen orijinal ekmeğin asıl hamur hazırlama safhasından hemen sonra alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Planı

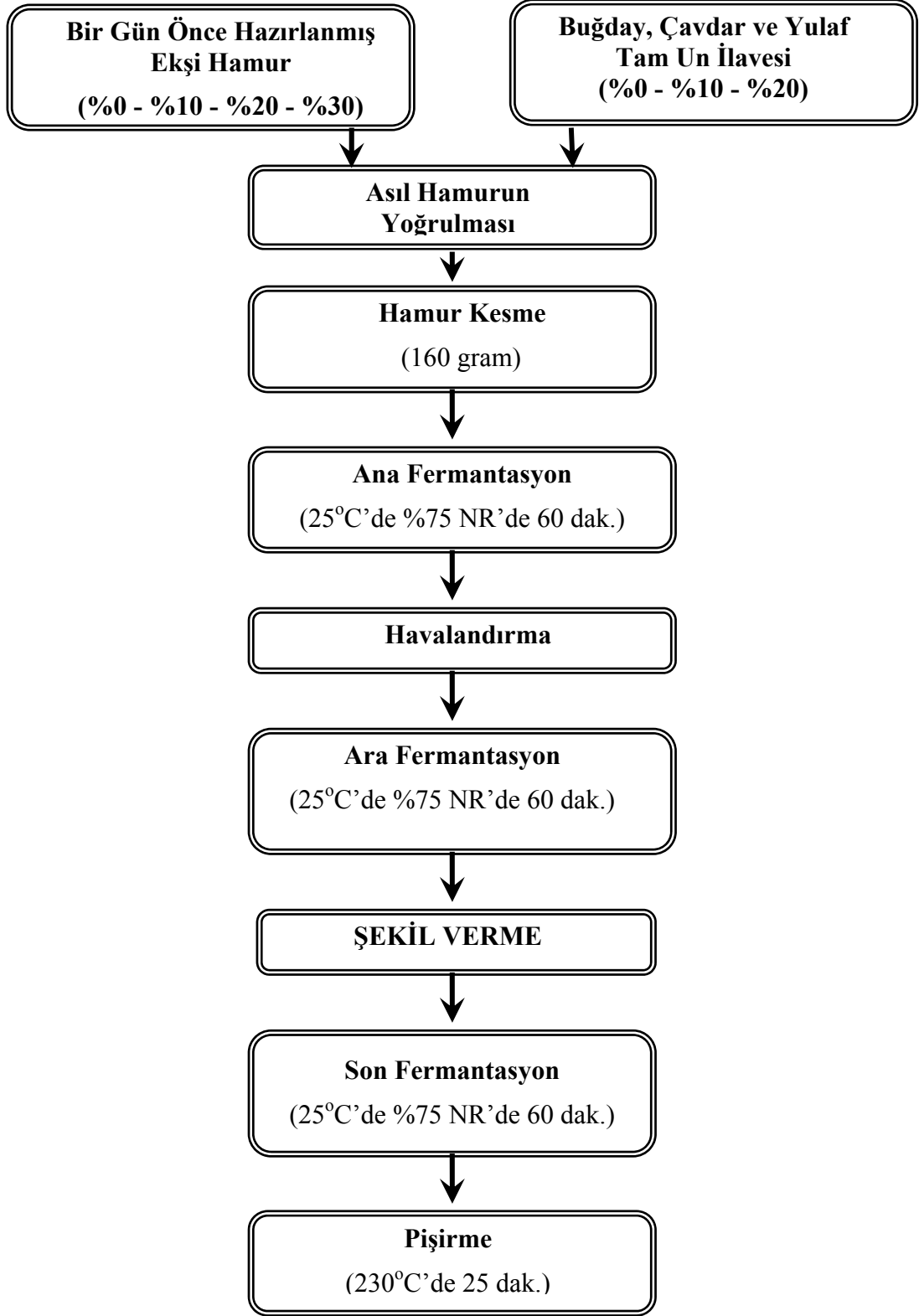
Araştırmada tip 550 ekmeklik una %0, 10, 20, 30 oranlarında tam buğday, yulaf ve çavdar unu ve %0, 10 ve 20 olmak üzere 3 farklı ekşi hamur katkı seviyesi faktör olarak seçilmiştir. Ekmekler Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü tahıl laboratuvarında yapılmıştır. Una belirlenen seviyelerde katılan ekşi hamurlar ve tam unlardan hamur yoğurularak 160 g kesildikten sonra işlenmiş, fermantasyona bırakıldıktan sonra 230°C’de 25 dakika pişirilmiştir.

3.2.2. Ekmek Pişirme Yöntemi

Ekmek yapma denemeleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Teknolojisi Laboratuvarında saptanan metoda göre yapılmıştır. 100 g una; farinografta belirlenen absorbe edeceği kadar su, %1.5 tuz, %0,5 yaş maya ve %0, 10, 20 oranlarında ekşi hamur ilave edilerek, 2 dakika yoğrulmuş, Şekil 3.1’deki akış şeması izlenerek ekmek pişirilmiştir.

3.2.3. Unda Yapılan Analizler

Unda pH, renk, farinograf ve eksensograf özellikleri belirlenmiştir (Elgün vd 2003)



Şekil 3.2. Ekmek pişirme prosesi.

3.2.4. Ekmekte Yapılan Analizler

Ekmeklerin ağırlık ve hacimleri, fırın çıkışından hemen sonra tespit edilmiştir. Ekmek hacmi kolza tohumuyla yer değiştirme esasına göre belirlenmiş, spesifik hacim ise ölçülen hacim değerleri ağırlığa bölünmek suretiyle bulunmuştur. Pişirildikten sonra 1 saat soğutulmuş olan ekmekler çift katlı polietilen torbalar içine yerleştirilip, ağızları sıkıca bağlandıktan sonra ekmek içi yumuşaklığı ölçümü ve diğer analizler için oda sıcaklığında tutulmuştur (Elgün vd 2003).

3.2.4.a. pH Tayini

Ekmek içi ve kabuğundan alınan 1., 3. ve 5. gün örneklerden 5'er g ekmek içi 50 ml saf su ile Ultra-Turrax (IKA WERK TP 18–10, 2000 RPM) kullanılmak suretiyle 1 dakika homojenize edilmiştir. pH'sı 4.00 ve 7.00 olan tampon çözeltilerle standardize edilen INOLAB pH 720 marka pH-metre kullanılarak pH değerleri belirlenmiştir (Elgün vd 2003).

3.2.4.b. Ekmek İçi Yumuşaklığın Değerinin Belirlenmesi

1., 3. ve 5.günden sonra ekmek içi yumuşaklığı programlanabilir mikroprosesör kontrollü PNR 10 Penetrometre ile yapılmıştır. Ekmekler özel dilimleme kabında 2,7 cm kalınlığında dilimlenmiştir. Her bir ekmek için merkezden olmak üzere ikişer dilim alınmış ve bu iki dilim üzerinde toplamda 6 adet ölçüm yapılmıştır. Değerler penetrometre başlığının 5 saniye süreyle dilime batma miktarının mm olarak okunmasıyla elde edilmiştir. Okunan bu değerler penetrasyon birimi (PB) olarak verilmiştir (1 PU=0,1 mm) (Elgün vd 2003).

3.2.4.c. Ekmek İçi ve Ekmek Kabuğunun Renk İntensitesinin Belirlenmesi

Ekmeklerin iç rengi Minolta Colorimetre cihazına açık uç takılarak ekmek dilimlendikten sonra dilim üzerine dört paralelli olarak ölçüm yapılmıştır. Renk yoğunluğunun ölçülmesi ve sonuçların değerlendirilmesi, uluslar arası aydınlatma komisyonunun belirttiği formüle göre yapılmıştır. Bu formül üç boyutlu renk ölçümü esas alınarak yapılmakta olup Y eksenindeki L; 0'dan 100'e siyahtan beyaza doğru değişmektedir; X eksenindeki +a; kırmızı, -a: yeşil; Z eksenindeki +b; sarı, -b; mavi renk konsantrasyonunu gösterir. Ayrıca Minolta Colorimetre cihazıyla ekmek kabuğu renkleri ilk güne göre dörder paralelli ölçülmüştür (Elgün vd 2003).

3.2.4.d. Ekmek İçinin Doku Özelliklerinin Belirlenmesi

Ekmek içinin doku analizleri için Carr ve Tadini (2003)'nin tarif ettiği yöntem modifiye edilmiştir. SMS doku analiz cihazı (model TA-XT.plus, Stable Micro System, England) 36 mm'lik probu (P/36) ile birlikte kullanılmak suretiyle analiz yürütülmüştür. Her bir ekmek için tam merkezi kapsayacak şekilde 8 cm kalınlığında dilimler kesilmiş ve aşağıda belirtilen koşullar altında ekmek içi merkezinin doku özellikleri iki paralelli olarak belirlenmiştir. Ölçülen parametreler sertlik, yapışkanlık, esneklik ve çiğnenmedir (Şekil 3.2.). Bu parametrelerin seçilme nedenleri Çizelge 3.2'de de görüldüğü üzere duyusal özelliklerle sıkı ilişkide olmalarıdır. Bu değerlere ilaveten gumminess (sakızımsılık) değeri (Karim *et al.* 2000) de hesaplanmıştır.

TPA (Doku Profil Analizi) metodu şu koşullar altında yürütülmüştür: ön test hızı: 2.0 mm/s, test hızı: 5.0 mm/s, test sonrası hız: 5.0 mm/s, mesafe: 20 mm, tetikleme tipi: otomatik – 20 g, zaman: 5 s. Bu şartlar altında çizdirilen eğriden belirtilen parametreler şu şekilde hesaplanmıştır:

Ekmek içinin göznek yapısının değerlendirilmesi Elgün vd (2003)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Mekaniksel Doku Parametrelerinin Fiziksel ve Duyusal Tanımlamaları

Parametre	Fiziksel tanım	Duyusal tanım
Sertlik (Firmness) ilk sıkıştırma çevrimi esnasında pik gücü (birinci eğrinin yüksekliği), (N).	Deformasyon için gerekli olan güç	Ön dişler arasındaki maddeyi sıkıştırmak için gerekli olan güç
Esneklik (Springiness) Birinci sıkıştırmanın sonu ile ikinci sıkıştırmanın başı arasındaki yükseklik farkı olup ne kadarlık bir geri gelmenin olduğunu göstermektedir, (mm).	Deforme eden gücün ortadan kalkmasıyla birlikte materyalin deforme olmamış haline dönme oranı	Azı dişleriyle kısmi olarak sıkıştırılan maddenin orijinal yüksekliğine dönme oranı ve hızı
Yapışkanlık (Cohesiveness) Her iki çevrim için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif güç alanının birinci sıkıştırma alanına oranıdır (A2/A1)	İç bağların dayanma gücü	Madde ısırılırken, kopmadan önceki deformasyon miktarı
Çiğnenme (Chewiness) Sertlik × yapışkanlık × esneklik'ten elde edilen iştir, (J).	Katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji	Maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğnenme sayısı ve bir saniyedeki çiğnenme sayısı ve gücü

*Kaynak: Carr and Tadini 2003.

3.2.5. İstatistik Analiz

Deneme 3x4x3 faktöryel düzenleme ile tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemeden alınan ham değerler SPSS programında (SPSS 1999) varyans analizine tabi tutularak, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testiyle karşılaştırılmıştır (Yıldız ve Bircan 2003).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Ekmek İçi ve Ekmek Kabuğunun, Hacmi, Spesifik Hacim ve Gözenek Değerleri

Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ağırlığı, hacmi, spesifik hacmin, gözeneklerde meydana gelen değişimlerine ait analiz sonuçlarının I. ve II. tekerrürün ortalamaları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Buğday, çavdar ve yulaftan elde edilen tam unlarının, farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ağırlık, hacmi ve spesifik hacme ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de, ekmek içi neme ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de, ekmek içi gözenek özelliklerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.2’ye göre ekmek ağırlığı üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek hacmi üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ekşi hamur seviyesi (E) ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Spesifik hacim üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.3’e göre ekmek içi 1. gün nem miktarı üzerine; tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E) istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ÇxS interaksyonu ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Ekmek içi 3. gün nem miktarı üzerine; tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E) istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), un çeşidi (Ç) ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Ekmek içi 5. gün nem miktarı üzerine; tam un seviyesi (S) istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.1. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ağırlık, hacim, spesifik hacim, gözenek ve ekmek iç nem miktarlarında meydana gelen değişimlere ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Un Çeşidi	Un Oranı (%)	Ekşi Hamur Oranı (%)	Ağırlık (g)	Hacim (ml)	Spesifik Hacim (ml/g)	Gözenek	Ekmek içi Nem (%)		
							1. Gün	3. Gün	5. Gün
Buğday Unu	0	0	131,30	420	3,19	7,5	42,50	40,00	37,75
		10	132,50	430	3,25	7,5	42,10	40,05	37,10
		20	133,65	429	3,21	7,0	41,95	39,05	37,25
	10	0	135,05	411	3,04	6,5	42,45	39,40	38,25
		10	134,55	429	3,19	6,5	43,10	42,10	39,85
		20	133,90	433	3,20	6,5	42,95	41,40	39,50
	20	0	132,40	433	3,29	6,0	43,05	40,45	39,25
		10	133,65	415	3,11	5,5	42,20	40,05	38,30
		20	134,95	405	3,00	6,0	42,35	40,75	39,20
	30	0	135,80	392	2,89	5,5	43,60	42,95	40,50
		10	135,20	400	2,96	6,0	43,45	42,10	39,70
		20	136,35	405	2,97	6,5	43,45	42,35	40,15
Çavdar Unu	0	0	131,30	420	3,19	7,5	42,50	40,00	37,75
		10	132,50	430	3,25	7,5	42,10	40,05	37,10
		20	133,65	429	3,21	7,0	41,95	39,05	37,25
	10	0	133,35	429	3,21	6,5	42,45	42,45	39,65
		10	134,65	407	3,02	7,0	42,15	41,70	39,85
		20	134,70	412	3,06	7,0	42,15	41,90	39,80
	20	0	134,16	397	2,95	6,0	43,00	41,85	39,80
		10	134,70	409	3,03	6,0	42,70	41,90	39,45
		20	134,80	411	3,05	6,5	42,50	41,30	38,90
	30	0	135,05	350	2,59	5,0	43,85	42,75	40,75
		10	135,10	373	2,76	4,5	43,60	42,45	40,00
		20	136,10	375	2,76	5,0	43,25	42,30	40,50
Yulaf Unu	0	0	131,30	420	3,19	7,5	42,50	40,00	37,75
		10	132,50	430	3,25	7,5	42,10	40,05	37,10
		20	133,65	429	3,21	7,0	41,95	39,05	37,25
	10	0	134,80	346	2,57	5,5	41,80	41,25	39,10
		10	133,35	376	2,82	5,0	41,70	41,70	38,65
		20	132,90	372	2,80	5,5	42,00	41,50	38,90
	20	0	130,80	317	2,42	4,5	43,30	41,65	39,75
		10	132,55	341	2,57	5,0	43,15	41,45	38,55
		20	131,10	335	2,56	5,0	42,90	40,75	37,80
	30	0	130,10	282	2,08	3,5	45,70	41,80	41,10
		10	132,50	285	2,15	3,0	42,70	42,25	40,20
		20	133,35	288	2,16	3,5	43,85	42,40	41,20

Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde tam un ilave edilerek pişirilen ekşi hamur katkılı ekmeklerin ağırlığı, hacmi ve spesifik hacmin miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Ağırlık		Hacim		Spesifik Hacim	
		KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (Ç)	2	24,02	17,8 **	28317	118,1 **	1,39	96,7 **
Un Seviyesi (S)	3	13,77	10,2 **	18391	76,0 **	1,21	83,8 **
Ekşi Hamur (E)	2	7,92	5,9 **	637	2,6 *	0,02	1,7
ÇXS	6	6,12	4,5 **	3926	16,4 **	0,19	13,5 **
ÇXE	4	0,37	0,3	106	0,4	0,01	0,8
SXE	6	2,52	1,9	45	0,2	0,01	0,4
ÇXSXE	12	1,35	1,0	255	1,1	0,02	1,2
Hata	36	1,34		239		0,01	

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.3. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin, ekmek içi nem miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Ekmek İçi Nem					
		1. Gün		3. Gün		5. Gün	
		KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (Ç)	2	0,09	0,31	2,08	4,69 *	0,78	0,97
Un Seviyesi (S)	3	8,73	29,48 **	22,26	50,27 **	29,18	36,12 **
Ekşi Hamur (E)	2	1,71	5,78 **	0,71	1,61	1,33	1,65
ÇXS	6	0,85	2,88 *	0,77	1,74	0,64	0,79
ÇXE	4	0,33	1,11	0,38	0,85	0,33	0,41
SXE	6	0,46	1,56	0,84	1,89	0,83	1,03
ÇXSXE	12	0,41	1,39	0,64	1,45	0,31	0,39
Hata	36	0,29		0,44		0,81	

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.4'e göre ekmek içi gözenek değerleri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede (p<0,01) önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.4. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi gözenek değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Gözenek	
		KO	F
Un Çeşidi (Ç)	2	10,60	38,15 **
Un Seviyesi (S)	3	21,65	77,93 **
Ekşi Hamur (E)	2	0,10	0,35
ÇXS	6	2,45	8,08 **
ÇXE	4	0,01	0,05
SXE	6	0,36	1,28
ÇXSXE	12	0,12	1,22
Hata	36	0,28	

(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Un çeşidi değişkenine ait ekmek içi gözenek değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.5, Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi; en düşük ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerini farklı oranlarda ilave edilen tam yulaf unu katkılı ekmekler vermiştir. Buğday ve çavdar tam unu katkılı ekmekler ise tam yulaf unu katkılı ekmeklerden daha ağır değerler verdiği gözlenmiştir. Hacim ve spesifik hacim değerlerinde en yüksek değerleri sırasıyla buğday ve çavdar unu katkılı ekmekler vermiştir.

Çizelge 4.5. Un çeşidi değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	134,10 ± 0,24 a	417,3 ± 3,16 a	3,11 ± 0,02 a
Çavdar Unu	24	134,17 ± 0,24 a	403,8 ± 3,16 b	3,01 ± 0,02 b
Yulaf Unu	24	132,40 ± 0,24 b	352,2 ± 3,16 c	2,65 ± 0,02 c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p < 0,05).

Çizelge 4.6. Un çeşidi değişkenine ait ekmek içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	42,76 ± 0,11 a	40,88 ± 0,14 b	38,90 ± 0,18 a
Çavdar Unu	24	42,68 ± 0,11 a	41,47 ± 0,14 a	39,23 ± 0,18 a
Yulaf Unu	24	42,80 ± 0,11 a	41,15 ± 0,14 ab	38,94 ± 0,18 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05)

Çizelge 4.6'da izlendiği gibi; 1. ve 5. gün ekmek içi nem miktarları üzerine un çeşidinin istatistiki olarak etkisi olmamıştır (Çizelge 4.3). Buğday unu katkılı ekmeklerdeki 3. gün nem değerleri diğer ekmek çeşitlerinden düşük çıkmıştır.

Çizelge 4.7. Un çeşidi değişkenine ait ekmek içi gözenek değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Gözenek	
		Ort.	± St. Hata
Buğday Unu	24	6,417	± 0,11 a
Çavdar Unu	24	6,292	± 0,11 a
Yulaf Unu	24	5,208	± 0,11 b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.7'ye göre; yulaf katkılı ekmeklerin ekmek içi gözenek değerleri en düşük, onu sırasıyla çavdar ve buğday katkılı ekmekler izlenmiştir.

Un seviyesi değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim ekmek içi nem değerleri ve gözenek ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Tam un seviyesi değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	132,48 ± 0,27 b	426,72 ± 3,65 a	3,21 ± 0,28 a
10	18	134,13 ± 0,27 a	402,00 ± 3,65 b	2,99 ± 0,28 b
20	18	133,23 ± 0,27 b	385,34 ± 3,65 c	2,88 ± 0,28 c
30	18	134,39 ± 0,27 a	350,55 ± 3,65 d	2,59 ± 0,28 d

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8'e göre; en düşük ekmek ağırlığını kontrol grubu ekmekleri verirken, en yüksek ekmek ağırlığını %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. Tam un seviyelerindeki artışa bağlı olarak ekmek hacmi ve spesifik hacimde birbirine paralel olarak azalış

olmuştur. En yüksek hacim ve spesifik hacim değerlerini kontrol grubu ekmekler verirken, en düşük değerleri ise %30 tam un katkılı ekmekler göstermiştir. Tam un seviyelerindeki artışa paralel olarak, un karışımındaki buğday ununun dolayısıyla glutenin oranı düşmekte, bu nedenle hacim ve spesifik hacimde de bir azalma olmaktadır. Ayrıca tam undaki selüloz materyali daha fazla suyu absorbe ettiği ve ekmeğin iskelet yapısını olumsuz yönde etkilediği için, gözenek yapısı da bozulmakta neticede düşük hacimli, biraz daha ağır ekmeğin elde edilmektedir.

Çizelge 4.9'da da görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. gün ekmeğin içi nem miktarları, tam un seviyesi artışına bağlı olarak artmıştır. Bunun nedeni seviyenin artmasına bağlı olarak unun selüloz içeriğinin artması ve daha fazla suyu absorbe etmesiyle açıklanabilir. Ayrıca depolama süresinin artmasına bağlı olarak nem miktarının da azaldığı görülmektedir. Bu durumda ekmeğin içi nem depolama süresince kabuğa, kabuktan atmosfere transferiyle açıklanabilir.

Çizelge 4.9. Tam un seviyesi değişkenine ait ekmeğin içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam Un Seviyesi (%)	n	Ekmeğin İçi Nem Miktarı (%)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	42,18 ± 0,13 c	39,70 ± 0,16 c	37,36 ± 0,21 c
10	18	42,30 ± 0,13 c	41,48 ± 0,16 b	39,28 ± 0,21 b
20	18	42,79 ± 0,13 b	41,12 ± 0,16 b	39,00 ± 0,21 b
30	18	43,71 ± 0,13 a	42,37 ± 0,16 a	40,45 ± 0,21 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.10. Tam un seviyesi değişkenine ait ekmek içi gözenek değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Gözenek	
		Ort.	± St. Hata
0	18	7,33	± 0,12 a
10	18	6,22	± 0,12 b
20	18	5,61	± 0,12 c
30	18	4,72	± 0,12 d

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.10'da da görüldüğü gibi; tam un seviyesinin artışına paralel olarak ekmek içi gözenek yapısı bu durumdan olumsuz yönde etkilenmiştir. En iyi ekmek içi gözenek yapısını kontrol ekmekleri verirken, en düşük gözenek yapısını %30 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. Bu durum selüloz ve lifin artışına bağlı olarak gluten yapısının bozulmasıyla ve gaz tutma kapasitesinin olumsuz yönde etkilenmesi sonucu ekmek hacminin azalması açıklanabilir.

Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.11, Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	132,95 ± 0,24 b	385,20 ± 3,16 a	2,88 ± 0,02 a
10	24	133,66 ± 0,24 a	394,31 ± 3,16 a	2,94 ± 0,02 a
20	24	134,09 ± 0,24 a	393,94 ± 3,16 a	2,93 ± 0,02 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi; ekşi hamur miktarındaki artışa bağlı olarak ağırlık, hacim ve spesifik hacimde de bir artış olmuş, ancak hacim ve spesifik hacimdeki bu artış istatistiki olarak önemli olmamıştır.

Çizelge 4.12. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	43,05 ± 0,11 a	41,21 ± 0,14 a	39,28 ± 0,18 a
10	24	42,58 ± 0,11 b	41,32 ± 0,14 a	38,82 ± 0,18 a
20	24	42,60 ± 0,11 b	40,98 ± 0,14 a	38,97 ± 0,18 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.12’de; %10 ve %20 ekşi hamur ilavesiyle sadece 1. gün ekmek içi nem miktarında azalma olmuş, 3. ve 5. gün ekmek içi nem miktarları ekşi hamurun ilavesiyle istatistiki olarak etkilenmediği görülmektedir.

Çizelge 4.13’de; ekşi hamur ilavesindeki artışın gözenek değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli olmadığı (Çizelge 4.4), gözenek yapısını olumlu veya olumsuz yönde etkilemediği görülmektedir.

Çizelge 4.13. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi gözenek değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Gözenek
		Ort. ± St. Hata
0	24	5,95 ± 0,11 a
10	24	5,91 ± 0,11 a
20	24	6,04 ± 0,11 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.2’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek ağırlığı üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan, tam un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.1’de, ekmek hacmi üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan, un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.2’de, ekmeğin spesifik hacmi üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan, un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; 1. gün ekmek içi nem üzerine önemli ($p<0,05$) etkisi saptanan, un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi gözenek yapısı üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan, un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.5’de verilmiştir.

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi; tam buğday unu seviyesi arttıkça ekmek ağırlığı artmış, çavdar ununun %0, %20 ve %30 seviyelerindeki ekmek ağırlığı buğdayinkiyile aynı değerleri vermiş, %10 yulaf katkılı ekmek ağırlığı kontrole kıyasla az bir yükseliş göstermiş, ancak, %20 ve %30 yulaf unu seviyesinde kısmen azalma kontrolün altında kalmıştır.

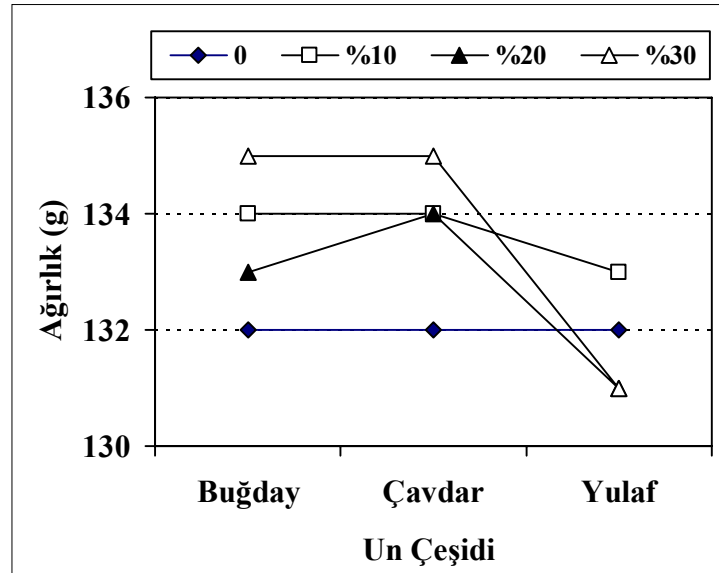
Şekil 4.2’de görüldüğü gibi; ekmek hacmi en yüksek tam buğday unundan yapılan ekmeklerde izlenmiş, seviyeninin artmasına bağlı olarak meydana gelen hacimdeki azalma tam çavdar unundan özellikle tam yulaf katkılı unlardan yapılanlarda daha fazla olmuştur. Yulaf unu katkılı ekmeklerin %30 seviyesi oldukça düşük hacim değeri göstermiştir.

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi; ekmeğin spesifik hacmi en yüksek kontrol ekmeklerinde dan yapılan ekmeklerde izlenmiş, seviyeninin artmasına bağlı olarak hacimde meydana gelen azalmaya bağlı olarak, tam çavdar unundan özellikle tam yulaf katkılı unlardan yapılan ekmeklerde spesifik hacimdeki düşme daha fazla olmuştur. Yulaf unu katkılı

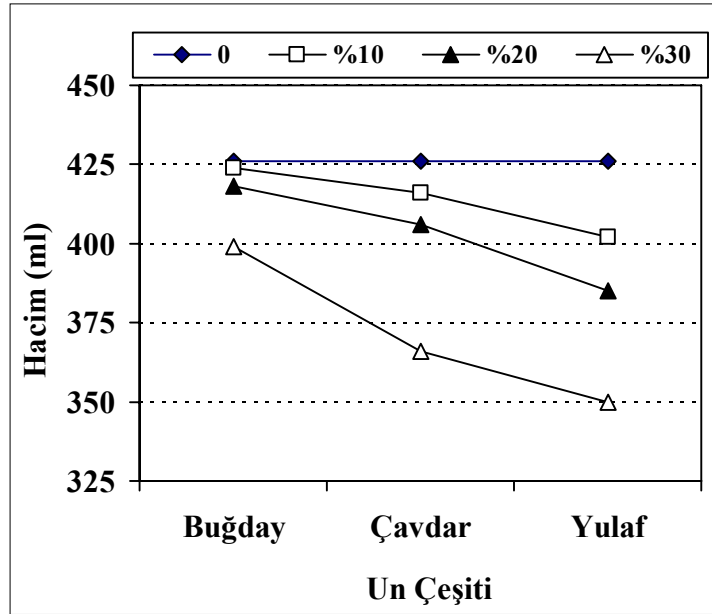
ekmeklerin %30 seviyesi oldukça düşük hacim değeri göstermiştir. Buğday unu katkı seviyesindeki artışa bağlı olarak havimdeki meydana gelen azalma daha az olmuş, çavdar unu katkılılarda biraz daha fazla, en bariz düşüşü yulaf katkılı unlardan yapılan ekmek hacimleri göstermiştir.

Şekil 4.4’de görüldüğü gibi; 1. gün ekmek içi nem değeri tam buğday unundaki değerin armasına bağlı olarak armış, tam çavdar ununun %10 katkısı kontrole yakın değer vermiş, çavdar %20 ve %30 seviyelerdeki bütün tahıl unlarından yapılan ekmek içlerinin 1. günündeki nem miktarında maksimum nem oranı olmuştur. Ancak %10 yulaf unu katkılı ekmeklerin nem oranında kontrolün altında bir değer çıkmıştır.

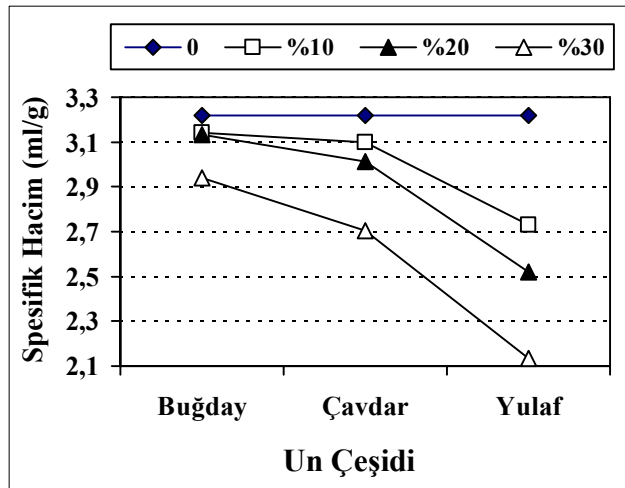
Şekil 4.5’de görüldüğü gibi; her üç un çeşitinden yapılan ekmeklerin gözenek yapıları seviyenin artışına bağlı olarak bozulmuş, gözenek yapısındaki en hızlı değer kaybını %30 yulaf katkısı göstermiştir.



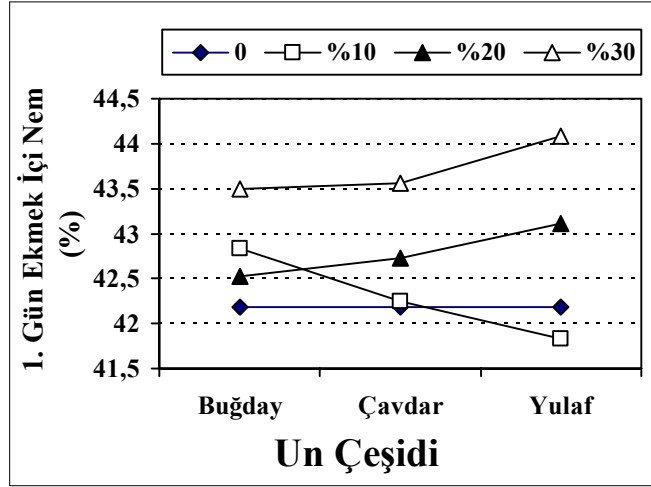
Şekil 4.1. Ekmek ağırlığı üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



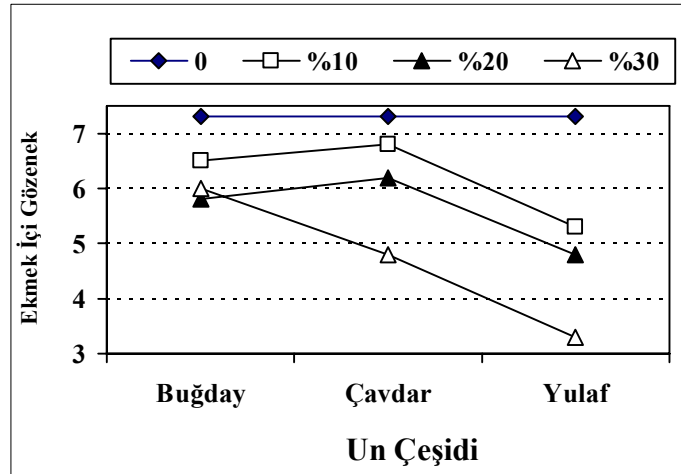
Şekil 4.2. Ekmek hacmi üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



Şekil 4.3. Ekmeğin spesifik hacmi üzerine etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



Şekil 4.4. 1. gün ekmek içi nem değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



Şekil 4.5. Ekmek içi gözenek değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).

Buğday, çavdar ve yulaftan elde edilen tam unların, farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamur ve 1., 3. ve 5. gün ekmek içi pH değeri ortalamaları Çizelge 4.14'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15'e göre ekmek içi 1. gün pH değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ÇxS, SxE ve ÇxSxE interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 3. gün pH değeri üzerine; tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 5. gün pH değeri üzerine ise; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.16'ya göre hamurun pH değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E), ÇxS, ÇxE ve ÇxSxE interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), SxE interaksiyonu ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.14. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamur ve ekmeklerdeki pH değişimlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Un Çeşidi	Un Oranı (%)	Ekşi Hamur Oranı (%)	Hamur pH	Ekmek içi pH		
				1. Gün	3. Gün	5. Gün
Buğday Unu	0	0	5,60	5,90	5,99	5,97
		10	5,60	5,91	6,00	5,96
		20	5,52	5,94	5,99	5,95
	10	0	5,76	6,03	5,92	5,92
		10	5,65	6,06	5,93	5,94
		20	5,62	6,04	5,90	5,92
	20	0	5,87	5,92	5,93	5,97
		10	5,72	5,91	5,93	5,94
		20	5,72	5,93	5,95	5,94
	30	0	5,76	5,94	5,95	6,02
		10	5,72	5,93	5,96	5,99
		20	5,74	5,90	5,96	6,01
Çavdar Unu	0	0	5,60	5,90	5,99	5,97
		10	5,60	5,91	6,00	5,96
		20	5,52	5,94	5,99	5,95
	10	0	5,59	5,94	5,95	5,98
		10	5,58	5,94	5,95	5,97
		20	5,62	5,95	5,96	5,94
	20	0	5,73	5,99	5,95	6,03
		10	5,69	5,96	5,94	6,04
		20	5,71	5,91	5,95	5,99
	30	0	5,68	6,02	6,00	6,10
		10	5,79	5,97	5,95	6,11
		20	5,83	6,01	5,96	6,06
Yulaf Unu	0	0	5,60	5,90	5,99	5,97
		10	5,60	5,91	6,00	5,96
		20	5,52	5,94	5,99	5,95
	10	0	5,44	5,81	6,21	6,59
		10	5,37	5,83	6,16	6,59
		20	5,37	5,82	6,18	6,50
	20	0	5,59	5,69	5,80	6,40
		10	5,59	5,75	5,98	6,47
		20	5,48	5,74	5,89	6,47
	30	0	5,92	5,76	5,77	6,26
		10	5,63	5,72	6,05	6,37
		20	5,64	5,66	5,79	6,33

Un çeşidi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi; yulafın 1. gün ekmek içi pH değeri buğday ve çavdarinkinden düşük çıkmış, buğday ve çavdar un katkılılarda birbirine yakın değerler gözlenmiştir. 3. günde ise her üç tam un çeşiti katkılı ekmeklerin pH değerleri istatistiksel olarak birbirinden farksız çıkmış, ancak 5. günde en yüksek değeri yulaf katkılı ekmek vermiş, onu sırasıyla çavdar ve buğday tam un katkılı ekmekler izlemiştir. Her üç un çeşidi katkılı ekmeklerin depolanması sonucu ekmek içi pH değerlerinde artış izlenmiştir. Çizelge 4.18’de; en yüksek hamur pH değerini buğday tam un katkılı ekmekler, en düşük pH değerini ise yulaf katkılılar vermiştir.

Un seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Ekmek içi pH								
		1. Gün			3. Gün			5. Gün		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	0,200	427,0	**	0,007	2,01		0,923	587,5	**
Un Seviyesi (S)	3	0,010	38,81	**	0,038	10,86	**	0,155	98,8	**
Ekşi Hamur (E)	2	0,000	0,1		0,008	2,34		0,004	2,2	
ÇXS	6	0,032	68,5	**	0,047	13,42	**	0,144	91,37	**
ÇXE	4	0,001	1,2		0,009	2,47		0,002	1,3	
SXE	6	0,002	4,6	**	0,004	1,08		0,001	0,6	
ÇXSXE	12	0,001	2,8	**	0,005	1,54		0,001	0,9	
Hata	36	0,000			0,003			0,002		

* (**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.16. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamurların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Hamur pH		
		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	0,110	76,3	**
Un Seviyesi (S)	3	0,142	100,9	**
Ekşi Hamur (E)	2	0,010	5,9	**
ÇXS	6	0,033	23,1	**
ÇXE	4	0,014	9,9	**
SXE	6	0,003	2,4	*
ÇXSXE	12	0,008	5,8	**
Hata	36	0,001		

(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.17. Tam un çeşidii değişkenine ait ekmek içi pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un Çeşidi	n	Ekmek içi pH		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	5,953 ± 0,004 a	5,952 ± 0,012 a	5,963 ± 0,008 c
Çavdar Unu	24	5,956 ± 0,004 a	5,968 ± 0,012 a	6,011 ± 0,008 b
Yulaf Unu	24	5,796 ± 0,004 b	5,986 ± 0,012 a	6,324 ± 0,008 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.18. Tam un çeşidi değişkenine ait hamur pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un Çeşidi	n	Hamur pH
		Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	5,692 ± 0,008 a
Çavdar Unu	24	5,664 ± 0,008 b
Yulaf Unu	24	5,565 ± 0,008 c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.19'dan da görüldüğü gibi; 1. ve 3. gün ekmek içi pH değerlerinde %0 ve %10 katkılılarda bir farklılık olmamış, %20 ve %30 tam un katkıları ekmek içi pH değerinin düşmesine neden olmuştur. 5. günde ise %10, %20 ve %30 seviyeleri aynı oranda kontrole göre biraz yüksek pH değeri vermiştir. Her üç katkı seviyesiyle yapılan ekmeklerin depolanması sonucu pH değerlerinde artış izlenmiştir. Çizelge 4.20'de; %0 ve %10 tam un katkısı hamur pH'sını pek etkilemezken, %20 ilave biraz artırmış, en yüksek hamur pH değerini ise %30 katkılı hamur vermiştir.

Çizelge 4.19. Tam un seviyesi değişkenine ait ekmek içi pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek içi pH		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	5,918 ± 0,005 a	5,995 ± 0,014 a	5,960 ± 0,009 b
10	18	5,938 ± 0,005 a	6,020 ± 0,014 a	6,153 ± 0,009 a
20	18	5,869 ± 0,005 b	5,927 ± 0,014 b	6,142 ± 0,009 a
30	18	5,882 ± 0,005 b	5,934 ± 0,014 b	6,141 ± 0,009 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.20. Tam un seviyesi değişkenine ait hamur pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam Un Seviyesi (%)	n	Hamur pH Değeri
		Ort. ± St. Hata
0	18	5,575 ± 0,009 c
10	18	5,559 ± 0,124 c
20	18	5,681 ± 0,124 b
30	18	5,746 ± 0,124 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21’de; bütün ekşi hamur seviyelerinde ekmek içi pH değerlerinin değişmediği gözlenmiştir. Çizelge 4.22’de ise %10 ve %20 oranlarında ekşi hamur katkısının kontrol hamur pH’sını aynı oranda düşürdüğü görülmüştür.

Çizelge 4.21. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi nem değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi pH Değeri		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	5,902 ± 0,004 a	5,956 ± 0,012 a	6,100 ± 0,008 a
10	24	5,903 ± 0,004 a	5,990 ± 0,012 a	6,111 ± 0,008 a
20	24	5,900 ± 0,004 a	5,961 ± 0,012 a	6,087 ± 0,008 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

Çizelge 4.22. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait hamurun pH değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Hamur pH’sı
		Ort. ± St. Hata
0	24	5,681 ± 0,008 a
10	24	5,629 ± 0,008 b
20	24	5,610 ± 0,008 b

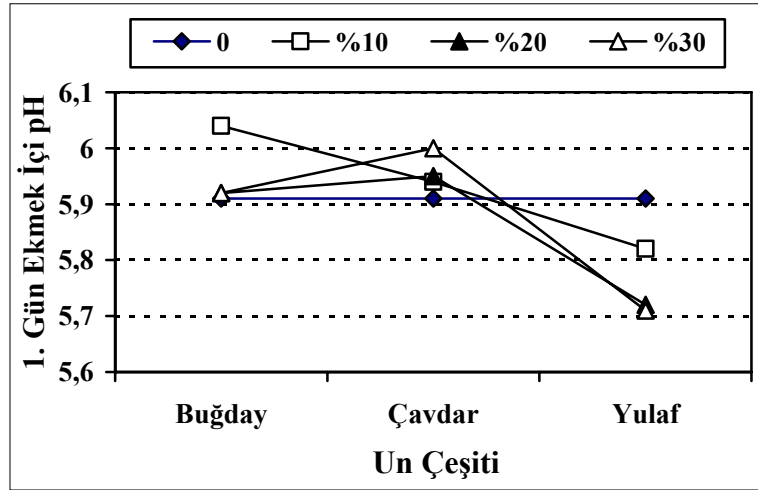
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$)

Çizelge 4.15’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; 1. gün ekmek içi pH değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.6’da, 1. gün ekmek içi pH değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE) Şekil 4.7’de, 5. gün ekmek içi pH

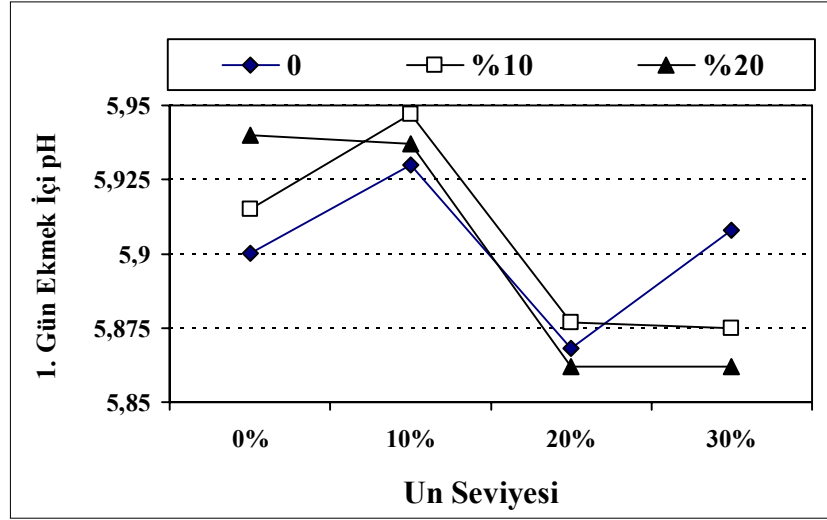
değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu ise (ÇxS) Şekil 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.16’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; hamur pH değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.9’da, hamur pH değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un çeşidi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (ÇxE)) Şekil 4.10’da, hamur pH değeri üzerine önemli etkisi saptanan ($p<0,05$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE) Şekil 4.11’de verilmiştir.

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi; %10 tam buğday unu katkılı ekmeklerin pH değerinde önce bir artma olmuş, ancak %20 ve 30 oranlı kontrole yakın değerler göstermiştir. Çavdar unu katkılı ekmeklerin pH değerlerinde seviyeye bağlı olarak biraz yükselme olmuş, fakat yulaf unu katkılı ekmeklerin pH değerlerinde hızlı bir düşme izlenmiştir. En düşük pH değerini %20 ve %30 yulaf unu katkıları ekmekler vermiştir.



Şekil 4.6. 1. gün ekmek içi pH değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS)

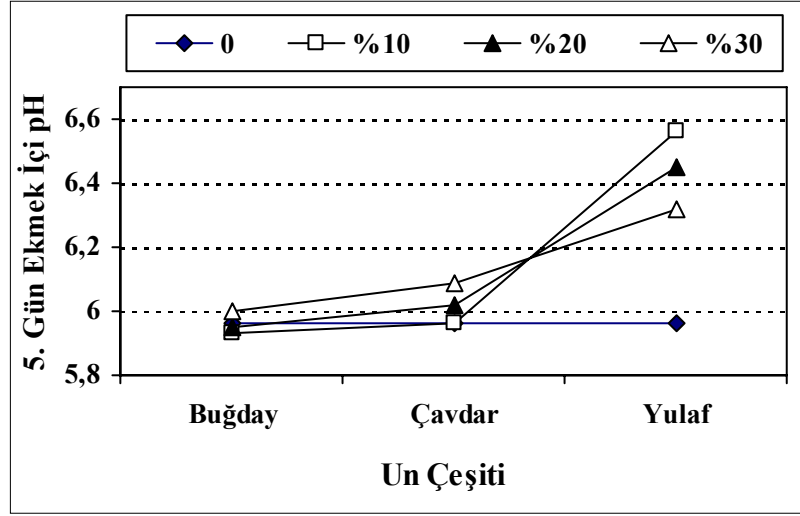


Şekil 4.7. 1. gün ekmek içi pH değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).

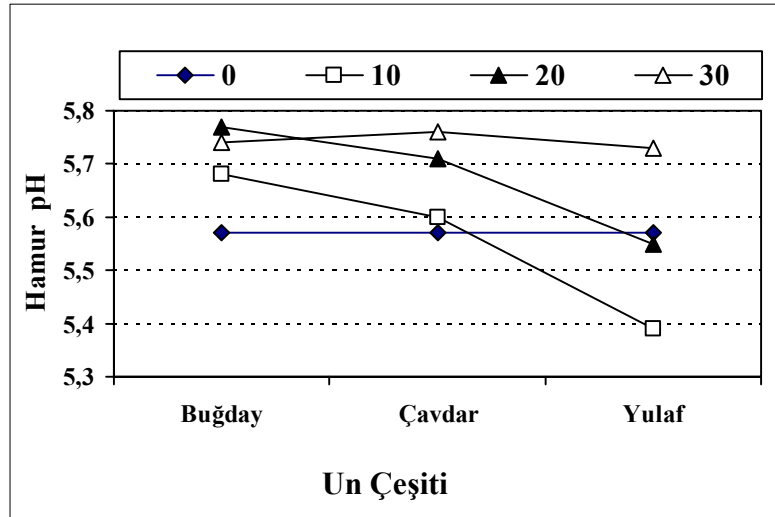
Şekil 4.7’de görüldüğü gibi; %10 buğday, çavdar ve yulaf unu katkılı ekmeklere %10 ekşi hamur katıldığında 1. gün ekmek içi pH değeri kontrol seviyeli ekmeklerin pH değerinin üstünde bir değer vermiş, %30 seviyeli farklı unların bu oran değişmiştir. Sadece kontrol ekşi hamur seviyeli ekmek pH değeri yükselmiştir.

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi; buğday ve çavdar unu katkılı ekmeklerin 5. gün pH değerleri birbirine yakın çıkmış, yulaf katkılı ekmeklerde ise en yüksek pH değerini %10 yulaf katkılı ekmekler vermiş, daha sonra seviyelerin artması sonucu pH değerinde düşme olmuştur.

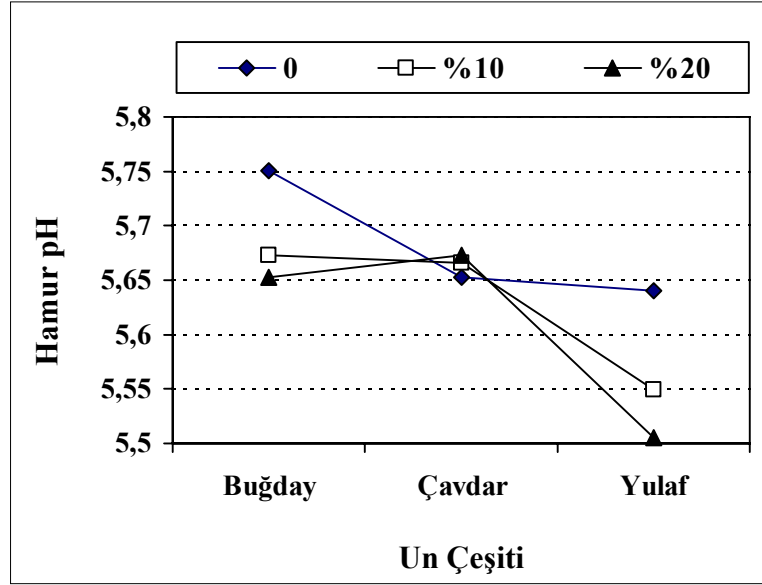
Şekil 4.9’da görüldüğü gibi; buğday ve çavdar unu ilave edilmiş hamurların pH değerleri kontrolün üstünde çıkmış, ancak %20 ve %30 yulaf unu katkılı hamurların pH değerleri kontrol değerlerinin altında olmuştur. En düşük hamur pH değerini de %30 yulaf unu katkılı hamurlar göstermiştir.



Şekil 4.8. 5. gün ekmek içi pH değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu ise (ÇxS).



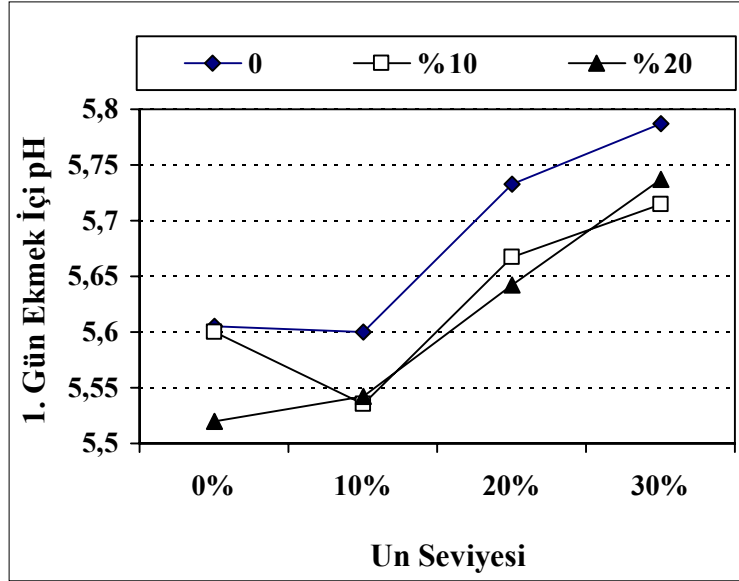
Şekil 4.9. Hamur pH değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).



Şekil 4.10. Hamur pH değeri üzerine etkili olan un çeşiti x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (ÇxE).

Şekil 4.10’da görüldüğü gibi; buğday tam unu katkılı formülasyonlara ekşi hamur ilave edildiği zaman hamur pH’sı düşmüş, çavdar tam unu katkılı hamurlarda ise birbirine yakın değerler vermiştir. Yulaf unu katkılı hamurlara ekşi hamur ilave edildiğinde ise hamurun pH değerinde hızlı bir düşme izlenmiştir.

Şekil 4.11’de un seviyelerindeki artışa bağlı olarak 1. gün ekmek içi pH değeri artış göstermiştir. Ancak 1. gün ekmek içi pH değerleri ekşi hamur ilave edilmemiş hamurlarda yüksek çıkmış, ekşi hamur ilavesiyle pH değerleri de düşmüştür. En yüksek pH değerini ekşi hamur katılmayan %30 yulaf tam unu ilave edilmiş ekmeklerde gözlenirken, en düşük ekmek içi pH değerini ise %20 ekşi hamur katkılı tam un ekmekler vermiştir.



Şekil 4.11. Hamur pH değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE)

Buğday, çavdar ve yulaftan elde edilen tam unların, farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin penetrometrede ölçülen yumuşaklık ve TPA'da ölçülen sertlik değerleri ortalamaları Çizelge 4.23'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.24'e göre; ekmek içi 1. gün yumuşaklık değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ÇxS, ÇxE, SxE ve ÇxSxE interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 3. gün yumuşaklık değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E), ÇxS, ÇxE, SxE ve ÇxSxE interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 5. gün yumuşaklık değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E), ÇxS, ÇxE ve ÇxSxE interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.25'e göre; ekmek içi 1. gün sertlik değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ekşi hamur seviyesi (E) ve ÇxSxE interaksyonu ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. 3. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ÇxS ve ÇxSxE interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 5. gün sertlik değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), SxE ve ÇxSxE interaksyonları ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

Un çeşidi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. günlerdeki en yumuşak ekmek içini buğday tam unu katkılı ekmekler, en sert değeri de yulaf katkılı ekmekler vermiştir.

Un seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelge 4.28'de görüldüğü gibi; 1. ve 3. gün ekmek içi yumuşaklık değerleri tam un seviyesi arttıkça azalmış, en yumuşak değeri %0 katkı seviyesi, en düşük yani en sert PB değerini ise %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine tam un katkı seviyesinin bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.29'da görüldüğü gibi; 1. ve 3. gün ekmek içi sertlik değerleri tam un seviyesi arttıkça artmış, en yumuşak değeri kontrol grubu ekmekler, en düşük yani en sert ekmek içi değerini de %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. 5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine tam un katkı seviyesinin bir etkisi olmamıştır. Her dört katkı seviyesiyle yapılan ekmeklerin depolanması sonucu ekmek içi sertlik değerinde bir artmanın olduğu izlenmiştir.

Çizelge 4.23. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmek içi yumuşaklık ve TPA özelliklerinden ekmek içi sertlik derğerlerine ait çözümlenme sonuçlarının ortalamaları.

Un Çeşidi	Un Oranı (%)	Ekşi Hamur Oranı (%)	Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)			TPA Özelliklerinden Sertlik (N)		
			1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün
Buğday Unu	0	0	38,80	26,80	14,10	23,60	32,90	55,35
		10	41,10	30,10	14,65	22,05	34,55	58,80
		20	42,45	30,00	15,50	22,30	35,80	62,00
	10	0	43,45	24,00	14,10	22,90	33,40	53,75
		10	40,30	26,80	18,55	21,70	34,30	50,30
		20	40,10	26,30	18,60	20,95	36,55	50,65
	20	0	41,90	30,70	19,60	20,15	38,00	37,70
		10	42,75	29,40	15,45	20,40	41,75	50,85
		20	38,60	28,15	20,45	25,95	39,60	52,90
	30	0	37,25	27,60	16,35	24,30	35,20	47,00
		10	35,40	25,25	20,00	22,60	37,50	45,55
		20	36,00	23,70	16,00	23,75	35,20	41,85
Çavdar Unu	0	0	38,80	26,80	14,10	23,60	32,90	55,35
		10	41,10	30,10	14,65	22,05	34,55	58,80
		20	42,45	30,00	15,50	22,30	35,80	62,00
	10	0	37,60	26,05	16,00	20,05	32,35	44,10
		10	32,60	25,10	15,90	24,30	38,20	50,05
		20	27,90	24,10	17,40	23,15	39,35	45,60
	20	0	30,15	21,25	18,40	26,40	39,25	51,50
		10	31,20	19,10	12,30	24,80	37,20	52,10
		20	34,45	20,15	13,40	22,05	36,25	48,45
	30	0	27,50	16,90	11,20	35,05	59,40	61,50
		10	27,45	18,05	10,45	28,95	41,15	54,90
		20	29,00	18,05	16,95	25,40	40,40	46,30
Yulaf Unu	0	0	38,80	26,80	14,10	23,60	32,90	55,35
		10	41,10	30,10	14,65	22,05	34,55	58,80
		20	42,45	30,00	15,50	22,30	35,80	62,00
	10	0	28,15	17,25	14,10	31,75	49,95	77,35
		10	34,30	18,45	17,65	28,30	44,45	57,55
		20	29,15	21,95	17,65	26,70	41,20	44,75
	20	0	21,00	12,80	9,35	44,45	60,80	68,65
		10	30,40	21,05	16,70	31,55	39,25	49,30
		20	29,90	20,40	17,80	26,70	36,75	60,70
	30	0	21,10	19,10	17,60	35,70	46,55	57,10
		10	19,25	17,55	16,75	40,45	56,15	63,40
		20	22,55	16,95	17,15	38,55	51,85	61,45

Çizelge 4.24. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)								
		1. Gün			3. Gün			5. Gün		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	617	261,8	**	255	214,1	**	30,6	13,6	**
Un Seviyesi (S)	3	468	198,8	**	242	202,9	**	11,1	5,0	**
Ekşi Hamur (E)	2	7	3,1	-	11	9,6	**	22,2	9,9	**
ÇXS	6	76	32,3	**	53	44,6	**	13,0	5,8	**
ÇXE	4	17	7,5	**	8	6,7	**	9,8	4,3	**
SXE	6	23	10,0	**	7	6,2	**	3,5	1,5	
ÇXSXE	12	11	4,7	**	8	6,7	**	14,4	6,4	**
Hata	36	2,3			1,2			2,2		

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.25. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Ekmek İçi Sertlik (N)								
		1. Gün			3. Gün			5. Gün		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	458	40,0	**	393	13,7	**	554	15,8	**
Un Seviyesi (S)	3	210	18,3	**	338	11,8	**	159	4,5	**
Ekşi Hamur (E)	2	43	3,8	*	36	1,2		28	0,8	
ÇXS	6	68	5,9	**	93	3,2	**	114	3,2	**
ÇXE	4	18	1,6		38	1,3		84	2,4	
SXE	6	8	0,7		42	1,4		100	2,8	*
ÇXSXE	12	30	2,6	*	81	2,8	**	103	2,9	*
Hata	36	11			28			34		

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.26. Un çeşidi değişkenine ait penetrometrede ölçülen ekmek içi yumuşaklık değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	39,84 ± 0,313 a	27,40 ± 0,223 a	16,94 ± 0,305 a
Çavdar Unu	24	33,35 ± 0,313 b	22,97 ± 0,223 b	15,78 ± 0,305 b
Yulaf Unu	24	29,84 ± 0,313 c	21,03 ± 0,223 c	15,75 ± 0,305 b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.27. Un çeşidi değişkenine ait TPA'da ölçülen ekmek içi sertlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekmek İçi Sertlik (N)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	22,554 ± 0,691 c	36,229 ± 1,091 b	50,555 ± 1,205 b
Çavdar Unu	24	24,842 ± 0,691 b	38,900 ± 1,091 b	52,554 ± 1,205 b
Yulaf Unu	24	31,008 ± 0,691 a	44,183 ± 1,091 a	59,700 ± 1,205 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.28. Tam un seviyesi değişkenine ait penetrometrede ölçülen ekmek içi Yumuşaklık (PB) değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	40,783 ± 0,362 a	28,967 ± 0,257 a	14,750 ± 0,352 b
10	18	34,839 ± 0,362 b	23,333 ± 0,257 b	16,661 ± 0,352 a
20	18	33,372 ± 0,362 c	22,556 ± 0,257 c	15,939 ± 0,352 a
30	18	28,389 ± 0,362 d	20,350 ± 0,257 d	15,828 ± 0,352 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.29. Tam un seviyesi değişkenine ait TPA'da ölçülen ekmek içi sertlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Sertlik (N)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	22,650 ± 0,798 b	34,417 ± 1,260 c	53,717 ± 1,392 a
10	18	24,422 ± 0,798 b	38,861 ± 1,260 b	53,678 ± 1,392 a
20	18	26,939 ± 0,798 b	40,983 ± 1,260 b	53,461 ± 1,392 a
30	18	30,528 ± 0,798 a	44,822 ± 1,260 a	53,228 ± 1,392 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.30 ve Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.30'de; ekşi hamur seviyesinin artması sonucu 1. 3. ve 5. gün ekmek içi yumuşaklık değerinde az da olsa bir artış gözlenmiştir. En düşük ekmek içi yumuşaklık değerini kontrol grubu ekmekler vermiştir. Buna göre ekmek içi yumuşaklık değerinde görülen artışın ekşi hamurdaki laktik asitin, jelatinize olmuş nişasta granülünün sertliğini düşürmesi ile açıklanabilir.

Çizelge 4.30. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	33,708 ± 0,313 b	23,004 ± 0,223 b	14,917 ± 0,305 b
10	24	34,746 ± 0,313 a	24,254 ± 0,223 a	15,642 ± 0,305 b
20	24	34,583 ± 0,313 ab	24,146 ± 0,223 a	16,825 ± 0,305 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05)

Çizelge 4.31. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi sertlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Sertlik (N)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	27,629 ± 0,691 a	41,133 ± 1,091 a	55,392 ± 1,205 a
10	24	25,767 ± 0,691 ab	39,467 ± 1,091 a	54,200 ± 1,205 a
20	24	25,008 ± 0,691 b	38,713 ± 1,091 a	53,221 ± 1,205 a

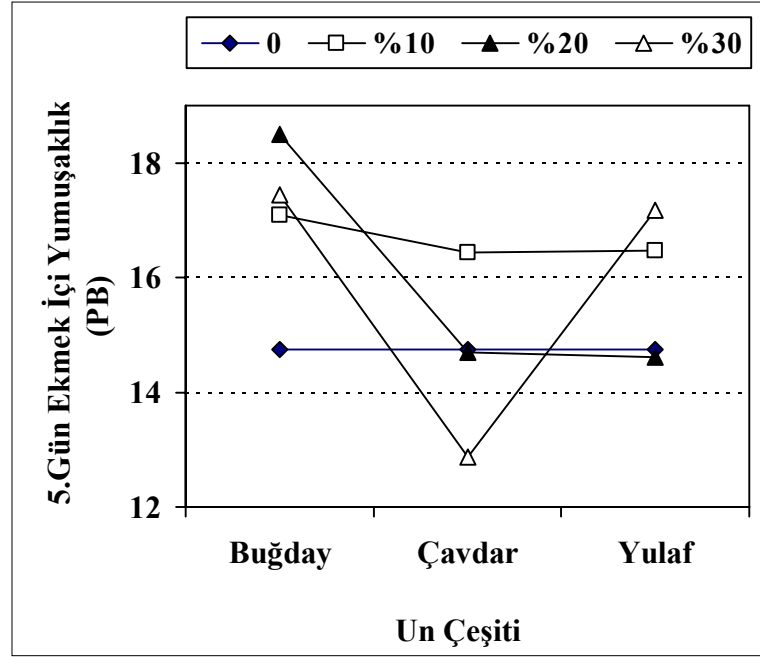
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.31’de ise değişik seviyelerde ekşi hamur ilavesi ile 1. 3. ve 5. gün ekmek içinin sertleştiği tespit edilmiş, ancak ekmek içi sertlik değerindeki artış 3. ve 5. günlerde istatistiki olarak önemli çıkmamıştır.

Ayrıca ekşi hamur gluten ağını kuvvetlendirmiş ve yapıyı çok daha esnek ve dayanıklı bir hale dönüştürmüş olabilir. Buna ilave olarak yulafın lifli yapısı ekmeği gün geçtikçe daha sert bir yapıya sokmuştur.

Çizelge 4.24’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi etkisi Şekil 4.12’de, 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşidi x ekşi hamur seviyesi etkisi Şekil 4.13’de verilmiştir.

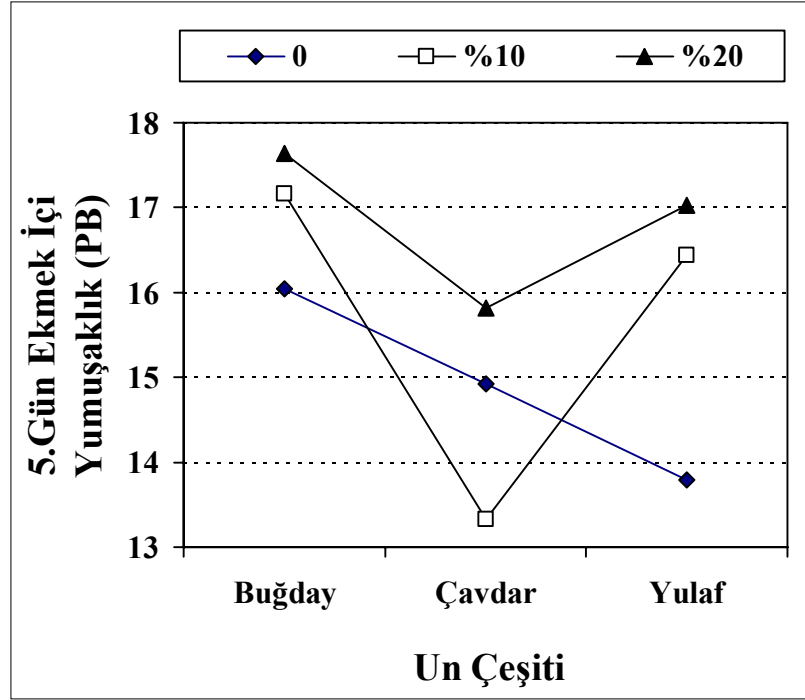
Çizelge 4.25’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; 5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi etkisi Şekil 4.14’de, 5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine önemli etkisi saptanan ($p < 0,05$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi etkisi Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.12. 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).

Şekil 4.12’de görüldüğü gibi; 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri %30 çavdar unu katkılı ekmeklerde kontrolün çok altında olmuş, %20 çavdar ve yulaf katkılı ekmeklerde ise kontrolün biraz üstünde seyretmiştir. 5. gün sonunda en yumuşak ekmek içini %20 tam buğday unu katkılı ekmekler vermiştir.

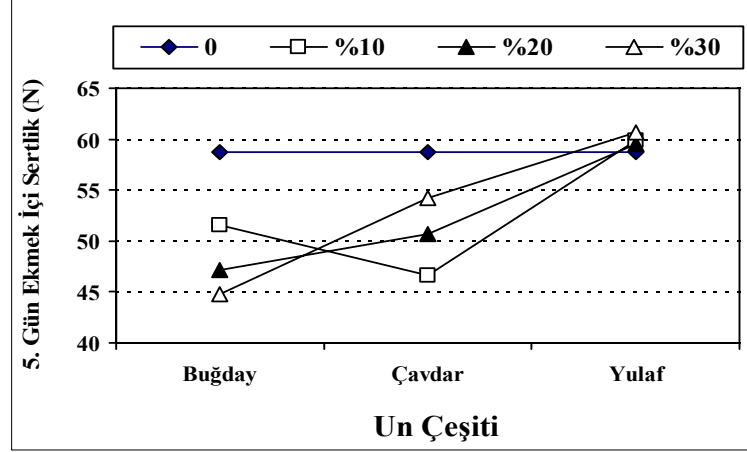
Şekil 4.13’de görüldüğü gibi; 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri en düşük %10 ekşi hamurlu çavdar unu katkılı ekmekler olmuştur. En yumuşak ekmek içini sırasıyla buğday, çavdar ve yulaf katkılı ekmekler vermiş, %10 ve %20 ekşi hamur katkılı çavdar ekmeklerien düşük ekmek yumuşaklık değerlerini vermiş, tam buğday unlu katkılı ekmekler ise yulaf katkılı ekmeklerden daha yumuşak ekmek içi değer göstermiştir.



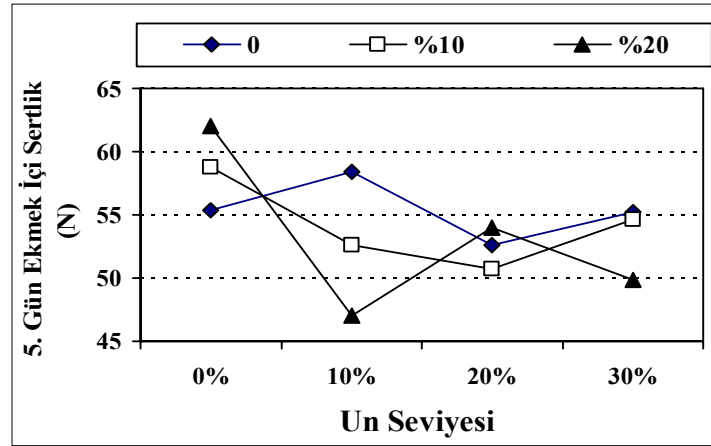
Şekil 4.13. 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine olan un çeşidi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (ÇxE).

Şekil 4.14’de görüldüğü gibi; 5. gün ekmek içi sertlik değeri en düşük değeri %30 tam buğday unu katkılı ekmekler vermiştir. 5. gün kontrol ekmekleri buğday ve yulaf katkılı ekmeklerden daha sert ekmek içi özellik göstermiştir. Yulaf katkılılarda birbirine çok yakın sertlik değeri belirlenmiştir. Çok az da olsa %30 yulaf unu katkılı ekmeğin sertlik değeri diğer seviyelerdeki yulaf katkılı ekmeklerden yüksek çıkmıştır.

Şekil 4.15’de görüldüğü gibi; 5. gün ekmek içi sertlik değeri en düşük değeri %20 ekşi hamur ve %10 tam un seviyeli ekmekler vermiştir. %10 ve %30 tam un katkılı ekmeklerin sertlik değerleri kontrol ekmeklerin altında çıkmış, diğerlerinde ise üstünde çıkmıştır. En yüksek ekmek içi sertliği %20 ekşi hamur ve %0 tam un katkılı ekmekler vermiştir.



Şekil 4.14. 5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



Şekil 4.15. 5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).

Buğday, çavdar ve yulaftan elde edilen tam unların, farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin TPA'da ölçülen esneklik, yapışkanlık ve çiğnenme değerleri ortalamaları Çizelge 4.32'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.33, Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Çizelge 4.33'e göre; ekmek içi 1. ve 3. gün esneklik değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 5. gün esneklik değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ekşi hamur seviyesi (E) ve SxE ve interaksyonu istatistiki olarak önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.34'e göre; ekmek içi 1. gün yapışkanlık değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 3. gün yapışkanlık değeri üzerine; un çeşidi (Ç) ve tam un seviyesi (S) istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. 5. gün ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E), ÇxS ve SxE interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.35'e göre; ekmek içi 1. gün çiğnenme değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ÇxE interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi 3. gün çiğnenme değeri üzerine; ÇxS interaksyonu istatistiki olarak önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Ekmek içi 5. gün çiğnenme değeri üzerine; tam un seviyesi (S) istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ÇxS ve SxE interaksyonları ($p<0,05$) etkili olmuştur etkili olmuştur.

Un çeşidi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.36, Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeğin içi TPA özelliklerinden ekmeğin içi esneklik, yapışkanlık ve çiğnenme değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Un Çeşidi	Un Oranı (%)	Ekşi Hamur Oranı (%)	Ekmeğin İçi Esneklik			Ekmeğin İçi Yapışkanlık			Ekmeğin İçi Çiğnenme		
			1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün	1. Gün	3. Gün	5. Gün
Buğday Unu	0	0	17,35	14,95	13,75	0,435	0,321	0,295	181,0	157,6	224,6
		10	18,05	16,00	14,35	0,465	0,335	0,300	185,6	186,3	253,1
		20	18,05	15,45	15,75	0,485	0,330	0,324	195,3	136,9	316,5
	10	0	17,25	15,30	14,22	0,448	0,305	0,298	177,4	161,0	227,6
		10	17,10	14,80	14,25	0,445	0,315	0,291	166,5	160,7	210,1
		20	17,70	15,55	13,45	0,474	0,315	0,290	175,4	178,6	194,8
	20	0	17,35	14,00	12,90	0,413	0,302	0,256	144,2	160,8	123,8
		10	17,10	13,45	12,45	0,391	0,298	0,277	135,6	171,3	175,9
		20	17,15	12,85	12,45	0,454	0,289	0,273	201,9	145,7	180,3
	30	0	17,80	12,15	12,25	0,377	0,278	0,272	164,4	119,0	156,6
		10	16,90	12,00	12,05	0,374	0,275	0,269	142,5	124,4	148,1
		20	17,05	12,75	11,85	0,422	0,294	0,262	170,8	132,7	130,3
Çavdar Unu	0	0	17,35	14,95	13,75	0,438	0,321	0,295	181,0	157,6	224,6
		10	18,05	16,00	14,35	0,465	0,335	0,300	185,6	186,3	253,1
		20	18,05	15,45	15,75	0,485	0,330	0,324	195,3	136,9	316,5
	10	0	15,25	13,15	12,45	0,369	0,272	0,265	113,5	115,7	145,6
		10	14,90	12,85	12,60	0,354	0,274	0,262	129,3	136,0	166,9
		20	15,70	12,90	12,55	0,367	0,291	0,254	133,5	147,7	146,2
	20	0	15,90	12,50	13,10	0,344	0,273	0,249	144,4	134,0	170,0
		10	15,15	12,10	11,85	0,341	0,265	0,259	128,3	120,0	160,7
		20	15,55	12,90	13,10	0,359	0,273	0,259	123,1	127,7	167,3
	30	0	13,65	12,20	11,10	0,340	0,279	0,241	162,3	202,1	164,3
		10	15,00	12,30	11,55	0,352	0,268	0,255	152,8	136,5	162,7
		20	15,70	12,35	11,60	0,350	0,277	0,255	138,4	138,4	137,5
Yulaf Unu	0	0	17,35	14,95	13,75	0,438	0,321	0,295	181,0	157,6	224,6
		10	18,05	16,00	14,35	0,465	0,335	0,300	185,6	186,3	253,1
		20	18,05	15,45	15,75	0,485	0,330	0,324	195,3	136,9	316,5
	10	0	13,70	11,80	10,69	0,341	0,268	0,255	148,6	157,4	208,4
		10	13,05	11,70	12,35	0,341	0,284	0,246	127,1	146,7	177,0
		20	13,70	11,70	11,80	0,342	0,267	0,235	123,5	129,0	124,3
	20	0	12,90	11,30	10,70	0,289	0,249	0,192	161,1	185,1	139,8
		10	12,60	12,55	10,25	0,302	0,246	0,223	120,0	107,1	113,3
		20	14,20	12,25	10,45	0,324	0,247	0,222	122,3	111,0	140,4
	30	0	14,50	12,40	10,10	0,279	0,248	0,217	144,2	143,7	124,7
		10	15,20	12,35	10,85	0,283	0,230	0,194	175,1	158,5	133,5
		20	14,30	12,95	11,35	0,289	0,244	0,227	158,0	165,4	158,4

Çizelge 4.33. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	TPA Özelliklerinden Ekmek İçi Esneklik								
		1. Gün			3. Gün			5. Gün		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	41,18	66,75	**	8,39	13,30	**	12,91	18,14	**
Un Seviyesi (S)	3	26,04	42,20	**	35,140	55,70	**	35,65	50,09	**
Ekşi Hamur (E)	2	1,12	1,82		0,40	0,64		2,15	3,02	*
ÇXS	6	5,95	9,64	**	4,50	7,14	**	2,50	3,52	**
ÇXE	4	0,22	0,36		0,19	0,30		0,58	0,82	
SXE	6	0,51	0,84		0,61	0,96		1,96	2,76	*
ÇXSXE	12	0,58	0,94		0,29	0,46		0,20	0,29	
Hata	36	0,62			0,63			0,71		

(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.34. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	TPA Özelliklerinden Ekmek İçi Yapışkanlık								
		1. Gün			3. Gün			5. Gün		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	0,043	95,882	**	0,006	14,26	**	0,010	62,73	**
Un Seviyesi (S)	3	0,052	116,56	**	0,014	32,60	**	0,015	99,02	**
Ekşi Hamur (E)	2	0,005	10,757	**	0,000	0,22		0,001	4,09	**
ÇXS	6	0,005	12,190	**	0,001	2,17		0,001	8,48	**
ÇXE	4	0,001	1,233		0,000	1,11		0,000	0,31	
SXE	6	0,001	1,234		0,000	1,55		0,001	4,42	**
ÇXSXE	12	0,000	0,274		0,000	1,15		0,000	0,78	
Hata	36	0,000			0,000			0,000		

(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.35. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekme içi çiğnenme değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	TPA Özelliklerinden Ekme İçi Çiğnenme					
		1. Gün		3. Gün		5. Gün	
		KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (Ç)	2	2960	6,50 **	384	0,55	2172	3,09
Un Seviyesi (S)	3	7839	17,22 **	1255	1,82	5384	76,57 **
Ekşi Hamur (E)	2	428	0,94	1273	1,84	1608	2,28
ÇXS	6	870	1,91	1713	2,48 *	1874	2,66 *
ÇXE	4	713	1,56 **	407	0,59	210	0,29
SXE	6	288	0,63	1538	2,23	4910	6,98 *
ÇXSXE	12	563	1,23	926	1,34	814	1,15
Hata	36	455		688		703	

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.36. Un çeşidi değişkenine ait TPA'da ölçülen ekme içi esneklik değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekme İçi Esneklik (mm)					
		1. Gün		3. Gün		5. Gün	
		Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata
Buğday Unu	24	17,404	± 0,160 a	14,104	± 0,162 a	13,310	± 0,172 a
Çavdar Unu	24	15,854	± 0,160 b	13,304	± 0,162 b	12,813	± 0,172 b
Yulaf Unu	24	14,800	± 0,160 c	12,950	± 0,162 b	11,866	± 0,172 c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.36'da görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. günlerdeki en esnek ekme içini buğday tam unu katkılı ekmekler, en az esnek değerini de yulaf katkılı ekmekler vermiştir. Her üç un çeşitinde depolama süresine bağlı olarak ekme içi esneklik değerinde bir azalma olmuştur.

Çizelge 4.37. Un çeşidi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi yapışkanlık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekmek İçi Yapışkanlık		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	0,432 ± 0,004 a	0,305 ± 0,004 a	0,284 ± 0,003 a
Çavdar Unu	24	0,381 ± 0,004 b	0,289 ± 0,004 b	0,269 ± 0,003 b
Yulaf Unu	24	0,348 ± 0,004 c	0,273 ± 0,004 c	0,244 ± 0,003 c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.37’de görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. günlerdeki en yapışkan ekmek içini buğday tam unu katkılı ekmekler, en az yapışkan ekmek değerini de yulaf katkılı ekmekler vermiştir. Her üç un çeşitinde depolama süresine bağlı olarak ekmek içi yapışkanlık değerinde bir azalma olmuştur.

Çizelge 4.38. Un çeşidi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi çiğnenme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekmek İçi Çiğnenme (J)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	170,088 ± 4,354 a	152,950 ± 5,358 a	195,179 ± 5,413 a
Çavdar Unu	24	148,992 ± 4,354 b	144,946 ± 5,358 a	184,646 ± 5,413 ab
Yulaf Unu	24	153,513 ± 4,354 b	148,754 ± 5,358 a	176,188 ± 5,413 b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi çiğnenme değerinde en yüksek değeri buğday tam un katkılı ekmekler vermiştir. 1. günde çavdar ve yulaf tam un katkılı ekmekler buğday katkılıdan daha düşük çiğnenme özelliği göstermiştir. 3. gün depolamada hiç bir tam un çeşiti birbirinden farklı sonuç vermemiş,

ancak 5. gün depolamada en düşük çignenme özelliğini yulaf tam un katkılı ekmekler vermiştir.

Un seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.39, Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.39’da görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi esneklik değerinde en yüksek değeri %0 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. Ayrıca tam un katkı seviyesi arttıkça ekmek içi esneklik değerinde azalma izlenmiştir. 1. günde %10, %20 ve %30 tam un katkıları istatistiki olarak birbirinden farksız çıkmıştır. 3. ve 5. gün ekmeklerde ise en yüksek esneklik değerini % 0 kontrol seviyesi verirken, onu sırasıyla %10, %20 ve %30 tam un katkı seviyeleri izlemiştir. Ancak %20 ile %30 katkı seviyeleri ekmek içi esneklik üzerine istatistiki olarak aynı etkiyi göstermiştir.

Çizelge 4.39. Tam un seviyesi değişkenine ait penetrometrede ölçülen ekmek içi esneklik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Esneklik Özelliği (mm)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	17,817 ± 0,185 a	15,467 ± 0,187 a	14,617 ± 0,199 a
10	18	15,372 ± 0,185 b	13,306 ± 0,187 b	12,708 ± 0,199 b
20	18	15,322 ± 0,185 b	12,656 ± 0,187 c	11,917 ± 0,199 c
30	18	15,567 ± 0,185 b	12,383 ± 0,187 c	11,411 ± 0,199 c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.40’da görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi yapışkanlık değerinde en yüksek değeri %0 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. Ayrıca tam un katkı seviyesi arttıkça ekmek içi yapışkanlık değerinde düşme izlenmiştir. 3. ve 5. günlerde %20 ile %30 tam un katkı seviyeleri ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine istatistiki olarak aynı etkiyi göstermiştir.

Çizelge 4.40. Tam un seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi yapışkanlık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Yapışkanlık Özelliği		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	0,463 ± 0,005 a	0,329 ± 0,005 a	0,307 ± 0,003 a
10	18	0,387 ± 0,005 b	0,288 ± 0,005 b	0,267 ± 0,003 b
20	18	0,358 ± 0,005 c	0,272 ± 0,005 c	0,246 ± 0,003 c
30	18	0,341 ± 0,005 d	0,266 ± 0,005 c	0,244 ± 0,003 c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Yapışkanlık değerinin “Alan 2/Alan 1” formülünden hesaplanır. Burdanda; tam un seviyesi fazla olan ekmeklerde daha düşük yapışkanlık değerine sahiptir. Buradan da ekmek içi kırılmalılığın tam un seviyesi arttıkça azaldığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.41. Tam un seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi çiğnenme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Çiğnenme Özelliği (J)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	18	187,350 ± 5,028 a	160,317 ± 6,186 a	264,767 ± 6,250 a
10	18	143,889 ± 5,028 b	148,117 ± 6,186 ab	177,894 ± 6,250 b
20	18	142,356 ± 5,028 b	140,311 ± 6,186 b	152,428 ± 6,250 c
30	18	156,528 ± 5,028 b	146,789 ± 6,186 ab	146,261 ± 6,250 c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.41’de görüldüğü gibi; 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi çiğnenme özelliğinde en yüksek değeri %0 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. 1. günde tam un katkı seviyesi arttıkça ekmek içi yapışkanlık özelliğinde azalma olmuş, en düşük değeri de %30 tam un katkı seviyesi vermiştir. 3. ve 5. günlerde ise yine en yüksek ekmek içi yapışkan özelliği %0 kontrol ekmekleri , en düşük değeri ise %30 tam un

katkı seviyesi vermiştir. Ancak, %20 ile %30 katkı seviyeleri ekmek içi yapışkanlık üzerine istatistiki olarak aynı etkiyi göstermiştir

Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.42, Çizelge 4.43 ve Çizelge 4.44’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi esneklik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Esneklik (mm)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	15,863 ± 0,160 a	13,304 ± 0,162 a	12,398 ± 0,172 b
10	24	15,929 ± 0,160 a	13,508 ± 0,162 a	12,604 ± 0,172 ab
20	24	16,267 ± 0,160 a	13,546 ± 0,162 a	12,988 ± 0,172 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.42’de görüldüğü gibi; ekşi hamur seviyesindeki artış 1. ve 3. gün muhafaza edilen ekmek içi esneklik değerinde istatistiksel olarak etkili olmamıştır. 5. günde seviyedeki artışa bağlı olarak çok az bir artış gözlenmiştir.

Çizelge 4.43. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi yapışkanlık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Yapışkanlık		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	0,376 ± 0,004 b	0,287 ± 0,004 a	0,261 ± 0,003 a
10	24	0,382 ± 0,004 b	0,289 ± 0,004 a	0,265 ± 0,003 ab
20	24	0,403 ± 0,004 a	0,291 ± 0,004 a	0,271 ± 0,003 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.43’de görüldüğü gibi; ekşi hamur seviyesindeki artış, 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi yapışkanlık değerinde de yükselmeğe neden olmuştur. 1. günde en düşük ekmek içi yapışkanlık değerini %0 seviyeli kontroller, en yüksek değeri ise %20 ekşi hamur ilavesi vermiştir. Ekşi hamur ilavesindeki artış, 3. günde istatistiki olarak etkili olmamıştır. 5. günde ise ekşi hamur seviyesindeki artış çok az da olsa ekmek içi yapışkanlık değerinde artmaya neden olmuştur.

Çizelge 4.44. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait TPA’da ölçülen ekmek içi çiğnenme değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Çiğnenme (J)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	24	158,625 ± 4,354 a	154,329 ± 5,358 a	177,925 ± 5,413 a
10	24	152,867 ± 4,354 a	151,713 ± 5,358 a	183,963 ± 5,413 a
20	24	161,100 ± 4,354 a	140,608 ± 5,358 a	194,125 ± 5,413 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.44’de görüldüğü gibi; ekşi hamur seviyesindeki artış 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi çiğnenme üzerine istatistiki olarak etkili olmamıştır. Ekmek içi esneklik, yapışkanlık ve çiğnenme özellikleri üzerine buğday unundaki gluten yapısı etkili olmuş olabilir. Tam un seviyesinin artmasıyla gluten oranı nisbi olarak azalmış, kepek yani selüloz ve lif oranı artmış, neticede bu parametrelerde de bir azalma olmuştur.

Çizelge 4.33’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; 5. gün ekmek içi esneklik üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.16’da, 5. gün ekmek içi esneklik değeri üzerine önemli etkisi saptanan ($p < 0,05$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE) Şekil 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.34’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; 5. gün ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu

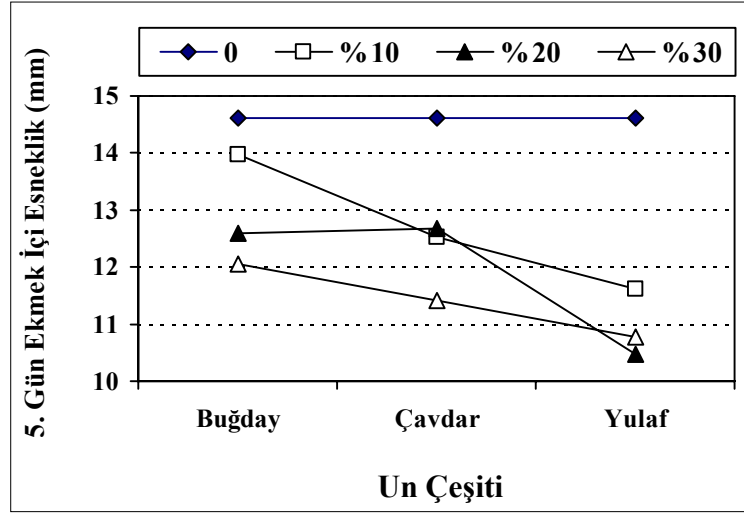
(ÇxS) Şekil 4.18’de, 5. gün ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE) Şekil 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.35’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; 5. gün ekmek içi çiğnenme değeri üzerine önemli etkisi saptanan ($p<0,05$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.16’da, 5. gün ekmek içi çiğnenme değeri üzerine önemli etkisi saptanan ($p<0,05$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE) Şekil 4.17’de verilmiştir.

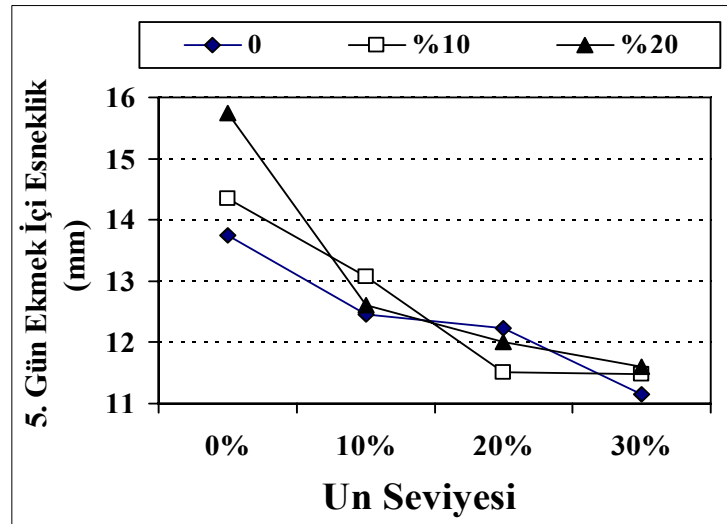
Şekil 4.16’da görüldüğü gibi; 5. gün en düşük ekmek içi esneklik değerini %20 yulaf unu katkılı ekmekler vermiştir. Bütün un çeşitleri ve seviyelerinin esneklik özelliği kontrol ekmeklerin altında çıkmıştır. Seviyelerdeki artış, bu değerlerin daha da düşmesine neden olmuştur. Tam un çeşitleri içerisinde tam buğday unu katkılı ekmeklerin 5. gün esneklik değerleri diğer un çeşitlerinden yapılan ekmeklerin esneklik değerinden daha yüksek çıkmış, onu sırasıyla çavdar ve yulaf izlemiştir.

Şekil 4.17’de görüldüğü gibi; Tam un seviyeleri ve ekşi hamur seviyelerindeki artışa bağlı olarak ekmek içinin 5. gün esneklik değerlerinde bir azalma olmuştur. En yüksek ekmek içi esneklik değeri kontrol grubu ekmekler seviyeli %20 yulaf unu katkılı ekmeklerde olmuştur. %10 tam un katkı seviyesi ile %20 ekşi hamur katkılı ekmeklerin 5. gün esneklik değerinde ani bir düşme izlenmiştir.

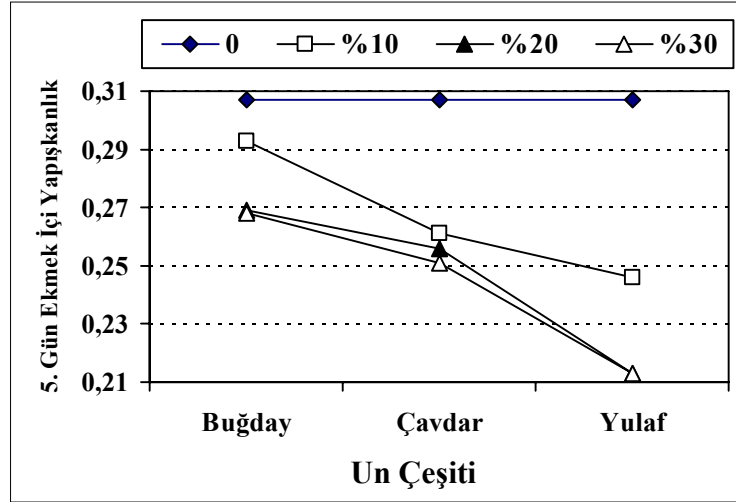
Şekil 4.18’de görüldüğü gibi; bütün un çeşitleri ve seviyelerinin esneklik özelliği kontrol ekmeklerin altında çıkmıştır. 5. gün en düşük ekmek içi esneklik değerini %20 ve %30 yulaf unu katkılı ekmekler vermiştir. Seviyelerdeki artış, bu değerlerin daha da düşmesine neden olmuştur. Tam un çeşitleri içerisinde tam buğday unu katkılı ekmekler diğer un çeşitlerinden yapılan ekmeklerden daha yapışkan ekmek içi değeri vermiştir.



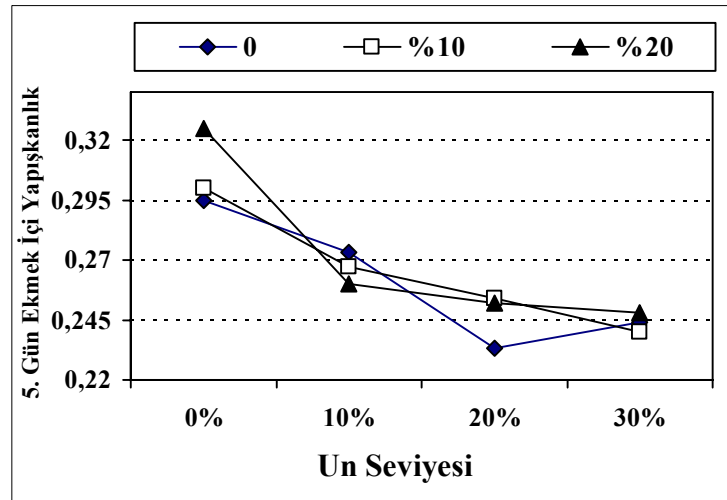
Şekil 4.16. 5. gün ekmek içi esneklik değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



Şekil 4.17. 5. gün ekmek içi esneklik değeri üzerine olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE)



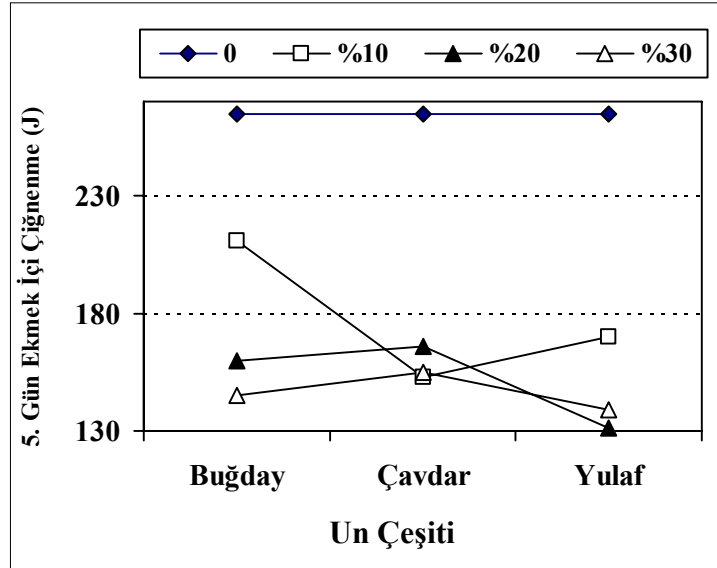
Şekil 4.18. 5. gün ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



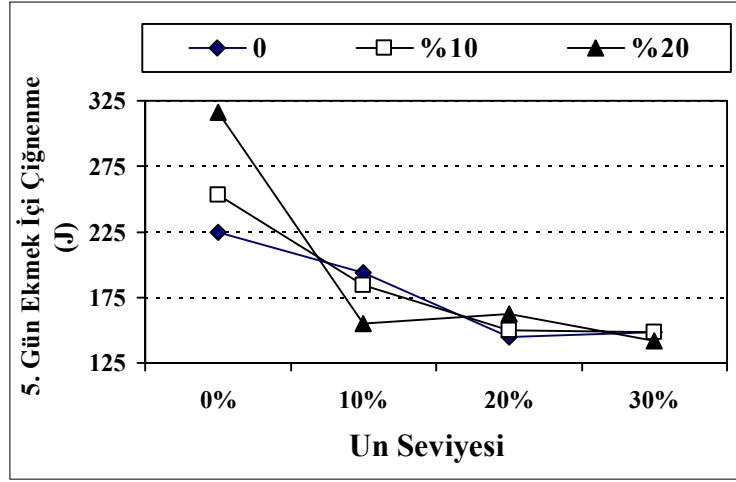
Şekil 4.19. 5. gün ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).

Şekil 4.19'da görüldüğü gibi; tam un ve ekşi hamur seviyelerindeki artış 5. gün ekmek içi yapışkanlık değerinin de düşmesine neden olmuştur. En düşük 5. gün ekmek içi esneklik değerini %0 ekşi hamur ve %20 tam un katkılı ekmekler vermiştir. En yüksek değeri ise %20 ekşi hamur ve %0 tam un katkılı ekmekler vermiştir.

Şekil 4.20'de görüldüğü gibi; en düşük 5. gün ekmek içi çignenme değerini %20 ve %30 yulaf unu katkılı ekmekler göstermiştir. Bütün un çeşitleri ve seviyelerinin esneklik özelliği kontrol ekmeklerin altında çıkmıştır. Kontrol ekmeğinin çignenme özelliğine en yakın değeri %10 tam buğday unu katkılı ekmekler vermiştir.



Şekil 4.20. 5. gün ekmek içi çignenme değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



Şekil 4.21. 5. gün ekmek içi çiğnenme değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).

Şekil 4.21’de görüldüğü gibi; en düşük 5. gün ekmek içi çiğnenme değerini %20 ve %30 yulaf unu ve %20 ekşi hamur katkılı ekmekler göstermiştir. En yüksek çiğnenme özelliğini %0 tam un ve %20 ekşi hamur katkılı ekmekler vermiştir. %20 ekşi hamur katkılı bu ekmeğin tam un seviyesi %0’dan %10’a yükseltildiğinde çiğnenme özelliğinde çok ani bir düşme izlenmiştir.

Buğday, çavdar ve yulaftan elde edilen tam unların, farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamur ve ekmeklerin ekmek içi ile kabuk renk değerleri ortalamaları Çizelge 4.45’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.46, Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.46’ya göre; hamurun L değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ÇxS ve SxE interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ekşi hamur seviyesi (E) ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Hamurun a renk değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve SxE interaksyonu istatistiki olarak çok

önemli seviyede ($p<0,01$), ÇxS interaksyonu ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Hamurun b renk değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E), ÇxS ve SxE ve interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ÇxSxE interaksyonu ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.47'ya göre; ekmek içi L değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek içi a renk değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek İçi b renk değeri üzerine; un çeşidi (Ç) ve tam un seviyesi (S) istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.48'ya göre; ekmek kabuğu L değeri üzerine; un çeşidi (Ç) ve ÇxS imteraksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), tam un seviyesi (S) önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Ekmek kabuğu a renk değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S) ve ÇxS interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), ekşi hamur seviyesi (E) ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur. Ekmek kabuğu b renk değeri üzerine; un çeşidi (Ç), tam un seviyesi (S), ekşi hamur seviyesi (E), ÇxS, ÇxE ve SxE ÇxSxE interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Un çeşidi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.49, Çizelge 4.50 ve Çizelge 4.51'de verilmiştir.

Çizelge 4.49'da görüldüğü gibi; en açık renk değerini (L) buğday unu katkılı hamur, en koyu rengi ise yulaf unu katkılılar göstermiştir. + a yani yeşil renk konsantrasyonu bakımından en yüksek değeri buğday tam unu göstermiş, çavdar ve yulaf tam unları birbirine yakın değerler vermiştir. Sarı renk değeri +b bakımından karşılaştırıldığında ise en yüksek değeri yulaf tam unu, yulaf tam ununu sırasıyla da buğday ve çavdar unları izlemiştir.

Çizelge 4.45. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğundaki L, a ve b renk değerlerindeki değişimlere ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Un Çeşidi	Un Oranı (%)	Ekşi Hamur Oranı (%)	Hamur Renk Değerleri			Ekmek İçi Renk Değerleri			Ekmek Kabuğu Renk Değerleri		
			L	a	b	L	a	b	L	a	b
Buğday Unu	0	0	86,93	-0,07	16,74	66,96	-1,21	13,19	49,59	14,62	25,35
		10	86,40	-0,16	17,13	69,12	-1,25	13,31	52,12	14,72	22,61
		20	86,02	0,61	15,71	69,09	-1,14	11,38	46,89	14,95	22,65
	10	0	84,85	1,39	15,61	64,57	0,09	13,80	49,89	14,59	25,68
		10	84,52	1,04	16,89	64,69	0,07	13,73	49,11	14,69	24,83
		20	85,04	0,91	16,68	65,17	-0,20	13,42	49,32	13,58	25,22
	20	0	82,89	2,24	16,66	60,33	1,02	14,01	49,21	12,93	23,91
		10	82,14	1,74	17,46	61,49	1,10	14,15	47,35	13,85	23,30
		20	82,31	1,82	17,91	62,93	0,79	13,87	47,31	14,20	23,50
	30	0	79,94	3,14	18,05	56,76	2,35	14,78	50,45	12,67	23,90
		10	79,97	2,94	17,69	59,60	1,83	14,32	47,84	13,46	23,44
		20	81,60	2,31	16,50	60,53	1,99	14,76	50,02	13,76	25,58
Çavdar Unu	0	0	86,93	-0,07	16,74	66,96	-1,21	13,19	49,59	14,62	25,35
		10	86,40	-0,16	17,13	69,12	-1,25	13,31	52,12	14,72	22,61
		20	86,02	0,61	15,71	69,09	-1,14	11,38	46,89	14,95	22,65
	10	0	82,35	0,55	16,53	60,24	0,14	13,20	48,77	14,37	25,04
		10	82,70	0,62	16,33	62,97	0,29	14,22	46,96	14,79	23,80
		20	83,24	0,54	16,50	64,61	0,17	14,24	45,42	14,49	22,29
	20	0	79,14	1,33	16,35	57,38	1,50	14,20	49,73	13,10	24,28
		10	79,20	1,42	15,89	57,68	1,55	14,28	31,33	13,63	23,08
		20	80,21	1,18	16,04	59,09	1,60	12,92	43,50	13,92	21,11
	30	0	76,08	1,75	15,84	53,76	2,65	14,87	47,86	12,24	22,25
		10	76,83	1,86	15,89	54,46	2,54	15,16	47,34	12,39	22,09
		20	78,01	1,66	15,29	55,55	2,24	14,80	45,18	13,03	21,95
Yulaf Unu	0	0	86,93	-0,07	16,74	66,96	-1,21	13,19	49,59	14,62	25,35
		10	86,40	-0,16	17,13	69,12	-1,25	13,31	52,12	14,72	22,61
		20	86,02	0,61	15,71	69,09	-1,14	11,38	46,89	14,95	22,65
	10	0	81,77	0,62	17,99	62,02	0,08	15,01	52,13	13,82	25,70
		10	83,60	0,36	17,52	62,47	-0,04	14,53	50,00	14,00	24,88
		20	83,91	0,27	17,06	62,23	-0,05	14,70	49,65	13,74	23,94
	20	0	81,06	1,06	17,64	59,37	1,18	16,14	59,68	8,07	24,20
		10	80,34	0,78	17,90	58,10	1,13	16,01	58,69	9,80	26,07
		20	81,37	0,86	18,01	58,00	0,76	15,53	57,90	10,38	26,77
	30	0	78,70	1,52	18,36	60,19	1,79	16,11	65,32	5,53	21,25
		10	78,35	1,49	18,74	57,74	1,77	16,70	64,01	7,70	23,63
		20	78,90	1,65	18,88	60,96	1,80	18,21	64,39	6,76	23,97

Çizelge 4.46. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı hamurların renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Hamurun Renk Yoğunluğu								
		L			a			b		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	27,4	68,9	**	3,5	28,6	**	12,6	56,7	**
Un Seviyesi (S)	3	200,5	503,4	**	12,3	98,8	**	1,8	8,2	**
Ekşi Hamur (E)	2	1,6	4,1	*	0,1	0,9		1,3	6,0	**
ÇXS	6	3,7	9,4	**	0,5	4,0	*	2,7	12,1	**
ÇXE	4	0,2	0,6		0,1	0,8		0,1	0,8	
SXE	6	1,6	4,2	**	0,4	3,4	**	0,9	4,1	**
ÇXSXE	12	0,4	1,1		0,0	0,3		0,4	2,0	*
Hata	36	0,4			0,1			0,2		

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.47. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmeğin içi renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Ekmek İçinin Renk Yoğunluğu								
		L			a			b		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Un Çeşidi (Ç)	2	38,3	24,7	**	0,8	27,5	**	13,5	11,4	**
Un Seviyesi (S)	3	404,1	261,6	**	36,9	1146,	**	26,2	22,2	**
Ekşi Hamur (E)	2	18,1	11,7	**	0,0	2,9		1,9	1,6	
ÇXS	6	13,4	8,7	**	0,1	5,6	**	2,1	1,8	
ÇXE	4	3,2	2,0		0,0	0,4		0,3	0,2	
SXE	6	1,7	1,1		0,0	1,5		2,2	1,9	
ÇXSXE	12	1,8	1,1		0,0	1,1		0,4	0,3	
Hata	36	1,5			0,0			1,2		

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.48. Buğday, çavdar ve yulaf tam unlarının farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin ekmek kabuğu renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VAK	SD	Ekmek Kabuğunun Renk Yoğunluğu								
		L		a		b		KO	F	
		KO	F	KO	F	KO	F			
Un Çeşidi (Ç)	2	587,9	22,4	**	60,8	84,3	**	10,9	11,3	**
Un Seviyesi (S)	3	83,1	3,1	*	59,4	82,4	**	7,3	7,5	**
Ekşi Hamur (E)	2	37,8	1,4		3,0	4,2	*	5,1	5,3	**
ÇXS	6	146,2	5,5	**	18,1	25,1	**	4,4	4,6	**
ÇXE	4	10,8	0,4		0,3	0,4		3,8	4,0	**
SXE	6	29,9	1,1		1,0	1,4		5,5	5,8	**
ÇXSXE	12	14,8	0,5		0,2	0,3		1,0	1,1	
Hata	36	26,2			0,7			1,0		

*(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.49. Un çeşidi değişkenine ait hamurun renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Hamurun Renk Konsantrasyonu					
		L		+ a (Kırmızı)		+ b (sarı)	
		Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata
Buğday Unu	24	83,553	± 0,129 a	1,495	± 0,072 a	16,923	± 0,097 b
Çavdar Unu	24	81,428	± 0,129 b	0,942	± 0,072 b	16,189	± 0,097 c
Yulaf Unu	24	82,282	± 0,129 c	0,750	± 0,072 b	17,644	± 0,097 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.50'de görüldüğü gibi; en açık ekmek içi renk değerini buğday unu katkısı, en koyu rengi ise çavdar unu göstermiştir. -a yani yeşil renk konsantrasyonu bakımından en yüksek değeri çavdar unu göstermiş, buğday ve yulaf unları birbirine yakın değerler vermiştir. Sarı renk değeri +b bakımından karşılaştırıldığında ise en yüksek değeri yulaf unu göstermiş, buna karşın buğday ve çavdar unları birbirine yakın değerler vermiştir.

Çizelge 4.50. Un çeşidi değişkenine ait ekmek içi renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekmek İçi Renk Konsantrasyonu		
		L	- a (Yeşil)	+ b (sarı)
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	63,438 ± 0,254 a	0,453 ± 0,037 b	13,730 ± 0,222 b
Çavdar Unu	24	60,911 ± 0,254 c	0,758 ± 0,037 a	13,816 ± 0,222 b
Yulaf Unu	24	62,190 ± 0,254 b	0,402 ± 0,037 b	15,070 ± 0,222 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.51. Un çeşidi değişkenine ait ekmek kabuğu renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Un çeşidi	n	Ekmek Kabuğu Renk Konsantrasyonu		
		L	+ a (Kırmızı)	+ b (sarı)
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
Buğday Unu	24	49,094 ± 1,045 b	14,004 ± 0,173 a	24,167 ± 0,200 a
Çavdar Unu	24	46,227 ± 1,045 b	13,855 ± 0,173 a	23,044 ± 0,200 b
Yulaf Unu	24	55,866 ± 1,045 a	11,175 ± 0,173 b	24,254 ± 0,200 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.51’de görüldüğü gibi; en açık ekmek kabuğu renk değerini yulaf tam unu katkısı göstermiş, buğday ve çavdar tam unları birbirine yakın değerler vermiştir. Kırmızı renk (+a) değeri bakımından karşılaştırıldığında ise buğday ve çavdar katkılı ekmeklerin kabuk rengindeki kırmızı renk konsantrasyonu yulaf katkılı ekmeklerden yüksek çıkmıştır. Ekmek kabuğunun sarı renk değeri +b bakımından en yüksek değeri buğday ve yulaf tam unu katkılı ekmek göstermiştir.

Çizelge 4.52’de görüldüğü gibi; tam un seviyesi arttıkça hamurdaki L değeri azalmış yani renk koyulaşmış, -a değerindeki yeşil renk konsantrasyonu ile +b (sarı) renk konsantrasyonu artmıştır.

Çizelge 4.52. Tam un seviyesi değişkenine ait hamurun renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Hamurun Renk Konsantrasyonu					
		L		- a (Yeşil)		+ b (sarı)	
		Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata
0	18	86,452	± 0,149 a	0,125	± 0,083 d	16,532	± 0,112 c
10	18	83,556	± 0,149 b	0,703	± 0,083 c	16,793	± 0,112 bc
20	18	80,966	± 0,149 c	1,382	± 0,083 b	17,098	± 0,112 ab
30	18	78,711	± 0,149 d	2,039	± 0,083 a	17,251	± 0,112 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.53’de görüldüğü gibi; tam un seviyesi arttıkça ekmek içinin L değeri hamurda olduğu gibi azalmış yani renk koyulaşmış, a değerindeki yeşil renk konsantrasyonu ile b (sarı) renk konsantrasyonu artmıştır.

Çizelge 4.53. Tam un seviyesi değişkenine ait ekmek içi renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları..

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Renk Konsantrasyonu					
		L		- a (Yeşil)		+ b (sarı)	
		Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata
0	18	68,393	± 0,293 a	-1,205	± 0,042 d	12,628	± 0,256 c
10	18	63,220	± 0,293 b	0,062	± 0,042 c	14,097	± 0,256 b
20	18	59,375	± 0,293 c	1,183	± 0,042 b	14,572	± 0,256 b
30	18	57,729	± 0,293 d	2,109	± 0,042 a	15,526	± 0,256 a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.54. Tam un seviyesi değişkenine ait ekmek kabuğu renk konsantrasyonu değeri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Tam un Seviyesi (%)	n	Ekmek Kabuğu Renk Konsantrasyonu					
		L		+ a (Kırmızı)		+ b (sarı)	
		Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata
0	18	49,537	± 1,207 b	14,763	± 0,200 a	23,538	± 0,231 bc
10	18	49,031	± 1,207 b	14,232	± 0,200 a	24,601	± 0,231 a
20	18	49,412	± 1,207 b	12,212	± 0,200 b	24,026	± 0,231 ab
30	18	53,603	± 1,207 a	10,839	± 0,200 c	23,122	± 0,231 c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.54’de görüldüğü gibi; en yüksek L renk değerini %30 katkılı unlar göstermiş, %0, %10 ve %20 tam un katkı seviyeleri istatistiki olarak birbirlerinden farklı çıkmamıştır. En koyu kırmızı renk değeri (+ a) %0 ve %10 tam un katkılı ekmek kabuklarında gözlenmiş, tam un seviyesi arttıkça renkte bir açılma olmuş ve en açık renkli kabuğu %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. Ekmek kabuğundaki sarı renk konsantrasyonu %10 tam un katkılı olanlarda artmış, %20 tam un katkılı ekmek sabit kalmış, %30 tam un katkılı ekmek ise en düşük sarı renk konsantrasyonu göstermiştir.

Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.55, Çizelge 4.56 ve Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.55’de görüldüğü gibi; ekşi hamur seviyesi arttıkça hamurdaki L değeri artmış, en açık renk değerini %20 ekşi hamur katkılı hamur vermiş, %0 ve %10 ekşi hamur katkılı hamurlar istatistiki olarak birbirinden farksız çıkmıştır. -a (yeşil) renk konsantrasyonunda ise ekşi hamur seviyesinin artışı istatistiki olarak bir etkide bulunmamıştır. + b (sarı) renk konsantrasyonunda önce %10’da artma olmuş, daha sonra düşmüştür.

Çizelge 4.55. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait hamurun renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Hamurun Renk Konsantrasyonu					
		L		- a (Yeşil)		+ b (sarı)	
		Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata
0	24	82,299	± 0,129 b	1,117	± 0,072 a	16,940	± 0,097 ab
10	24	82,241	± 0,129 b	0,983	± 0,072 a	17,145	± 0,097 a
20	24	82,723	± 0,129 a	1,087	± 0,072 a	16,671	± 0,097 b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.56. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek içi renk konsantrasyonu değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek İçi Renk Konsantrasyonu					
		L		- a (Yeşil)		+ b (sarı)	
		Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata	Ort.	± St. Hata
0	24	61,293	± 0,254 c	0,598	± 0,037 a	14,310	± 0,222 a
10	24	62,216	± 0,254 b	0,542	± 0,037 ab	14,421	± 0,222 a
20	24	63,029	± 0,254 a	0,473	± 0,037 b	13,886	± 0,222 a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.56'da görüldüğü gibi; tam un seviyesi arttıkça ekmek içinin L renk değeri artmış, en yüksek L değerini %20 ekşi hamur katkılı ekmek içi vermiştir. – a değerinde (yeşil) katkı seviyesinin artmasına bağlı olarak bir azalma gözlenmiş, en yüksek yeşil renk konsantrasyonunu %20 ekşi hamur katkılı ekmek içi vermiştir. Ekşi hamur katkı seviyesindeki artış +b (sarı) renk konsantrasyonu üzerine istatistiki olarak etkide bulunmamıştır.

Çizelge 4.57'de görüldüğü gibi; ekşi hamur seviyesindeki artış, ekmek kabuğu L renk değer üzerinde istatistiki olarak etkili olmamıştır. + a (kırmızı) renk konsantrasyonu, ekşi hamur miktarının artışına bağlı olarak artmış, en düşük a renk değerini %0 kontrol ekşi hamur seviyesi yani ekşi hamurun katılmadığı ekmekler göstermiştir. %10 ve %20 ekşi

hamur seviyeleri +a (kırmızı) renk konsantrasyonu üzerine istatistiki olarak etkili olmamıştır. Ekmek kabuğu + b (sarı) renk konsantrasyonunda ise en yüksek değeri kontrol grubu (%0) ekmekler vermiştir. %10 ve %20 ekşi hamur seviyeleri +b (sarı) renk konsantrasyonu üzerin istatistiki olarak etkide bulunmamıştır.

Çizelge 4.57. Ekşi hamur seviyesi değişkenine ait ekmek kabuğu renk konsantrasyonu değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekşi Hamur Seviyesi (%)	n	Ekmek Kabuğu Renk Konsantrasyonu		
		L	+ a (Kırmızı)	+ b (sarı)
		Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata	Ort. ± St. Hata
0	8	51,819 ± 1,045 a	12,600 ± 0,173 b	24,358 ± 0,200 a
10	8	49,919 ± 1,045 a	13,207 ± 0,173 a	23,583 ± 0,200 b
20	8	49,449 ± 1,045 a	13,227 ± 0,173 a	23,525 ± 0,200 b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.46'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; hamur L değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS) Şekil 4.22'de, hamur L üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (SxE) Şekil 4.23'de, hamur a değeri üzerine önemli etkisi saptanan ($p < 0,05$) un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS) Şekil 4.24'de, hamur a değeri üzerine önemli etkisi saptanan ($p < 0,05$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (SxE) Şekil 4.25'de, hamur b değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS) Şekil 4.26'da, hamur b değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (SxE) Şekil 4.27'de verilmiştir.

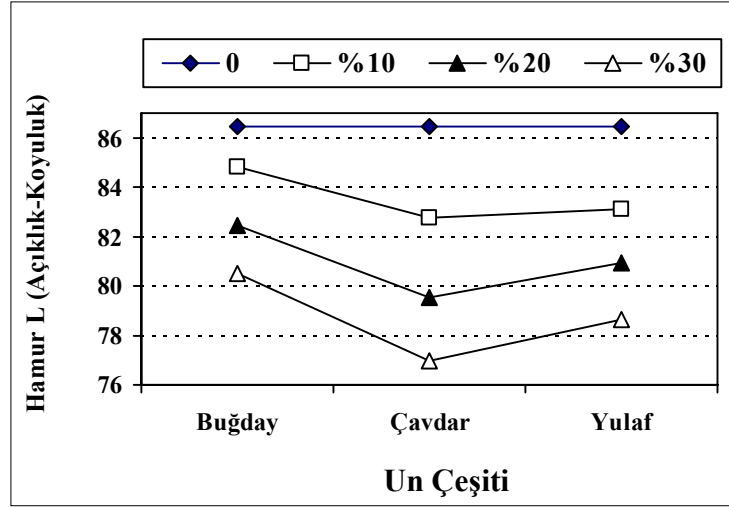
Çizelge 4.47'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi L değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS) Şekil 4.28'de, ekmek içi a değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p < 0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS) Şekil 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.48’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek kabuğu L değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.30’da, ekmek kabuğu a değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.31’de, ekmek kabuğu b değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS) Şekil 4.32’de, ekmek kabuğu b değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un çeşiti x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (ÇxE) Şekil 4.33’de, ekmek kabuğu b değeri üzerine çok önemli etkisi saptanan ($p<0,01$) un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE) Şekil 4.34’de verilmiştir.

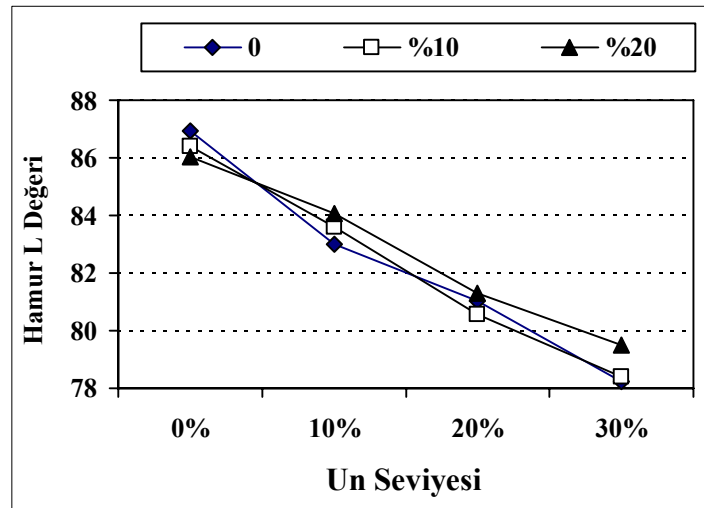
Şekil 4.22’de görüldüğü gibi; tam un seviyesinin artmasına paralel olarak kontrol grubu hamurlardan daha koyu renkli hamur L değerleri elde edilmiştir. Ekşi hamur seviyesindeki artış hamurun daha koyu renkli görünmesine neden olmuştur. En koyu renkli hamurlar %30 tam çavdar unu katkılılarda gözlenmiştir. Kontrolde sonra en açık renkli hamurları ise %10 tam un katkılı hamurlar göstermiştir.

Şekil 4.23’de görüldüğü gibi; tam un ve ekşi hamur seviyelerindeki artış hamurun L değerini düşürmüştür. Yani hamur rengi koyulaşmıştır. Renkteki koyulaşma, oranların artışına paralel olmuş, bütün ekmeklerde aynı oranda azalma izlenmiştir. En açık renkli hamur kontrol grubunda, en koyu renk ise %20 ekşi hamur ve %30 tam un katkılı ekmeklerde izlenmiştir.

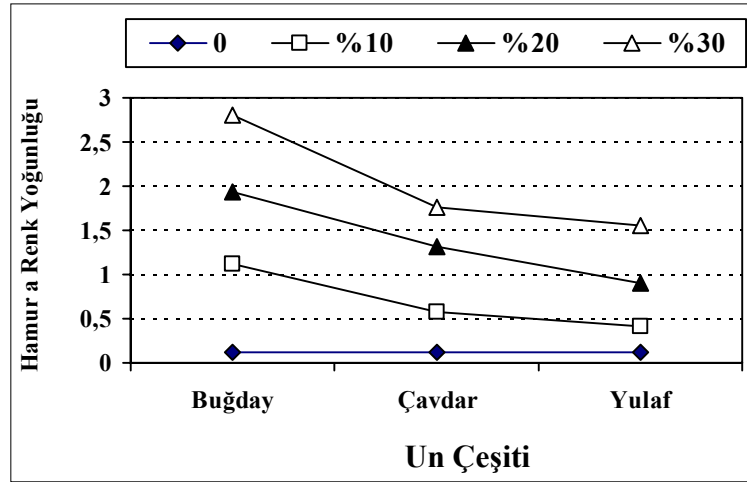
Şekil 4.24’de görüldüğü gibi; tam un seviyesindeki artış, buğday, çavdar ve yulaf unu katkılı hamurların a değerinin artmasına neden olmuştur. Ancak tam buğday unu katkılı hamurlardaki bu artış daha fazla olmuştur. Seviyeler arasında daha bariz farklılıklar gözlenirken, tam yulaf unu katkısında bu fark daha az olmuştur. En yüksek a renk değerini %30 buğday katkılı hamurlarda izlenmiştir.



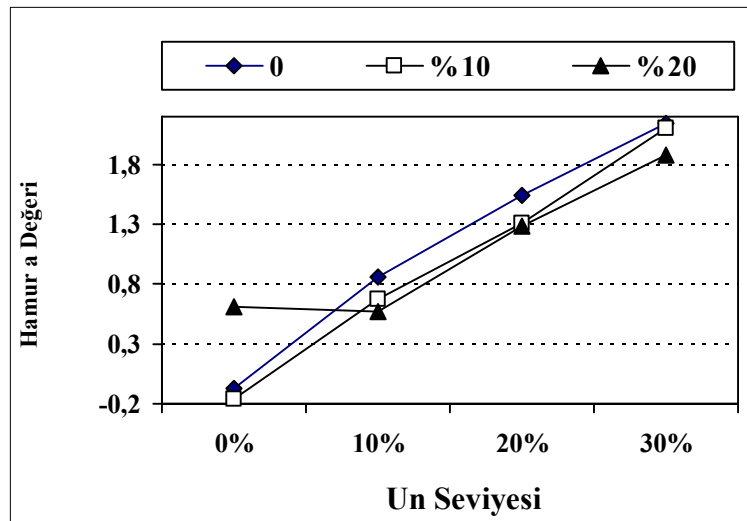
Şekil 4.22. Hamur L değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



Şekil 4.23. Hamur L değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).



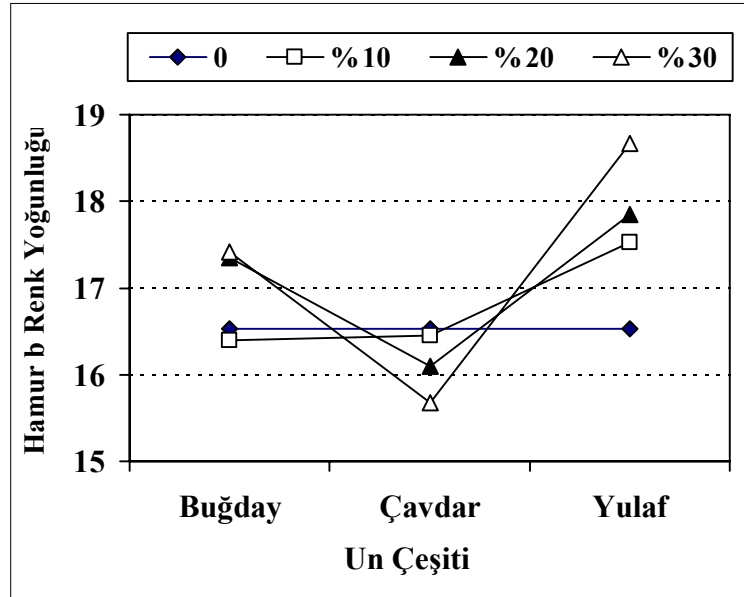
Şekil 4.24. Hamur a değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



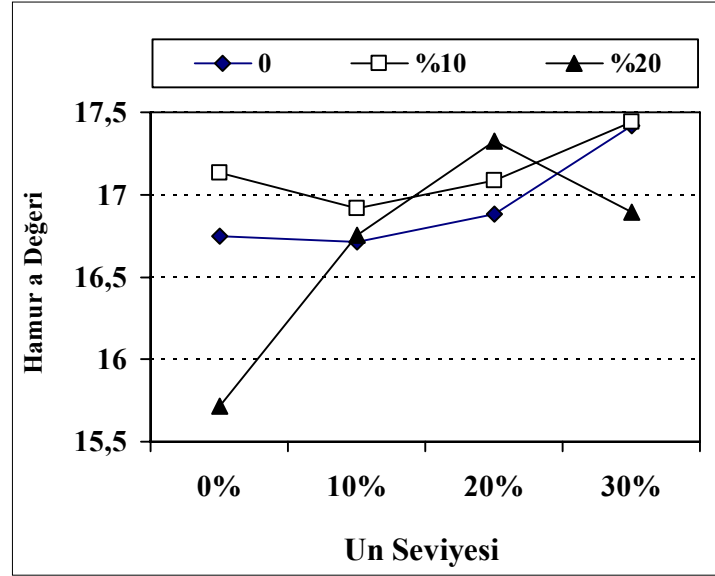
Şekil 4.25. Hamur a değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).

Şekil 4.25’de görüldüğü gibi; tam un ve ekşi hamur katkı seviyelerindeki artış, hamurların a değerinin artmasına neden olmuştur. En yüksek a renk değeri %30 tam un katkılı hamurlarda izlenmiştir.

Şekil 4.26’de görüldüğü gibi; tam buğday ve yulaf unu katkılı hamurların b renk değeri un seviyesindeki artışa bağlı olarak artmış, yulaf unu katkılı hamurlarda bu artış oldukça fazla olmuştur. Çavdar unu katkılı hamurların b renk değerinde ise kontrol seviyeden sonraki seviyelerde düşmüştür.



Şekil 4.26. Hamur b değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).

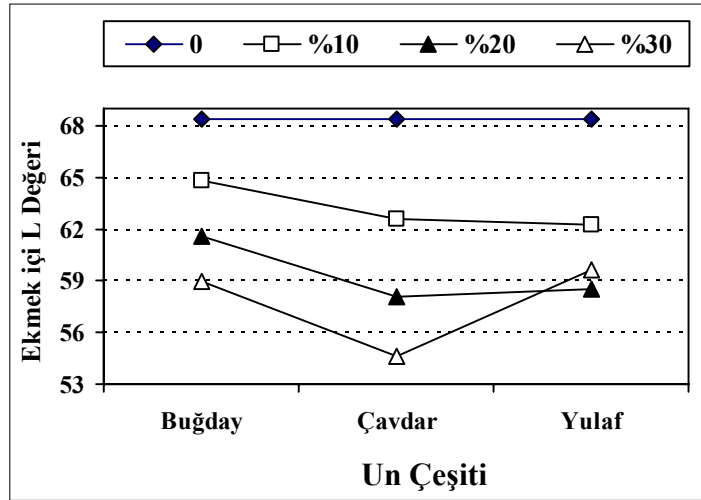


Şekil 4.27. Hamur b değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksiyonu (SxE).

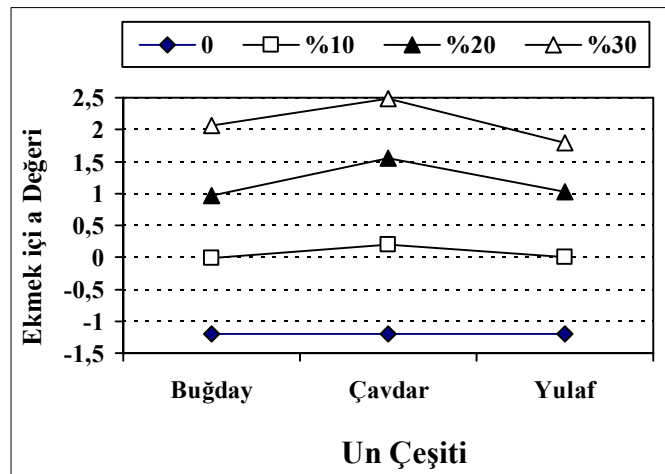
Şekil 4.27’de görüldüğü gibi; tam un katkı seviyesi arttıkça hamurun a değerinde artma olmuş, ekşi hamur katkısıyla da bu daha da netlik kazanmış, ancak, %20 ekşi hamur ve %0 ve %30 tam un katkı seviyelerinde kontrolün atkında bir değer vermiştir.

Şekil 4.28’de görüldüğü gibi; tam un seviyesinin artmasına paralel olarak kontrol grubu ekmeklerden daha koyu renkli ekmek L değerleri elde edilmiştir. Ekşi hamur seviyesindeki artış ekmek için daha koyu renkli görünmesine neden olmuştur. En koyu renkli ekmek içi %30 tam çavdar unu katkılılarda gözlenmiştir. Kontrolde sonra en açık renkli hamurları ise %10 tam un katkılı hamurlar göstermiştir.

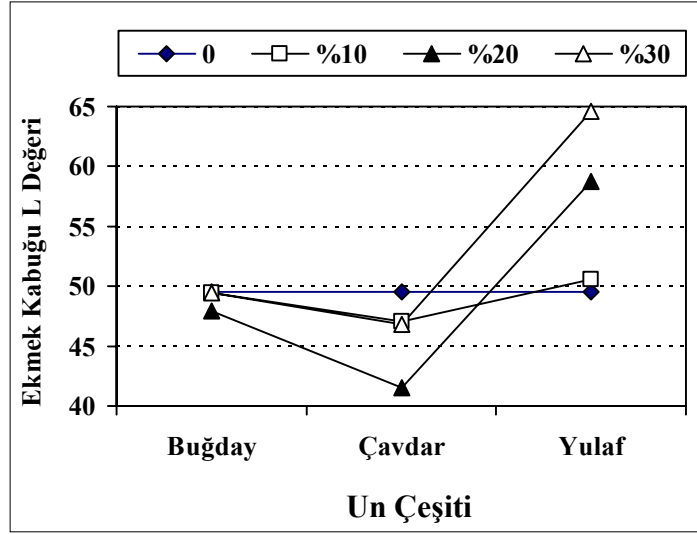
Şekil 4.29’da görüldüğü gibi; tam un seviyesindeki artış, buğday, çavdar ve yulaf unu katkılı ekmeklerin a değerinin artmasına neden olmuştur. Çavdar tam unu katkılı ekmeklerdeki artış diğer iki çeşit undan yapılan ekmeklerden daha fazla olmuştur.



Şekil 4.28. Ekmek içi L değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).



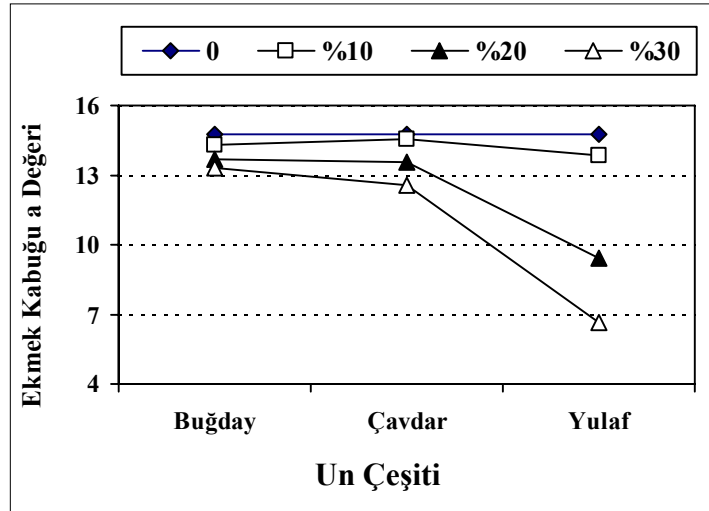
Şekil 4.29. Ekmek içi a değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS)



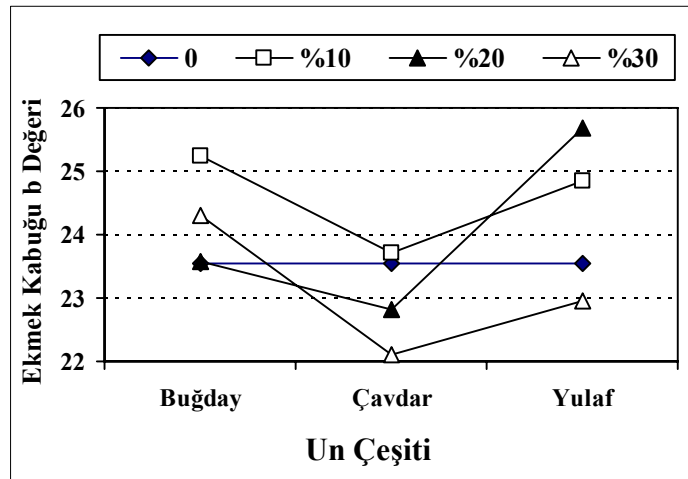
Şekil 4.30. Ekmek kabuğu L değeri üzerine etkili olan un çeşiti x un seviyesi interaksyonu (ÇxS).

Şekil 4.30'da görüldüğü gibi; en fazla çavdar unu katkılı ekmeklerin, daha sonra da yulaf katkılı ekmeklerin seviye artışına bağlı olarak ekmek kabuğunda koyuluk azalmış, ancak yulaf unu katkılı ekmeklerde bunun tam tersi bir durum izlenmiştir. Hatta yulaf unu katkı seviyesi arttıkça ekmek kabuğundaki açık renk konsantrasyonu da artmıştır.

Şekil 4.31'de görüldüğü gibi; tam un seviyesindeki artış, buğday, çavdar ve yulaf unu katkılı ekmeklerin a değerinin düşmesine neden olmuştur. Yani kontrol grubu ekmeklerin kabuğundaki kırmızı renk konsantrasyonu çavdar ve yulaf unu katkılı ekmeklerinkinden düşük değer vermiştir. Tam un katkı seviyesinin artması sonucu buğday unundan yapılan ekmeklerin kabuğunda meydana gelen kırmızı renk konsantrasyondaki düşme, çavdar unundan yapılan ekmek kabuklarında biraz daha fazla olmuş, en çok yulaf tam un katkılılarda gözlenmiştir. En kırmızı ekmek kabuğunu kontrol grubu ekmek vermiş, kırmızı renk konsantrasyonu en düşük ise %30 yulaf tam un katkılı ekmek kabuklarında tespit edilmiştir.



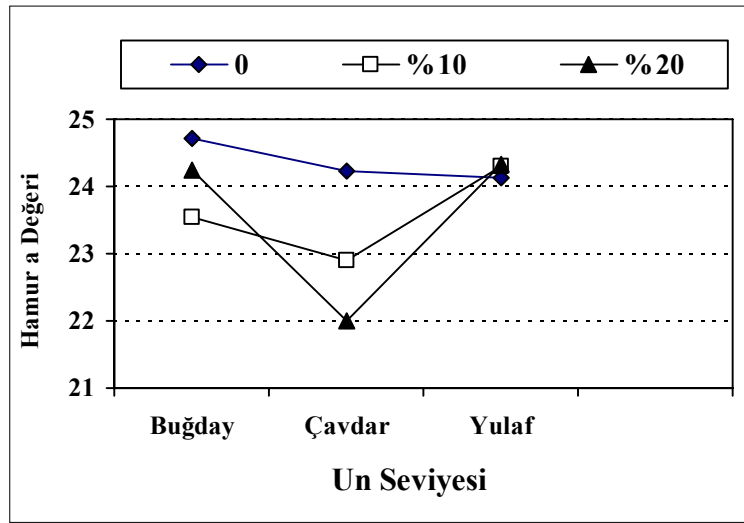
Şekil 4.31. Ekmek kabuğu a değeri üzerine etkili olan un çeğiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).



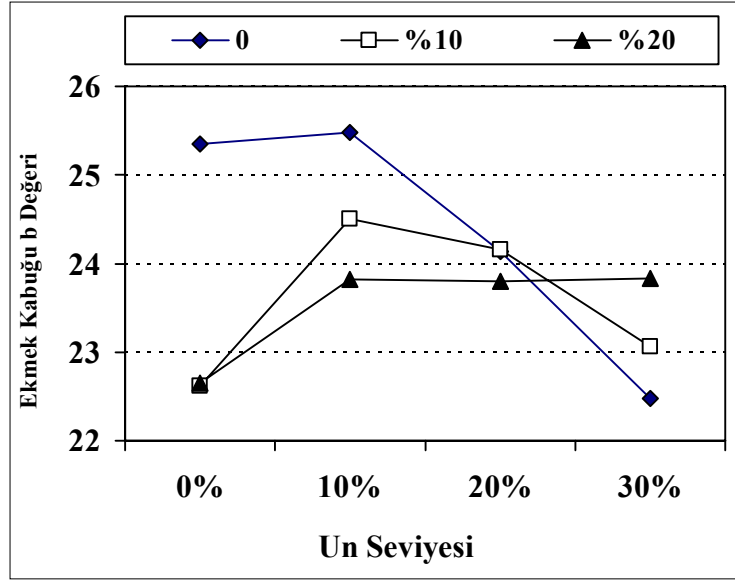
Şekil 4.32. Ekmek kabuğu b değeri üzerine etkili olan un çeğiti x un seviyesi interaksiyonu (ÇxS).

Şekil 4.32’de görüldüğü gibi; tam buğday unu katkılı ekmeklerin b değerinde önce bir artma olmuş, %10 seviyesinden sonra düşerek kontrole yakın değerler vermiştir. Çavdar unu katkılı unlarda da önce %10 seviyesinde biraz artma olmuş, ancak %20 ve %30 seviyelerinde kontrolün çok altında b değeri vermiştir. Yulaf katkılı unlarda %10 ve %20 katkılı ekmeklerde seviyenin artışına bağlı olarak b değerinde artma olmuş, ancak %30 yulaf tam unu katkılı ekmeklerin b değeri kontrolün altında bir değer vermiştir.

Şekil 4.33’de görüldüğü gibi; tam buğday ve çavdar unlu ekşi hamur katkılı ekmeklerin b değeri kontrolün altında çıkmıştır. En düşük ekme kabuğu b değerini %20 ekşi hamur katkılı çavdar unlu ekmekler vermiştir. Yulaf tam unu katkısı ekme kabuğu b değerinde pek önemli bir değişiklik göstermemiştir.



Şekil 4.33. Ekme kabuğu b değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).



Şekil 4.34. Ekmek kabuğu b değeri üzerine etkili olan un seviyesi x ekşi hamur seviyesi interaksyonu (SxE).

Şekil 4.34'de görüldüğü gibi; %0, %10 ve %20 ekşi hamur katkılı ekmeklerin %10'luk tahıl seviyelerinde önce bir artma olmuş, %0 ve %10 ekşi hamur katkılı ekmeklerin kabuk b değeri un seviyesinin artışıyla azalmıştır. Fakat, %0 ekşi hamur katkılı ekmeklerin %10, %20 ve %30 tam un seviyelerinde birbirlerine yakın değerler vermediği görülmüştür.

5. SONUÇLAR

Tüm dünyada ve ülkemizde eskiden olduğu gibi günümüzde de ekmek, beslenmede ön sıradaki yerini korumaktadır. Tüketimi, ekonomik ve sosyal koşullara bağlı olarak değişim gösterse de ekmeğin gelecekte de önemini sürdüreceğinin kesinliği kaliteli ekmek üretmek için yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur. Ekmek üretiminde kullanılan en popüler metot indirekt hamur metodu olan ekşi hamur ekmek yapım yöntemidir. Buna paralel olarak son yıllarda ekşi hamur ekmeği üzerinde birçok çalışma yapılmıştır.

Bu araştırmada normal undan yapılan hamura belli oranlarda ekşi hamur ile beraber tam buğday, çavdar ve yulaf unları katılarak geleneksel yaş pres maya ile üretilen Francala ekmeklerinin bazı kalite özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Buğday, çavdar ve yulaf unu katılarak yapılan ekmekler üretilmiş, bu ekmekler 1, 3 ve 5 gün süresince depolanmış ve depolama süresi biten ekmekler analize tabi tutulmuştur.

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

1. En düşük ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerini farklı oranlarda ilave edilen tam yulaf unu katkılı ekmekler vermiştir. Buğday ve çavdar tam unu katkılı ekmekler ise tam yulaf unu katkılı ekmeklerden daha ağır değerler verdiği gözlenmiştir. Hacim ve spesifik hacim değerlerinde en yüksek değerleri sırasıyla buğday ve çavdar unu katkılı ekmekler vermiştir.

2. 1. ve 5. gün ekmek içi nem miktarları üzerine un çeşidinin istatistiki olarak etkisi olmamıştır. Buğday unu katkılı ekmeklerdeki nem oranı diğer ekmek çeşitlerinden düşük çıkmıştır.

3. Yulaf katkılı ekmeklerin gözenek yapısı en düşük, onu sırasıyla çavdar ve buğday katkılı ekmekler göstermiştir.
4. En düşük ekmek ağırlığını veren kontrol grubu ekmekleri verirken, en yüksek ekmek ağırlığını %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. Tam un seviyelerindeki artışa bağlı olarak ekmek hacmi ve spesifik hacimde birbirine paralel olarak azalış olmuştur. En yüksek hacim ve spesifik hacim değerlerini % 0 tam un katkılı ekmekler verirken, en düşük değerleri ise %30 katkılı ekmekler göstermiştir.
5. Tam un seviyelerindeki artışa paralel olarak, un karışımındaki buğday ununun dolayısıyla glutenin oranı düşmekte, bu nedenle hacim ve spesifik hacimde de bir azalma olmaktadır. Ayrıca tam undaki selüloz materyali daha fazla suyu absorbe ettiği ve ekmeğin iskelet yapısını olumsuz yönde etkilediği için, gözenek yapısı da bozulmakta neticede az hacimli, biraz daha ağır ekmek elde edilmektedir.
6. 1., 3. ve 5. gün ekmek içi nem miktarları, tam un seviyesi artışına bağlı olarak artmıştır. Bunun nedeni seviyenin artmasına bağlı olarak selüloz kısmının artması ve daha fazla suyu absorbe etmesiyle açıklanabilir. Ayrıca depolama süresinin artmasına bağlı olarak nem miktarının da azaldığı görülmektedir. Bu durumda ekmek içi nem depolama süresince kabuğa, kabuktan atmosfere transferiyle açıklanabilir.
7. Tam un seviyesinin artışına paralel olarak ekmek içi gözenek yapısı bu durumdan olumsuz yönde etkilenmiştir. En iyi ekmek içi gözenek yapısını kontrol ekmekler (%0) verirken, en düşük gözenek yapısını %30 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. Bu durum selüloz ve lifin artışına bağlı olarak gluten yapısının bozulmasıyla ve gaz tutma kapasitesinin olumsuz yönde etkilenmesi sonucu ekmek hacminin azalması açıklanabilir.
8. Ekşi hamur miktarındaki artışa bağlı olarak ağırlık, hacim ve spesifik hacimde de bir artış olmuş, ancak hacim ve spesifik hacimdeki bu artış istatistiki olarak önemli olmamıştır.

9. %10 ve %20 ekşi hamur ilavesiyle sadece 1. gün ekmek içi nem miktarında azalma olmuş, 3. ve 5. gün ekmek içi nem miktarları ekşi hamurun ilavesiyle istatistiki olarak etkilenmediği görülmektedir.

10. Ekşi hamur ilavesindeki artışın gözenek değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli olmadığı, gözenek yapısını olumlu veya olumsuz yönde etkilemediği görülmektedir.

11. Yulafın 1. gün ekmek içi pH değeri buğday ve çavdarınkinden düşük çıkmış, buğday ve çavdar un katkılılarda birbirine yakın değerler gözlenmiştir. 3. günde ise her üç tam un çeşidi katkılı ekmeklerin pH değerleri istatistiksel olarak birbirinden farksız çıkmış, ancak 5. günde en yüksek değeri yulaf katkılı ekmek vermiş, onu sırasıyla çavdar ve buğday tam un katkılı ekmekler izlemiştir. Her üç un çeşidi katkılı ekmeklerin depolanması sonucu ekmek içi pH değerlerinde artış izlenmiştir.

12. En yüksek hamur pH değerini buğday tam un katkılı olanlar, en düşük pH değerini ise yulaf katkılılar vermiştir.

13. 1. ve 3. gün ekmek içi pH değerlerinde %0 ve %10 katkılılarda bir farklılık olmamış, %20 ve %30 tam un katkıları ekmek içi pH değerinin düşmesine neden olmuştur. 5. günde ise %10, %20 ve %30 seviyeleri aynı oranda kontrole göre biraz yüksek pH değeri vermiştir. Her dört katkı seviyesiyle yapılan ekmeklerin depolanması sonucu pH değerlerinde artış izlenmiştir.

14. %0 ve %10 tam un katkısı hamur pH'sını pek etkilemezken, %20 ilave biraz artırmış, en yüksek hamur pH değerini ise %30 katkılı hamur vermiştir.

15. Ekşi hamur seviyelerinin hiçbirinde ekmek içi pH değerlerinin değişmediği gözlenmiştir.

16. %10 ve %20 oranlarında ekşi hamur katkısının kontrol hamur pHsını aynı oranda düşürdüğü görülmüştür.

17. Tam un seviyesi değişkenine bağlı olarak 1. ve 3. gün %20-30 ve son olarak 5. gün %10 un seviyeli ekmeğin en düşük pH değerlerini göstermiştir. pH değerleri gün geçtikçe bütün örneklerde artış göstermiştir.

18. Tam un seviyeleri artırıldıkça gözenek yapısında bozulmalar görülmektedir. Bunun nedeni olarak tam un miktarının artışı ile paralel olarak lif miktarındaki artış gösterilebilir.

19. Tam un seviyesini %20'ye kadar artışında ekmeğin ağırlığının herhangi bir değişiklik olmazken, seviye %30'a çıktığında ekmeğin ağırlığında bir artış olmuştur. Tam un seviyesi arttıkça ekmeğin hacmi ve spesifik hacimde düşme izlenmiş en yüksek değerleri kontrol (%0) ekmeğini verirken en düşük değerleri ise %30 katılı ekmeğin göstermiştir.

20. Tam un seviyesi arttıkça 1., 3. ve 5. gün ekmeğin içi nem miktarlarında artış olmuştur. Bunun nedeni seviyenin artmasına bağlı olarak selüloz kısmının artması ve daha fazla suyu absorbe etmesiyle açıklanabilir. Depolama süresinin artmasına bağlı olarak nem miktarının azaldığı görülmektedir. Bu durumda ekmeğin içi nem depolama süresince kabuğa, kabuktan dışarıya uzaklaşmasıyla açıklanabilir.

21. Tam un seviyesinin artışına paralel olarak ekmeğin içi gözenek yapısında bozulmalar olduğu görülmektedir. En iyi ekmeğin içi gözenek yapısını kontrol ekmeğini verirken en düşük gözenek yapısını %30 seviyeli ekmeğin vermiştir. Bunun nedeni selüloz ve lifli materyalin artışına bağlı olarak gluten yapısına daha çok iştirak etmeleri sonucu, gaz tutma kapasitesi etkilendiğinden hacminde bir azalma olmuş, dolayısıyla ekmeğin içi gözenek yapısında da bozulmalara neden olmuş olabilir.

22. 1., 3. ve 5. günlerdeki en yumuşak ekmek içini buğday tam unu katkılı ekmekler, en sert değeri de yulaf katkılı ekmekler vermiştir.

23. 1. ve 3. gün ekmek içi yumuşaklık değerleri tam un seviyesi arttıkça azalmış, en yumuşak değeri %0 katkı seviyesi, en düşük yani en sert PB değerini ise %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. 5. gün ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine tam un katkı seviyesinin bir etkisi olmamıştır.

24. 1. ve 3. gün ekmek içi sertlik değerleri tam un seviyesi arttıkça artmış, en yumuşak değeri %0 katkı seviyesi, en düşük yani en sert ekmek içi değerini de %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. 5. gün ekmek içi sertlik değeri üzerine tam un katkı seviyesinin bir etkisi olmamıştır. Her dört katkı seviyesiyle yapılan ekmeklerin depolanması sonucu ekmek içi sertlik değerinde bir artmanın olduğu izlenmiştir.

25. Ekşi hamur seviyesinin artması sonucu 1., 3. ve 5. gün ekmek içi yumuşaklık değerinde az da olsa bir artış gözlenmiştir. En düşük ekmek içi yumuşaklık değerini %0 katkılı kontrol ekmekler vermiştir. Buna göre ekmek içi yumuşaklık değerinde görülen artışın ekşi hamurdaki laktik asitin, jelatinize olmuş nişasta granülünün sertliğini düşürmesi ile açıklanabilir.

26. Değişik seviyelerde ekşi hamur ilavesi ile 1., 3. ve 5. gün ekmek içinin sertleştiği tespit edilmiş, ancak ekmek içi sertlik değerindeki artış 3. ve 5. günlerde istatistiki olarak önemli çıkmamıştır.

27. Ekşi hamur gluten ağını kuvvetlendirmiş ve yapıyı çok daha esnek ve dayanıklı bir hale dönüştürmüş olabilir. Buna ilave olarak yulafın lifli yapısı ekmeği gün geçtikçe daha sert bir yapıya sokmuştur.

28. 1., 3. ve 5. günlerdeki en esnek ekmek içini buğday tam unu katkılı ekmekler, en az esnek değerini de yulaf katkılı ekmekler vermiştir. Her üç un çeşitinde depolama süresine bağlı olarak ekmek içi esneklik değerinde bir azalma olmuştur.

29. 1., 3. ve 5. günlerdeki en yapışkan ekmek içini buğday tam unu katkılı ekmekler, en az yapışkan ekmek değerini de yulaf katkılı ekmekler vermiştir. Her üç un çeşitinde depolama süresine bağlı olarak ekmek içi yapışkanlık değerinde bir azalma olmuştur.

30. 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi çığnenme değerinde en yüksek değeri buğday tam un katkılı ekmekler vermiştir. 1. günde çavdar ve yulaf tam un katkılı ekmekler buğday katkılıdan daha düşük çığnenme özelliği göstermiştir. 3. gün depolamada hiç bir tam un çeşiti birbirinden farklı sonuç vermemiş, ancak 5. gün depolamada en düşük çığnenme özelliğini yulaf tam un katkılı ekmekler vermiştir.

31. 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi esneklik değerinde en yüksek değeri % 0 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. Ayrıca tam un katkı seviyesi arttıkça ekmek içi esneklik değerinde azalma izlenmiştir. 1. günde %10, %20 ve %30 tam un katkıları istatistiki olarak birbirinden farksız çıkmıştır. 3. ve 5. gün ekmeklerde ise en yüksek esneklik değerini %0 kontrol seviyesi verirken, onu sırasıyla %10, %20 ve %30 tam un katkı seviyeleri izlemiştir. Ancak %20 ile %30 katkı seviyeleri ekmek içi esneklik üzerine istatistiki olarak aynı etkiyi göstermiştir.

32. 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi yapışkanlık değerinde en yüksek değeri %0 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. Ayrıca tam un katkı seviyesi arttıkça ekmek içi yapışkanlık değerinde düşme izlenmiştir. 3. ve 5. günlerde %20 ile %30 tam un katkı seviyeleri ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine istatistiki olarak aynı etkiyi göstermiştir.

33. 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi çığnenme özelliğinde en yüksek değeri %0 tam un katkı seviyeli ekmekler vermiştir. 1. günde tam un katkı seviyesi arttıkça ekmek içi yapışkanlık özelliğinde azalma olmuş, en düşük değeri de %30 tam un katkı seviyesi vermiştir. 3. ve 5. günlerde ise yine en yüksek ekmek içi yapışkan özelliği %0 kontrol ekmekleri , en düşük değeri ise %30 tam un katkı seviyesi vermiştir. Ancak, %20 ile %30 katkı seviyeleri ekmek içi yapışkanlık üzerine istatistiki olarak aynı etkiyi göstermiştir.

34. Ekşi hamur seviyesindeki artış 1. ve 3. gün muhafaza edilen ekmek içi esneklik değerinde istatistiksel olarak etkili olmamıştır. 5. günde seviyedeki artışa bağlı olarak çok az bir artış gözlenmiştir.

35. Ekşi hamur seviyesindeki artış, 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi yapışkanlık değerinde de yükselmeye neden olmuştur. 1. günde en düşük ekmek içi yapışkanlık değerini %0 seviyeli kontroller, en yüksek değeri ise %20 ekşi hamur ilavesi vermiştir. Ekşi hamur ilavesindeki artış, 3. günde istatistiki olarak etkili olmamıştır. 5. günde ise ekşi hamur seviyesindeki artış çok az da olsa ekmek içi yapışkanlık değerinde artmaya neden olmuştur.

36. Ekşi hamur seviyesindeki artış 1., 3. ve 5. gün muhafaza edilen ekmek içi çiğnenme üzerine istatistiki olarak etkili olmamıştır.

37. Ekmek içi esneklik, yapışkanlık ve çiğnenme özellikleri üzerine buğday unundaki gluten yapısı etkili olmuş olabilir. Tam un seviyesinin artmasıyla gluten oranı nisbi olarak azalmış, kepek yani selüloz ve lif oranı artmış, neticede bu parametrelerde de vir azalma olmuştur.

38. Un çeşidine bağlı olarak lif miktarında ki artışla paralel olarak ekmek içi esnekliğinde azalma olmuş olabilir. Bu azalma depolama süresinin uzamasıyla da devam etmiştir. Ayrıca ekmek içi yapışkanlıkta un çeşidine, unun oranına ve depolama süresine göre de azalma göstermiştir.

39. Ekmek içi çiğnenebilirlikte buğday unu katılan ekmekte yüksek bir değer çıkmıştır. Bu değer depolama süresi ile paralel olarak azalma olmuştur ama çavdar ve yulaf unu katılan ekmeklerde bu oran düşük çıkmasına rağmen depolama süresi ile fazla bir düşüş gözlenmemiştir.

40. Tam un seviyesi değişkenine ait TPA ile ölçülen Ekmek İçi Esneklik değerlerinde tam un seviyesi arttıkça esnekliğin azaldığı gözlenmektedir. Ayrıca depolama süresi

arttıkçada esneklik değeri azalmaktadır. Buda su kaybından ve yapının lifli olmasından kaynaklanabilir.

41. Tam un seviyesi fazla olan ekmeklerde daha düşük yapışkanlık değerine sahiptir. Buradan da ekmek içi kırılmalılığın tam un seviyesi arttıkça azaldığı gözlenmiştir. Buna ilave olarak depolama süresi arttıkçada bu değer daha da azalmaktadır.

42. Çiğnenebilirlik değeri tam un seviyesinin artmasıyla azalmakta ve üstüne üstlük depolama süresinin uzamasıyla da bu değer daha da düşmektedir.

43. En açık renk değerini (L) buğday unu katkılı hamur, en koyu rengi ise yulaf unu katkılılar göstermiştir. +a yani yeşil renk konsantrasyonu bakımından en yüksek değeri buğday unu göstermiş, çavdar ve yulaf unları birbirine yakın değerler vermiştir. Sarı renk değeri (+b) bakımından karşılaştırıldığında ise en yüksek değeri yulaf unu, yulaf ununu sırasıyla da buğday ve çavdar unları izlemiştir.

44. En açık ekmek içi renk değerini buğday unu katkısı, en koyu rengi ise çavdar unu göstermiştir. +a yani yeşil renk konsantrasyonu bakımından en yüksek değeri çavdar unu göstermiş, buğday ve yulaf unları birbirine yakın değerler vermiştir. Sarı renk değeri (+b) bakımından karşılaştırıldığında ise en yüksek değeri yulaf unu göstermiş, buna karşın buğday ve çavdar unları birbirine yakın değerler vermiştir.

45. En açık ekmek içi renk değerini yulaf unu katkısı göstermiş, buğday ve çavdar unları birbirine yakın değerler vermiştir. Kırmızı renk (+a) değeri bakımından karşılaştırıldığında ise buğday ve çavdar katkılı ekmeklerin kabuk rengindeki kırmızı renk konsantrasyonu yulaf katkılı ekmeklerden yüksek çıkmıştır.

46. Ekmek kabuğunun sarı renk değeri (+b) bakımından en yüksek değeri buğday ve yulaf unu katkılı ekmek göstermiştir.

47. Tam un seviyesi arttıkça hamurdaki L değeri azalmış yani renk koyulaşmış, a değerindeki yeşil renk konsantrasyonu ile b (sarı) renk konsantrasyonu artmıştır.

48. Tam un seviyesi arttıkça ekmek içinin L değeri hamurda olduğu gibi azalmış yani renk koyulaşmış, -a değerindeki yeşil renk konsantrasyonu ile +b (sarı) renk konsantrasyonu artmıştır.

49. Çizelge 4.54'de görüldüğü gibi; en yüksek L renk değerini %30 katkılı tam unlar göstermiş, %0, %10 ve %20 tam un katkı seviyeleri istatistiki olarak birbirlerinden farklı çıkmamıştır. En koyu kırmızı renk değeri (+a) %0 ve %10 tam un katkılı ekmek kabuklarında gözlenmiş, tam un seviyesi arttıkça renkte bir açılma olmuş ve en açık renkli kabuğu %30 tam un katkılı ekmekler vermiştir. Ekmek kabuğundaki sarı renk konsantrasyonu %10'da artmış, %20'de sabit kalmış, %30'da ise en düşük sarı renk konsantrasyonu göstermiştir.

50. Ekşi hamur seviyesi arttıkça hamurdaki L değeri artmış, en açık renk değerini %20 ekşi hamur katkılı hamur vermiş, %0 ve %10 ekşi hamur katkılı hamurlar istatistiki olarak birbirinden farksız çıkmıştır. -a (yeşil) renk konsantrasyonunda ise ekşi hamur seviyesinin artışı istatistiki olarak bir etkide bulunmamıştır. +b (sarı) renk konsantrasyonunda önce %10'da artma olmuş, daha sonra düşmüştür.

51. Tam un seviyesi arttıkça ekmek içinin L değeri artmış, en yüksek L değerini %20 ekşi hamur katkılı ekmek içi vermiştir. -a değerinde (yeşil) katkı seviyesinin artmasına bağlı olarak bir azalma gözlenmiş, en yüksek yeşil renk konsantrasyonunu %20 ekşi hamur katkılı ekmek içi vermiştir. Ekşi hamur katkı seviyesindeki artış +b (sarı) renk konsantrasyonu üzerine istatistiki olarak etkide bulunmamıştır.

52. Ekşi hamur seviyesindeki artış, ekmek kabuğu L renk değer üzerinde istatistiki olarak etkili olmamıştır. +a (kırmızı) renk konsantrasyonu, ekşi hamur miktarının artışına bağlı olarak artmış, en düşük a renk değerini %0 kontrol ekşi hamur seviyesi yani ekşi hamurun katılmadığı ekmekler göstermiştir. %10 ve %20 ekşi hamur

seviyeleri +a (kırmızı) renk konsantrasyonu üzerin istatistiki olarak etkili olmamıştır. Ekmek kabuğu +b (sarı) renk konsantrasyonunda ise en yüksek değeri kontrol grubu (%0) ekmekler vermiştir. %10 ve %20 ekşi hamur seviyeleri +b (sarı) renk konsantrasyonu üzerin istatistiki olarak etkide bulunmamıştır.

Bütün bulgular ışığında en iyi ekmekler kontrol grubu ekmekleridir. Diğer ekmeklere oranla çok daha iyi sayısal değerlere sahip olduğu sonucuna varmak mümkündür. Hatta ekmek bayatlamasını araştırmada dokusal ve fizikokimyasal özelliklerin yanında duyusal özelliklerin de oldukça önemli olduğu açıktır. Aroma ve tat açısından panel testine verilmesi uygun olacaktır.

Netice itibari ile geleneksel ve modern ekşi hamur ekmeği üretimi daha doğal, sağlıklı, geç bayatlayan ve ekonomik yiyeceklere olan tüketici talep artışı nedeniyle çok fazla önem kazanmıştır. Bu nedenlerden dolayı ekşi hamur ekmeği tüketicilere önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları (II. Baskı). Sim Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 522 s.
- Anonim, 2002a. <http://www.botham.co.uk/bread/history1.htm>
- Anonim, 2002b. <http://angelfire.com/ab/bethsbread/FrontPage.html>
- Anonim, 2002c. <http://www.nyx.net/dgreenw/whatisthemicrobiologyofsan.html>
- Anonim, 2002d. <http://www.nyx.net/dgreenw/whatisthedifferencebetween.html>
- Armero, E. and Collar, C., 1996. Antistaling additives, flour type and sourdough process effects on functionality of wheat doughs. *J. Food Sci.*, 61 (2), 299-303.
- Aykroyd, W. R. and Doughty, J., 1970. Wheat in Human Nutrition. *FAO Studies*. No: 23, ITALY, 163s.
- Baik, M.Y. and Chinachoti, P., 2000. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling. *Cereal Chem.*, 77 (4), 484-488.
- Barber, S., Baguena, R., Benedito de Barber, C. and Martinez-Anaya, M.A., 1991. Evolution of biochemical and rheological characteristics and breadmaking quality during a multistage wheat sourdough process. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 192, 46-52.
- Blanshard, J.M.V., Frazier, P.J. and Galliard, T. 1988. *Chemistry and Physics of Baking*. Royal Society of Chemistry. ENGLAND, 276s.
- Brümmer, C.M. and Lorenz, K., 1991. European developments in wheat sourdoughs. *Cereal Foods World*, 36 (3), 310-314.
- Carr, L.G. and Tadini, C.C., 2003. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.* 36, 609-614.
- Chakraverty, A., 2003. *Handbook of postharvest technology: cereals, fruit, vegetables, tea and spices*.
- Cheryan, M., 1980. Phytic Acid Interaction in Food Systems. *Critical Review in Food*, 13: 297-300.
- Chiron, H. and Godon, B., 1994. Historique de la panification, p. 4-45. In R. Guinet and B. Godon (ed.), *La Panification Francaise*. Lavoisier, Paris.
- Collar, C., Mascaros, A.F. and Benedito de Barber, C., 1991. Changes in free amino acids during fermentation of wheat dough started wheat pure culture of lactic acid bacteria. *Cereal Chem.*, 68, 66-72.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J., 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J. Food Sci.* 63, 347-351.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J., 2000. Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *J. Agric. Food Chem.* 48, 3044-3051.
- D'Appolonia, B.L. and Youngs, V.L., 1978. Effects of bran and high protein concentrate from oats on dough properties and bread quality. *Cereal Chemistry*, 55 (5): 736-743.
- Değrimencioğlu, G.Ö., 1996. Türkiye'de yetiştirilen bazı yulaf çeşitlerinin fiziksel, kimyasal özellikleri ve ekmek yapımına uygunluğu.

- Dikbaşı, N., 2003. Vakfikebir ekmeğinin mikroflora ve aroma maddelerinin tespiti. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Dubois, D.K., 1978. The Practical Application of Fiber Materials in Bread Production. *The Bakers Digest*, 5 (2): 30-36.
- Dupaigne, B., 1999. The history of bread. New York: Harry N. Abrams.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2003. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, s:376.
- Ercan, R. ve Veliöğlü, S., 1990. Başlıca Buğday Çeşitlerinin ve Unlarının Mineral Madde Kompozisyonu. *Doğa Tarım ve ormancılık Dergisi*, 14 (4): 393-400.
- Ercan, R. ve Bildik, E., 1993. Ekmeğın bayatlaması ve etki yapan önemli faktörler. *Un Mamülleri Dünyası*, 2 (1), 10-14.
- Ertugay, Z., 1982. Buğday, un ve ekmek arasındaki kalite ilişkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 13, Sayı: 1-2, Sayfa: 165-176.*
- Ertugay, Z., Elgün, A., Koca, A.F. ve Kotancılar, G., 1988. Türk Tipi Francala Ekmek Üretiminde Geleneksel Hamur Sisteminin Etkisi Üzerine Araştırmalar. "I. Ulusal Biyoteknoloji Simpozyumu" (5-7 Eylül, Ankara), s 191.
- Ertugay, Z., Elgün, A., Aydın, F. ve Kotancılar, G., 1991. Ekmek üretiminde sıvı ferment yönteminin katkı ve süre bakımından optimizasyonu üzerine bir araştırma. *Doğa*, 15 (3), 653-660.
- Every, D., Gerrard, J.A., Gilpin, M.J., Ross, M. and Newberry, M.P., 1998. Staling in starch bread: the effect of gluten additions on specific loaf volume and firming rate. *Starch/Stärke*, 50 (10), 443-446.
- Faid, M., Boraam, F., Zyani, I. and Larpend, J.P. , 1994. Characterization of sourdough bread ferments made in the laboratory by traditional methods. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und- Forschung*, 198, 287-291.
- FAO, 1999. <http://www.fao.org/inpho/content/fpt/CEREALS/compo.htm>.
- Feltner, K.C., 1988. Hard White Winter Wheat Research. Department Report. Kansas State University. USA.
- Finney, P.L., Henry, S. and Jeffers, H., 1985. Effect of Wheat Variety, Flour Grinding and Egg Yolk on Whole Wheat Bread Quality. *Cereal Chemistry*, 62 (3): 170-173.
- Fulcher, M., 1986. Method for the determination of moisture content of cereals and cereal products. *Cereal chemistry*, 36 (1): 32-41.
- Galliard, T. and Gallagher, D.M., 1988. The Effects of Wheat Bran Particle Size and Storage Period on Bran Flavour and Baking Quality of Bran/Flour Blends *Journal of Cereal Science*, 8: 147-154.
- Gobbetti, M., Simonetti, M.S., Rossi, J., Cossignani, L., Corsetti, A. and Damiani, P., 1994. Free D- and L- amino acid evolution during sourdough fermentation and baking. *J. Food Sci.*, 59, 881-884.
- Gobbetti, M., 1998. The sourdough microflora: interactions of lactic acid bacteria and yeasts. *Trends Food Sci. Technol.*, 9, 267-274.
- Gould, M.K., Deane, D. and Commers, E., 1980. Oat cleaning and processing. Ch. 13 pp. 371-412. In: *Oats: Chemistry and Technology*. AACC Inc. USA, 433 p.
- Hammes, W.P. and Gönzle, M.G., 1998. Sourdough breads and related products, p. 199-216. In J. B. Wood (ed.), *Microbiology of fermented foods*, vol. 1. Blackie, London.

- Hancıoğlu Sıkılı, Ö. ve Karapınar, M., 2002. Ekşi maya ekmeğinin mikroflorası ve aromatik karakteristikleri. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergi 3-4 Ekim. Sayfa: 165-173 Gaziantep.
- Hansen, A. and Hansen, B., 1996. Flavour of sourdough wheat bread crumb. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 202 (3), 244-249.
- Hansen, A. and Schieberle, P., 2005. Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 1-10.
- Holland, B., Unvin, D. and Buss, H., 1988. *Cereal and Cereal Products*. Royal Society of Chemistry. ENGLAND, 147s.
- Hoseney, R.C. and Faubion, J.M., 1981. A Mechanism for the Oxidative Gelation of Wheat Flour Water Flour Water-Soluble Pentosans. *Cereal Chemistry*, 58(5): 424-424.
- Hoseney, R.C., 1983. *Principles of Cereal Science and Technology*. A.A.C.C., USA, 327s.
- James, C.S., 1995. *Analytical Chemistry of Foods*. Blackie Academic Professional. ENGLAND, 178s.
- Jayanainen, P. and Linko, Y.Y., 1993. Mixed-culture pre-ferments of lactic and propionic acid bacteria for improved wheat bread shelf life. *Journal of Cereal Science* 18 (1); 75-88.
- Kahlon, T.S., Chow, F.L., Hudson, C.A., Lindgren, F.T. and Betschart, A.A., 1989. Influence of Wheat Bran Particle Size on Vitamins A and E and Cholesterol in Rats. *Cereal Chemistry*, 66 (2): 103-106.
- Karaoğlu, M.M., 2002. Farklı sıcaklık ve sürelerde muhafaza edilen kısmi pişmiş ekmeğin teknolojik ve mikrobiyolojik özellikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Karaoğlu, M.M. ve Kotancılar, H.G., Aktaş, N., 2006. Effect of Different Modification Techniques on the Physicochemical and Thermoanalytical Properties of Wheat and Corn Starch. *Journal of Tekirdağ Agriculture Faculty*. 3 (2) 83-90.
- Karaoğlu, M.M., 2006. Effect of baking procedure and storage on the pasting properties and staling of part-baked and rebaked white pan bread crumb. *Int. Journal of Food Properties*.
- Karim, A.A., Norziah, M.H. and Seow, C.C., 2000. Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chem.*, 71, 9-36.
- Katina, K., Sauri, M., Alakomi, H.L. and Mattila-Sandholm, T., 2002. Potential of lactic acid bacteria to inhibit rope spoilage in wheat sourdough bread. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie*, Volume: 35, Issue: 1, Pages: 38-45.
- Katina, K. 2005. Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread. VTT Publications 569. 92 p.+ app.81 p.
- Katina, K., Salmenkallio-Martilla, M., Partanen, R., Forsell, P. and Autio, K., 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT* 39: 479-491. www.sciencedirect.com (29.05.2006).
- Katryn, S., Claire, L. and Holloway, L., 1987. Absorption of Chromium as Affected by Wheat Bran. *Cereal Chemistry*, 64 (4): 352-355.

- 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 (Doktora Tezi), Erzurum.
- Kotancılar, H.G., Çelik, İ. ve Karaoğlu, M.M., 1998. Trabzon Vakfikebir Ekmeği. Un Mamulleri Dünyası 7, 4–14.
- Kotancılar, H.G., Çelik, İ. ve Babagil, A., 2000. Zayıf ve Kuvvetli Unlara Uygulanan Yoğurma ve Fermentasyon Sürelerinin Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Un Mamüller Teknolojisi Dergisi. 9 (2) : 40–48.
- Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., Gerçekaslan, K.E. ve Uysal, P., 2006 a. Ekşi Hamur Sisteminin Beyaz Tava Ekmeğinin Bayatlaması Üzerine Etkisi Ziraat Dergisi.
- Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M. ve Uysal, P., 2006 b. Ekşi hamur sisteminin beyaz tava ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi. Hasad Gıda. 252, 39–48.
- Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E., Karaoğlu, M.M., 2008. Effects of loaf Weight and Storage Time on the Qualitative Properties of White and Traditional Vakfikebir Breads, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32 (5) 459-467.
- Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E., Karaoğlu, M.M., 2009. Effects of Bread Weight and Storage Time on The Pasting Properties of Vakfikebir (a Traditional Turkish Sourdough Bread) Bread and Comparison With White Bread. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33: 435-443.
- Kent-Jones, D.W. , 1939. Modern Cereal Chemistry. The Northern Publishing Co. Ltd. ENGLAND, 720s.
- Kurucu, M. , 1987. Beslenme Milli Eğitim Basımevi. No: 102. Akara, 421s.
- Kruger, J.E., 1972. Changes in the Amylase of Hard Red Spring Wheat During Growth and Maturation. Cereal Chemistry, 49 (4): 379-380.
- Lai, C.S., 1986. Effect of Wheat Bran, Short and Gem On Bread Making (Ph. D. Thesis). Department of Grain Science and Industry Kansas State University, USA.
- Lai, C.S., Hosoney, R.C. and Davis, A.B., 1989 a. Effects of Wheat Bran Making. Cereal Chemistry, 66 (3): 217-219.
- Lai, C.S., Hosoney, R.C. and Davis, A.B., 1989 b. Productional of Whole Wheat Bread with Good Loaf Volume. Cereal Chemistry, 66 (3): 224-227.
- Lang, C.E., Walker, C.E., 1990. Hard White and Red Winter Wheat Comparison in Hamburger Buns. Cereal Chemistry, 67 (2): 197-201.
- Martinez-Anaya, M.A., Benedito de Barber, C. and Collar-Esteve, C., 1994. Effect of processing condition on acidification properties of wheat sourdoughs. Int. J. Food Microbiol., 22, 249-255.
- Meignen, B., Onno, B., Gélinas, P., Infantes, M., Guilois, S. and Cahagnier, B., 2001. Optimization of sourdough fermentation with Lactobacillus brevis and baker's yeast. Food Microbiology. 18, 239–245.
- Meredith, P. and Jenkins, L.D., 1973. Amylases of Developing Wheat, Barley and Ost grains. Cereal Chemistry, 50 (3): 243-248.
- Miller, B.S., 1981. Variety Breads in USA. AACC PRESS. 81-65794. 158s.
- Moder, G.J., Finney, K.F., Bruinsma, B.L., Ponte, J.G. and Bolte, L.C., 1984. Bread Making Potential of Straight-Grade and Whole-Wheat Flours of Triumph and Eagle-Plainsman V Hard Red Winter Wheat. Cereal Chemistry, 61 (4): 269-273.

- Peterson, C.J., Johnson, V.A. and Mattern, P.J., 1983. Evaluation of Variation in Mineral Element Concentrations in Wheat Flour and Bran of Different Cultivars *Cereal Chemistry*, 60 (6): 450-455.
- Platt, S.R., Clydesdale, F.M., 1987. Interactions of Iron, Alone and Combination with Calcium, Zine and Copper with a Phytate,Rich, Fiber-Rich Fraction of Wheat Bran Under Gastrointestinal pH Conditions. *Cereal Chemistry*, 64 (2): 102-105.
- Pomeranz, Y., Shorgen, M.D. and Finney, K.F., 1976. White Wheat Bran and Brewer's Spent Grains in High-Fiber Bread. *The Bakers Digest*, 35-38.
- Pomeranz, Y., 1977. Fiber in Bread Making. *The Bakers Digest*, 94-97.
- Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F. and Bechtel, U.S., 1977. Fiber in Breadmaking-Effects on Functional Properties. *Cereal Chemistry*, 54 (1): 25-41.
- Pomeranz, Y., 1987. *Modern Cereal Science and Tecnology*. VCH Publishers Inc. USA, 485s.
- Pomeranz, Y., 1987. Bread Around The World. In *Modern Creal Science and Technology*. VCH publishers, Inc, New York, USA. 486 p.
- Rasco, B.A. and Dong, F., 1992. Baking and Storage Stability Properties of High Fiber Breads Containing Comparable Levels of Different Fiber Ingredients. *Journal of Food Processing and Preservation*, 15: 433-442.
- Ribotta, P.D., Cuffini, S., Leon, A.E. and Anon, M.C., 2004. The staling of bread: an X-ray diffraction study. *European Food Research and Technology*, 218, 219–223.
- Rocha, J.M. and Malcata, F.X., 1999. On the microbiological profile of traditional Portuguese sourdough. *J. Food. Protect.*, 62 (12), 1416-1429
- Salovaara, H. and Katunpaa, H., 1984. An approach to the classification of Lactobacilli isolated from finish sour rye dough ferments. *Acta Aliment Polonica*, 10 (3-4), 231-239.
- Salovaara, H. and Valjakka, T., 1987. The effect of fermentation temperature, flour type and starter on the properties of sour wheat bread. *Int. J. Food Science and Technology*, 22, 591-597.
- Satin, M., Mckeown, B. and Findlay, C., 1978. Design of a Commercial Natural Fiber White Fiber. *Cereal Foods World*, 23 (11): 680-687.
- Schleining, G., Zenz, H. and Wolf, J., 1995. Investigations about sourdough for wheat bread using bacterial starter cultures. *Ernahrung*, 19 (10), 464-468.
- Shaikh, I.M., Ghodke, S.K. and Ananthanarayan, L., 2006. Staling of chapatti (Indian unleavened flat bread). *Food Chem.*, www.sciencedirect.com (24.03.2006)
- Shogren, M.D. Pomeranz, Y. and Finney, K.F., 1981. Counteracting the Deleterious Effects of Fiber in Breadmaking. *Cereal Chemistry*, 58 (2): 142-144.
- Seibel, W. And Brümmer, J.M., 1991. The sourdough process for bread in germany. *Cereal Foods World*, 36 (3), 299-304.
- Sievert, D., Pomeranz, Y. and Abdelrahman, A., 1990. Functional Properties of Soy Polysaccharides and Wheat Bran in Soft Wheat Products. *Cereal Chemistry*, 67 (1): 10-13.
- Simonson, L., Salovaara, H. and Korhola, M., 2003. Response of wheat sourdough parameters to temperature, NaCl and sucrose variations. *Food Microbiology*, 20, 193–199.
- Sosulski, F.W. and Wu K.K., 1988. High-Fiber Breads Contaning Field Pea Hulls, Wheat, Corn and Wild Oat Brans. *Cereal Chemistry*, 65(3): 186-191.

- Spicher, G. and Stephan, H., 1999. Handbuch sauerteig, biologie, biochemie, technologie (5th ed.). Hamburg: Behr's Verlag.
- SPSS, 1999. SPSS for Windows. Release 10.0 SpSS Inc. Chicago.
- Sugihara, T.F., 1985. Microbiology of Breadmaking. (Ed. B. J. B. Wood) Microbiology of fermented Foods. Vol. 1. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Şahin, I. ve Başıoğlu, F., 2002. Gıda Mikrobiyolojisi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. No:89.
- Tamerler, T., 1986. Ekşi maya ile buğday ekmeğinin hazırlanması ve ekşi maya mikroorganizmaları. E. Ü. Müh. Fak. Dergisi Seri B, 4 (1), 99-110.
- Tipples, K.H., 1969. A Viscometric Method for Measuring Alpha-Amylase Activity in Small Samples of Wheat and Flour. Cereal Chemistry, 46: 589-561.
- Vaclavik, V.A. and Christian, E.W., 2007. Essential of food science.
- Vittadini, E. and Vodovotz, Y., 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat- and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. Journal of Food Science, 68 (6), 2022–2027.
- Wehrle, K., Grau, H. and Arendt, E.K., 1997. Effects of lactic acid, acetic acid and table salt on fundamental rheological properties of wheat dough. Cereal Chem., 74, 739-744.
- Wehrle, K. and Arendt, E.K., 1998. Rheological changes in wheat sourdough during controlled and spontaneous fermentation. Cereal Chem., 75 (6), 882-886.
- Welch, R.M., House, W.A. and Allaway, W.H., 1974. Availability of Zinc. The Journal of Nutrition, 104-733.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 2003. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Yayın No:305. Erzurum. S: 266.
- Youngs, V.L., 1972. Enzymatic analysis of β -glucan content in different oat genotypes. Cereal Chemistry. 70 (5): 539-542.

ÖZGEÇMİŐ

1982 yılında İstanbul Beyoğlu'nda doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2001 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden 2005 yılında mezun oldu. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı.