

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Hülya GÜL

**MISIR VE BUĞDAY KEPEĞİNİN HAMUR VE EKMEK NİTELİKLERİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MISIR VE BUĞDAY KEPEĞİNİN HAMUR VE EKMEK NİTELİKLERİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Hülya GÜL

DOKTORA TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez .../.../2007 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.**

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Yrd.Doç. Dr. M.Sertaç ÖZER	Prof.Dr. Ahmet CANBAŞ	Prof. Dr. Sami ÖZÇELİK
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

İmza.....	İmza.....
Prof. Dr. Seyhan TÜKEL	Doç.Dr. Hüseyin ERTEN
ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: ZF2003D19

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

ÖZ
DOKTORA TEZİ

**MISIR VE BUĞDAY KEPEĞİNİN HAMUR VE EKMEK NİTELİKLERİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Hülya GÜL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. M. Sertaç ÖZER
Yıl: 2007, Sayfa: 232
Jüri : Yrd. Doç. Dr. M. Sertaç ÖZER
Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ
Prof. Dr. Sami ÖZÇELİK
Prof. Dr. Seyhan TÜKEL
Doç. Dr. Hüseyin ERTEN

Bu çalışmada; ekmek yapımında diyet lif içeriği diğer bazı lif kaynaklarına göre daha yüksek olan mısır kepeğinin; hamur ve ekmeğin teknolojik ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkisi, mısır kepeği kullanım oranının kabul edilebilir en üst sınırının belirlenebilmesi, buğday kepeği ile hamur ve ekmek niteliklerinin üzerindeki etkileri açısından karşılaştırılması ve bu iki kepek çeşidini içeren ekmeklerin niteliklerin bazı katkı kombinasyonları kullanmak suretiyle iyileştirilebilme olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada mısır ve buğday kepeği katkılı ekmeklerin hamur ve ekmek niteliklerini iyileştirebilmek amacıyla, askorbik asit ve DATEM'in yanısıra, son yıllarda tüketicilerin kimyasal katkı madde içeriği az ürünleri tercih etme yönündeki eğilimleri göz önünde bulundurularak, ekmek yapımında kimyasal katkı maddelerinin yerine bir alternatif olarak kullanılan enzimlerden; glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz'ın kepekli ekmek üretimindeki etkileri belirlenmiştir.

Kepekli ekmek üretiminde katkı kullanılması ekmek niteliklerini önemli derecede iyileştirdiği, 15 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz ya da 30 mg/kg heksoz oksidaz ile birlikte %1 DATEM, 75 mg/kg askorbik asit, %0.5 glikoz ve seyrelen gluten proteinlerini telafi edecek düzeyde kuru gluten kullanılması ile %10 mısır kepeği düzeyine kadar kabul edilebilir nitelikte bir ekmek üretilebileceği, buğday kepeğinde ise aynı katkı kombinasyonunun kullanılması ile %20 düzeyine kadar beğenilir nitelikte bir ekmek üretilebildiği, artan kepek oranının ekmek özelliklerini olumsuz yönde etkilediği, ilave edilen katkıların bu olumsuz etkileri ortadan kaldıramadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekmek, Kepekli Ekmek, Mısır Kepeği, Buğday Kepeği,

ABSTRACT
Ph.D THESIS

**DETERMINATION OF THE EFFECTS OF CORN AND WHEAT BRANS
ADDITION ON DOUGH AND BREAD CHARACTERISTICS**

Hülya GÜL

**DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Assist. Prof. Dr. M. Sertaç ÖZER
Year: 2007, Pages: 232
Jury : Assist. Prof. Dr. M. Sertaç ÖZER
Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ
Prof. Dr. Sami ÖZÇELİK
Prof. Dr. Seyhan TÜKEL
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

In this research, the effects of addition of corn bran, which contains a higher dietary fiber than other dietary fiber sources, were investigated on the doughs and technological and sensory properties of bread. Therefore, the aim was to investigate, highest acceptable proportion of corn bran usage, comparing corn bran and wheat bran on the effect of dough and bread properties and improving bread quality containing corn and wheat brans by adding some additives. Besides ascorbic acid and DATEM, to improve the properties of breads in which corn and wheat brans were added, oxidative enzymes of glucose oxidase and hexose oxidase which have been popular additives instead of chemical additives were also used. This is because in recent year's consumers has preferred clean label products which contain the lowest levels of chemical additives.

Addition of various additives significantly increased the bread characteristics. By using DATEM at 1.0 %, ascorbic acid at 75 mg/kg, and glucose at 0.5 % with glucose oxidase at 15 mg/kg or with hexose oxidase at 30 mg/kg level along with vital gluten, it is possible to produce acceptable corn bran bread at %10 level and wheat bran breads at 20 % levels respectively. Increasing the proportion of brans above levels affected the bread properties so adversely that addition of additives to compensate for these deteriorative effects did not overcome the detrimental effect of added bran.

Keywords: Bread, Brown Bread, Corn Bran, Wheat Bran

TEŞEKKÜR

Araştırmanın her aşamasında yardımcı olan, değerli katkılarıyla beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden faydalanma şansı bulduğum danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Sertaç ÖZER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, her zaman beni destekleyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Ali ALTAN'a da sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmalarım süresince her türlü desteği esirgemedi sunan ve Doktora tez jürimde yer alan hocalarım; Sayın Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ'a, Sayın Prof. Dr. Sami ÖZÇELİK'e, Sayın Prof. Dr. Seyhan TÜKEL'e ve Sayın Doç. Dr. Hüseyin ERTEN'e,

Çalışmanın her aşamasında, yardımlarını cömertçe esirgemedi sunan sevgili eşim Dr. Mevlüt GÜL'e, değerli çalışma arkadaşlarım, Arş. Gör. Halef DİZLEK, Arş. Gör. Dilşat (BOZDOĞAN) KONUŞKAN ve Adnan BOZDOĞAN'a, ayrıca Gıda Müh. Gamze KÖKLÜ, Gıda Müh. Önder ASLAN, Gıda Müh. Ender KARATEKİN, elektrik teknisyeni Recep KOSAL, Gıda Müh. Suat SÖBÜÇOVALI, Kimyager Hakan YILMAZ ve Zir. Müh. Sami İŞCİMEN'e, yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Murat GÖRGÜLÜ ve Zir. Yük. Müh. Zeynep BOZKURT'a,

Çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Çukurova Üniversitesi ve Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma,

Bir gülüşü ile bana bütün yorgunluğumu unutturan, hayatımın en değerli varlığı sevgili oğlum Mehmet Ali'ye, beni bugünlere getiren, tezimin tamamlanmasında çok büyük destek gördüğüm, oğlumu emanet ettiğim çok sevgili annem Gülizar GÖKÇE, babam Süleyman GÖKÇE, kardeşim Mehmet GÖKÇE ve eşi Gonca GÖKÇE'ye; eşimin sevgili anne ve babasına, kardeşlerine ve amcalarına;

Destek ve katkılarından dolayı; Ç.Ü. Araştırma Fonu, Sunar Mısır Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş., Yücebaş Makine (Ercan YÜCEBAŞ), Güney, Misis ve Karşıyaka Un Fabrikalarına, Has Un Değirmenine,

Teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR	XXIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Buğday Tanesinin Anatomik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi	5
2.2. Mısır Tanesinin Anatomik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi	7
2.3. Ekmek ve Bileşenleri ile Katkı Maddeleri	11
2.3.1. Ekmek	11
2.3.2. Bileşenler	12
2.3.2.1. Un	13
2.3.2.1. (1). Karbonhidratlar	13
2.3.2.1. (2). Proteinler	17
2.3.2.1. (3). Lipidler	18
2.3.2.1. (4). Enzimler	19
2.3.2.1. (5). Mineral Maddeler	19
2.3.2.1. (6). Vitaminler	20
2.3.2.2. Su	20
2.3.2.3. Tuz	20
2.3.2.4. Maya	21
2.3.3. Katkı Maddeleri	21
2.3.3.1. Oksidan Maddeler.....	23

2.3.3.2. Yüzey Aktif Maddeler	24
2.3.3.3. Enzimler	26
2.3.3.3.(1). Glikoz Oksidaz.....	27
2.3.3.3.(2). Heksoz Oksidaz.....	28
2.4. Hamur ve Ekmek Niteliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Başlıca Parametreler	29
2.5. Kepekli Ekmek	33
2.5.1. Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi	33
2.5.2. Üretiminde Karşılaşılan Sorunlar.....	38
2.5.3. Niteliklerini İyileştirmek Amacıyla Yapılan Çalışmalar	41
3. MATERYAL VE METOD	50
3.1. Materyal.....	50
3.2. Teknolojik İşlemler	51
3.2.1. Buğday ve Mısır Kepeği'nin Hazırlanması	51
3.2.2. Ekmek Yapma Yöntemi	53
3.2.3. Ön Denemeler	54
3.2.3.1. Yoğurma ve Parça Fermentasyonu ile Pişirme Süresi ve Sıcaklığının Belirlenmesi	54
3.2.3.2. Uygun DATEM ve Askorbik Asit Oranlarının Belirlenmesi	55
3.2.3.3. Uygun Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Glikoz Oranlarının Belirlenmesi	55
3.2.4. Denemeler.....	56
3.2.4.1. Birinci Grup Denemeler: Un ile Buğday ve Mısır Kepeği Karışımlarına %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit ve SGPT Edecek Düzeyde Kuru Gluten Katılmasının Etkileri.....	56
3.2.4.2. İkinci Grup Denemeler: Un-Kepek Karışımlarına Askorbik Asit ile Birlikte Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmasının Etkileri	57
3.2.4.3. Üçüncü Grup Denemeler: Belirlenen Uygun Enzim Düzeyleri ile Birlikte %1 Oranında DATEM Kullanılmasının Etkileri	57
3.3. Analiz Metodları	58
3.3.1. Un, Kepek ve Un-Kepek Karışımlarında Yapılan Analizler	58

3.3.2. Ekmeklerde Yapılan Analizler	59
3.3.3. İstatistiksel Analizler	59
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	60
4.1. Denemelerde Kullanılan Un ve Kepeklerin Özellikleri	60
4.1.1. Mısır Kepeğinde SO ₂ Miktarları	66
4.1.2. Buğday ve Mısır Kepeğinin Parçacık Boyut Dağılımları.....	68
4.2. Ön Denemeler	68
4.2.1. Yoğurma ve Parça Fermentasyonu ile Pişirme Süresi ve Sıcaklığı	68
4.2.2. Uygun DATEM ve Askorbik Asit Oranları.....	70
4.2.3. Uygun Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Glikoz Oranları.....	72
4.3. Denemeler.....	75
4.3.1. Birinci Grup Denemeler: Un ile Buğday ve Mısır Kepeği Karışımlarına %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit ve SGPT Edecek Düzeyde Kuru Gluten Katılmasının Etkileri	75
4.3.1.1. Farinogram Değerleri.....	75
4.3.1.2. Ekstensogram Değerleri.....	86
4.3.1.3. Ekmek Analiz Sonuçları	95
4.3.2. İkinci Grup Denemeler: Değişik Oranlarda Buğday ve Mısır Kepeği İçeren Un-Kepek Karışımlarına Sabit Katkılar (75 mg/kg Askorbik Asit, SGPT Düzeyde Kuru Gluten ve %0.5 Glikoz) İle Birlikte Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmasının Etkileri	110
4.3.2.1. Farinogram Değerleri.....	110
4.3.2.2. Ekstensogram Değerleri.....	124
4.3.2.3. Ekmek Analiz Sonuçları	139
4.3.3. Üçüncü Grup Denemeler : Belirlenen Uygun Enzim Düzeyi ile Birlikte Sabit Katkılara Ek Olarak %1 Oranında DATEM Kullanılmasının Etkileri	153
4.3.3.1. Farinogram Sonuçları	153
4.3.3.2. Ekstensogram Sonuçları.....	166
4.3.3.3. Ekmek Analiz Sonuçları	178

5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	191
KAYNAKLAR.....	194
ÖZGEÇMİŞ	221
EKLER.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
EK 1. Ekmek Resimleri	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
EK 2. Duyusal Değerlendirme Formu	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünya’da Buğday ve Mısır Ekilen Alan ve Üretim Değerleri (FAO, 2006)	4
Çizelge 2.2. Türkiye’de Buğday ve Mısır Ekilen Alan ve Üretim Değerleri (FAO, 2006)	5
Çizelge 2.3. Buğday Tanesinin Çeşitli Kısımlarının Ortalama Kimyasal Bileşimleri (% kuru madde) (Altan, 1986; Pomeranz, 1987).....	6
Çizelge 2.4. Buğday Ununun ve Kepeğinin Kimyasal Bileşimi (%) (Özer, 1998).....	6
Çizelge 2.5. Buğday Unu ve Buğday Kepeğinin Toplam Diyet Lif Kompozisyonları ve Su Tutma Kapasiteleri (%) (Özer, 1998).....	6
Çizelge 2.6. Mısır Tanesinin Çeşitli Kısımlarının Ortalama Kimyasal Bileşimleri (% kuru madde) (Pomeranz, 1987; Watson, 1994).....	7
Çizelge 2.7. Mısır Tanesinin Çeşitli Kısımlarının Lif İçerikleri (% kuru madde) (Watson, 1994)	8
Çizelge 2.8. Farklı Kepek Çeşitlerinin Lif İçerikleri (%) (Jeltema ve ark., 1983).....	8
Çizelge 2.9. Çeşitli Öğütme Yan Ürünlerinin Kimyasal Bileşimleri ⁽¹⁾ (Hashimoto ve ark., 1987).....	9
Çizelge 2.10. Farklı Kepek Çeşitlerinin Lif İçerikleri ⁽¹⁾ (Sosulski ve Wu, 1988)	9
Çizelge 2.11. Farklı Kepek Çeşitlerinin Lif İçerikleri ⁽¹⁾ (Stauffer, 1990)	10
Çizelge 4.1. Denemelerde Kullanılan Un ve Kepeklerin Bazı Özellikleri	60
Çizelge 4.2. Denemelerde Kullanılan Un ve Kepeklerin Bazı Özellikleri	61
Çizelge 4.3. Denemelerde Kullanılan Unların Farinogram Değerleri	64
Çizelge 4.4. Denemelerde Kullanılan Unların Ekstensogram Değerleri Ortalaması (45-90-135 dakika).....	65
Çizelge 4.5. Mısır Kepeklerinin SO ₂ Değerleri	66
Çizelge 4.6. Denemelerde Kullanılan Kepeklerin Parçacık Boyutları Dağılımı (%).....	68
Çizelge 4.7. Farklı Yoğurma Sürelerinin Ekmeklerin Hacim Verimleri Üzerine Etkileri.....	69
Çizelge 4.8. Farklı Parça Fermentasyonu Sürelerinin Ekmeklerin Hacim Verimleri Üzerine Etkileri.....	69

Çizelge 4.9. Değişik Düzeylerde Askorbik Asit ve DATEM Katılmış Un Örneğinin Farinogram Değerleri	71
Çizelge 4.10. Değişik Düzeylerde Askorbik Asit ve DATEM Katılarak Üretilen Ekmeklerin Hacim Verimleri	72
Çizelge 4.11. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un Örneğinin Farinogram Değerleri	73
Çizelge 4.12. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un Örneğinin Ekstensogram Değerleri.....	74
Çizelge 4.13. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri	74
Çizelge 4.14. Değişik Düzeylerde Glikoz Katılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri ...	75
Çizelge 4.15. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımlarının Farinogram Değerleri	76
Çizelge 4.16. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımlarının Ekstensogram Değerleri	86
Çizelge 4.17. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri	95
Çizelge 4.18. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Nem İçerikleri.....	99
Çizelge 4.19. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Ekmek İçi Yumuşaklığına İlişkin Penetrometre Değerleri	100
Çizelge 4.20. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Gözenek Değerleri	102
Çizelge 4.21. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Hamur Verimi Değerleri	103
Çizelge 4.22. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Pişme Kaybı Değerleri	103
Çizelge 4.23. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Ekmek Verimi Değerleri	104
Çizelge 4.24. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Neuman Pişme Katsayısı Değerleri	105

Çizelge 4.25. Değişik Düzeylerdeki Un-Buğday Kepeği ile Yapılmış Ekmeklerin Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	107
Çizelge 4.26. Değişik Düzeylerdeki Un-Mısır Kepeği ile Yapılmış Ekmeklerin Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	108
Çizelge 4.27. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyonu (%) Değerleri	110
Çizelge 4.28. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi (Dakika) Değerleri.....	117
Çizelge 4.29. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi (Dakika) Değerleri.....	119
Çizelge 4.30. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) Değerleri	121
Çizelge 4.31. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi (B.U.) Değerleri.....	123
Çizelge 4.32. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Sabit Deformasyondaki Direnç (R_5) (B.U.) Değerleri..	125
Çizelge 4.33. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Maksimum Direnç (R_{max}) (B.U.) Değerleri	131
Çizelge 4.34. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Uzama (mm) Değerleri	134
Çizelge 4.35. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Enerji (cm^2) Değerleri.....	136
Çizelge 4.36. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Oran (B.U./mm) Değerleri	138
Çizelge 4.37. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri	140
Çizelge 4.38. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımları İle Üretilen Ekmeklerin Nem İçerikleri.....	143
Çizelge 4.39. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Ekmek İçi Yumuşaklığına İlişkin Penetrometre Değerleri	145

Çizelge 4.40. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Gözenek Değerleri.....	146
Çizelge 4.41. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Hamur Verimi Değerleri.....	147
Çizelge 4.42. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Pişme Kaybı Değerleri.....	148
Çizelge 4.43. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Ekmek Verimi Değerleri.....	149
Çizelge 4.44. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Neuman Pişme Katsayısı Değerleri.....	150
Çizelge 4.45. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyonu (%) Değerleri	158
Çizelge 4.46. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri	159
Çizelge 4.47. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Stabilité Süresi Değerleri	161
Çizelge 4.48. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) Değerleri	164
Çizelge 4.49. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi (B.U.) Değerleri.....	164
Çizelge 4.50. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Sabit Deformasyondaki Direnç (B.U.) Değerleri.....	166
Çizelge 4.51. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Maksimum Direnç (B.U.) Değerleri.....	172
Çizelge 4.52. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Uzama (mm) Değerleri	174
Çizelge 4.53. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri	175
Çizelge 4.54. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Oran Değerleri.....	177

Çizelge 4.55. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri	179
Çizelge 4.56. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Nem İçerikleri	182
Çizelge 4.57. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Ekmek İçi Yumuşaklığına İlişkin Penetrometre Değerleri	183
Çizelge 4.58. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Gözenek Değerleri	185
Çizelge 4.59. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Hamur Verimi Değerleri	186
Çizelge 4.60. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Pişme Kaybı Değerleri	187
Çizelge 4.61. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Ekmek Verimi Değerleri	188
Çizelge 4.62. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Neuman Pişme Katsayısı Değerleri	188

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Ekmek Yapımında Uygulanan İşlem Basamakları	53
Şekil 4.1. Denemelerde Kullanılan Unların Farinogramları	65
Şekil 4.2. Denemelerde Kullanılan Unların Ekstensogramları	66
Şekil 4.3. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları	77
Şekil 4.4. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları	78
Şekil 4.5. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Su Absorbsiyonu Değerleri Üzerine Etkisi	79
Şekil 4.6. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Su Absorbsiyonu Değerleri Üzerine Etkisi	79
Şekil 4.7. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri Üzerine Etkisi	80
Şekil 4.8. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri Üzerine Etkisi	80
Şekil 4.9. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri Üzerine Etkisi	82
Şekil 4.10. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri Üzerine Etkisi	82
Şekil 4.11. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri Üzerine Etkisi.....	84
Şekil 4.12. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri Üzerine Etkisi.....	84
Şekil 4.13. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri Üzerine Etkisi	85
Şekil 4.14. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri Üzerine Etkisi.....	85
Şekil 4.15. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	87

Şekil 4.16. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	88
Şekil.4.17. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_5 Değerleri Üzerine Etkisi	89
Şekil.4.18. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_5 Değerleri Üzerine Etkisi	89
Şekil 4.19. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_{max} Değerleri Üzerine Etkisi	89
Şekil 4.20. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_{max} Değerleri Üzerine Etkisi	89
Şekil 4.21. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri Üzerine Etkisi	92
Şekil 4.22. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri Üzerine Etkisi	92
Şekil 4.23. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Enerji Değeri (cm^2) Üzerine Etkisi	93
Şekil 4.24. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Enerji Değeri (cm^2) Üzerine Etkisi	93
Şekil 4.25. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi	94
Şekil 4.26. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi	94
Şekil 4.27. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Katkısız ve Katkılı Ekmeklerin Hacim Verimleri	96
Şekil 4.28. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Katkısız ve Katkılı Ekmeklerin Hacim Verimleri	96
Şekil 4.29. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları	111
Şekil 4.30. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları	112

Şekil 4.31. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları.....	113
Şekil 4.32. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları.....	114
Şekil 4.33. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyon Değerleri (%)	115
Şekil 4.34. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyon Değerleri (%)	115
Şekil 4.35. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyon Değerleri (%)	115
Şekil 4.36. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyon Değerleri (%)	115
Şekil 4.37. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri	118
Şekil 4.38. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri	118
Şekil 4.39. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri	118
Şekil 4.40. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri	118
Şekil 4.41. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri	120
Şekil 4.42. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri	120
Şekil 4.43. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri	120
Şekil 4.44. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri	120
Şekil 4.45. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının YTS Değerleri	122

Şekil 4.46. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının YTS Değerleri	122
Şekil 4.47. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının YTS Değerleri	122
Şekil 4.48. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının YTS Değerleri	122
Şekil 4.49. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri.....	124
Şekil 4.50. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri.....	124
Şekil 4.51. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri.....	124
Şekil 4.52. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri.....	124
Şekil 4.53. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	126
Şekil 4.54. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	127
Şekil 4.55. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	128
Şekil 4.56. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	129
Şekil 4.57. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R ₅ Değerleri.....	130
Şekil 4.58. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R ₅ Değerleri.....	130
Şekil 4.59. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R ₅ Değerleri.....	130
Şekil 4.60. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R ₅ Değerleri.....	130

Şekil 4.61. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri	132
Şekil 4.62. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri	132
Şekil 4.63. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri	132
Şekil 4.64. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri	132
Şekil 4.65. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	135
Şekil 4.66. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	135
Şekil 4.67. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	135
Şekil 4.68. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	135
Şekil 4.69. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri	137
Şekil 4.70. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri	137
Şekil 4.71. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri	137
Şekil 4.72. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri	137
Şekil 4.73. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Oran Değerleri.....	138
Şekil 4.74. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un- Kepek Karışımlarının Oran Değerleri.....	138
Şekil 4.75. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran Değerleri.....	138

Şekil 4.76. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran Değerleri.....	138
Şekil 4.77. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri.....	141
Şekil 4.78. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri.....	141
Şekil 4.79. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri.....	141
Şekil 4.80. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri.....	141
Şekil 4.81. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları.....	154
Şekil 4.82. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları.....	155
Şekil 4.83. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları.....	156
Şekil 4.84. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları.....	157
Şekil 4.85. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri	158
Şekil 4.86. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri	158
Şekil 4.87. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri	158
Şekil 4.88. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri	158
Şekil 4.89. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri.....	160
Şekil 4.90. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri.....	160

Şekil 4.91. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri.....	160
Şekil 4.92. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri.....	160
Şekil 4.93. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri.....	162
Şekil 4.94. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri.....	162
Şekil 4.95. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri.....	162
Şekil 4.96. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri.....	162
Şekil 4.97. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri.....	163
Şekil 4.98. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri.....	163
Şekil 4.99. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri.....	163
Şekil 4.100. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri.....	163
Şekil 4.101. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri	165
Şekil 4.102. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri	165
Şekil 4.103. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri	165
Şekil 4.104. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri	165
Şekil 4.105. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	167

Şekil 4.106. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	168
Şekil 4.107. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları	169
Şekil 4.108. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları.....	170
Şekil 4.109. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R_5) Değerleri.....	171
Şekil 4.110. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R_5) Değerleri.....	171
Şekil 4.111. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R_5) Değerleri	171
Şekil 4.112. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R_5) Değerleri..	171
Şekil 4.113. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri...	173
Şekil 4.114. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri...	173
Şekil 4.115. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri	173
Şekil 4.116. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri	173
Şekil 4.117. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	174
Şekil 4.118. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	174
Şekil 4.119. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	174

Şekil 4.120. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri	174
Şekil 4.121. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm ²)	176
Şekil 4.122. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm ²)	176
Şekil 4.123. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm ²)	176
Şekil 4.124. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm ²)	176
Şekil 4.125. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi	178
Şekil 4.126. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi	178
Şekil 4.127. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi	178
Şekil 4.128. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi	178
Şekil 4.129. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri.....	181
Şekil 4.130. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri.....	181
Şekil 4.131. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri.....	181
Şekil 4.132. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri.....	181
Şekil Ek 1. Birinci Grup Denemelerde Un-Buğday Kepeği Karışımları ile Üretilen Ekmekler : Katkısız (A) Katkılı [(B): %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit, SGPT düzeyde kuru gluten].	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

- Şekil Ek 2. Birinci Grup Denemelerde Un-Mısır Kepeği Karışımları ile Üretilen Ekmekler : Katkısız (A) Katkılı [(B): %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit, SGPT düzeyde kuru gluten]. **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Şekil Ek 3. İkinci Grup Denemelerde Üretilen Ekmekler : Kontrol (A), %10 Buğday Kepeği İçeren Ekmekler (B), GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.. **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Şekil Ek 4. İkinci Grup Denemelerde Üretilen %20 (A) ve %30 (B) Buğday Kepeği İçeren Ekmekler GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Şekil Ek 5. İkinci Grup Denemelerde Üretilen %10 (A) ve %20 (B) Mısır Kepeği İçeren Ekmekler GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Şekil Ek 6. Üçüncü Grup Denemelerde Üretilen Ekmekler : Kontrol (A), %10 Buğday Kepeği İçeren Ekmekler (B), GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Şekil Ek 7. Üçüncü Grup Denemelerde Üretilen %20 (A) ve %30 (B) Buğday Kepeği İçeren Ekmekler GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.. **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Şekil Ek 8. Üçüncü Grup Denemelerde Üretilen %10 (A) ve %20 (B) Mısır Kepeği İçeren Ekmekler GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

SİMGELER VE KISALTMALAR

AACC	: American Association of Cereal Chemists
ICC	: International Association For Cereal Chemistry
FAO	: Food and Agriculture Organization of The United Nations
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
SAS	: Statistical Analysis Software
DATEM	: Mono ve Digliseridlerin Diasetil Tartarik Asit Esterleri
L-AA	: L-Askorbik Asit
DHL-AA	: Dehidro-L-Askorbik Asit
SGPT	: Seyrelen Gluten Proteinlerini Telafi Edecek Düzeyde
TDF	: Toplam Diyet Lif
ADF	: Asit Deterjan Lif
NDF	: Nötral Deterjan Lif
B.U.	: Brabender Ünitesi
R ₅	: Sabit Deformasyondaki Direnç
R _{max}	: Maksimum Direnç
A	: Enerji Değerleri
E	: Uzama Değerleri
R _{max} /E	: Oran Değerleri
YD	: Yumuşama Derecesi Değerleri
YTS	: Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri

1. GİRİŞ

İnsanların eski çağlardan bu yana tükettikleri temel gıda maddelerinin başında tahıllar gelmektedir. Tahıl terimi “Graminae” familyasının tohumları olan buğday, mısır, çavdar, pirinç, arpa, yulaf, kuşyemi ve darı gibi tanelerin tümünü ifade etmek için kullanılır (Altan, 1986). Buğday, bir çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de ekim alanı ve üretim miktarı bakımından tahıllar içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Buğday değişik şekillerde işlenmekte ve özellikle ekmek hammaddesi olarak büyük önem taşımaktadır.

Ekmek değişik toplumların beslenmesinde birinci derecede öneme sahip, temel bir gıda maddesidir. Ülkemizde günlük kalori ihtiyacının %56’sı ile günlük protein tüketiminin %50’si yalnız başına ekmekten karşılanmakta olup, kişi başına günlük ekmek tüketimi yaklaşık 400 gramdır (Göçmen, 1996; Elgün ve Ertugay, 1997). Özellikle ekonomik bakımdan gelişmiş, refah seviyesi yüksek toplumlarda bir yandan insanların bedensel etkinliklerinin azalması, diğer yandan rafine edilmiş diyet lif içeriği düşük gıdaların beslenmede yaygın bir şekilde kullanılması sonucu; kalp-damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı şişmanlık, diyabet (şeker) ve barsak hastalıkları gibi bazı rahatsızlıkların oranı artış göstermiştir. Bu nedenle diyet lifin metabolik önemi ve sağlık açısından yararı üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmıştır (Anon., 1979; Anderson, 1985; Vetter, 1988; Özkaya, 1993; Sullivan, 1998; Adams ve Engstrom, 2000; Hamid ve Luan, 2000; Jacobs ve ark., 2000; Slavin ve ark., 2000; Anon., 2001; Malkki, 2001; Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Ma ve ark., 2006).

Diyet lifin eksikliğinden kaynaklanan sağlık sorunlarına karşı lifli gıdaların koruyucu etkisi artık açık bir biçimde bilinmekte ve bu hastalıklara karşı önlem olarak; diyetlerin dikkatle seçilip düzenlenmesi ve günlük diyetlerde lif içeriği yüksek gıdaların bulundurulması önerilmektedir (Anon., 1979; Vetter, 1988; Tamerler ve Oakenfull, 1991; Özboy, 1992; Özer, 1998; Jacobs ve ark., 2000; Marquart, 2000).

Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesi ile başta buğday ve yulaf kepeği olmak üzere diğer tahılların kepekleri ve tam tane unlarının da kullanıldığı değişik tip ve nitelikteki ekmeklere olan ilgi artış göstermiş ve bununla birlikte gıda endüstrisinde yan ürün olarak açığa çıkan, genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilen, ekonomik anlamda düşük katma değere sahip ve önemli düzeyde lif içeren kaynakların insan beslenmesinde kullanılabilme olanakları ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır (Toma ve ark., 1979; Shogren ve ark., 1981; Chen ve ark., 1988; Rasco ve ark., 1990; Özkaya ve Özkaya, 1993a; Özkaya ve Özkaya, 1993b; Park ve ark., 1997; Adams ve Engstrom, 2000; Hamid ve Luan, 2000; Marconi ve ark., 2000; Marquart, 2000; Gordon, 2001; Kadan ve ark., 2001; Wang ve ark., 2003; Gökbulut ve ark., 2006).

Besinsel lif içeriği yüksek olan buğday kepeği; ucuz ve kolay sağlanabilmesi, yüksek besin içeriği (protein, lipid, mineral madde ve B grubu vitaminleri bakımından zengin olması) ve buğdayın doğal bir bileşeni olması sebebiyle tüketiciler tarafından yadırganmadan tüketilmektedir (Özboy, 1992; Özer, 1998).

Buğday kepeği dışında ekmeğin lif içeriğinin arttırılması amacıyla kullanılabilecek ürünlerden bir tanesi de mısır nişastası üretimi sırasında yan ürün olarak açığa çıkan ve lif içeriği yüksek olan mısır kepeğidir. Ülkemizde mısır unundan geleneksel biçimde yapılan ekmekler özellikle Karadeniz Bölgemizde sevilerek tüketilmesine rağmen mısır kepeğinin ekmek üretiminde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmaya bilindiği kadarıyla rastlanmamıştır. Oysa mısır kepeğinin toplam diyet lif, hemisellüloz ve sellüloz oranı diğer diyet lif kaynaklarına, özellikle buğday kepeğine göre daha yüksektir (Rasper, 1979; Jeltama ve ark., 1983; Sosulski ve Wu, 1988; Stauffer, 1990). Bilindiği gibi kepekli ekmeklerde kepek oranı arttıkça, ekmeğin hacmi azalmakta, gözenek yapısı bozulmakta, raf ömrü kısalmakta, ekmek sert ve kolay ufalanabilir bir yapı kazanmaktadır. Bu nedenle, mısır kepeği diğer diyet lif kaynaklarına göre daha az miktarda kullanılarak ekmeğin toplam diyet lif içeriği arttırılabilir (Pomeranz ve ark., 1977; Satin ve ark., 1978; Sievert ve ark., 1990).

Bu çalışmada; buğday ve mısır kepeğinin; hamur ve ekmek özellikleri üzerindeki etkileri, mısır kepeği kullanım oranının kabul edilebilir en üst sınırının

belirlenebilmesi, kolay temin edilebilen ucuz bir değirmencilik yan ürünü olan, tat üzerinde yabancı kabul edilebilecek bir etkisi bulunmayan, gerek besin öğeleri gerekse lif içeriğinin yüksek olmasından dolayı tercih edilen buğday kepeği ile hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri açısından karşılaştırılması ve bu iki kepek çeşidini içeren ekmeklerin niteliklerini bazı katkı kombinasyonları kullanmak suretiyle iyileştirilebilme olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Böylece bir yandan ülkemizde temel gıda maddesi olan ekmeğin diyet lif içeriğinin arttırılması ve toplum sağlığı açısından daha yararlı hale getirilmesine, diğer yandan nişasta ve un sanayiinin yan ürünü olan mısır ve buğday kepeklerinin değerlendirilmesine katkı sağlanmış olacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnsanların eski çağlardan bu yana tükettikleri temel gıda maddelerinin başında tahıllar gelmektedir. Dünyada en çok üretilen tahıllar buğday, mısır ve pirinçtir. Tahıllar içerisinde buğday; üretim miktarı, kolay yetiştirilebilmesi, çeşitli gıdalara dönüşüm uygunluğu, çok yönlü kullanım imkanı ve beslenmedeki rolü itibariyle başta gelmektedir (Anon., 1992).

1970 yılından 2005 yılına kadar olan dünya buğday ekilen alan ve üretim değerleri Çizelge 2.1’de verilmiştir. 2005 yılı dünya buğday üretimi 217 milyon hektarlık alanda yaklaşık 630 milyon tondur. Buğday üretiminde önde gelen ülkeler arasında ilk sırayı Çin almaktadır. Bu ülkeyi sırasıyla Hindistan, Rusya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Fransa izlemektedir. Adı geçen ülkeler dünya buğday üretiminin %51.7’sini gerçekleştirmektedir (FAO, 2006).

Çizelge 2.1. Dünya’da Buğday ve Mısır Ekilen Alan ve Üretim Değerleri (FAO, 2006)

Yıllar	Buğday		Mısır	
	Ekilen Alan (milyon ha)	Üretim (milyon ton)	Ekilen Alan (milyon ha)	Üretim (milyon ton)
1970	208.0	310.7	113.0	265.8
1980	237.3	440.2	125.7	396.6
1990	231.3	592.3	131.3	483.3
2000	215.4	586.1	138.6	592.8
2005	217.0	629.6	147.6	701.7

Mısır, ekim alanı açısından dünyada buğday ve pirinçten sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Buna karşılık birim alandan elde edilen verimin yüksek olmasından dolayı üretim açısından (701.7 milyon ton) tahıllar içerisinde ilk sıradadır (Çizelge 2.1).

Dünyada 157 ülkede mısır üretimi gerçekleştirilmektedir. Mısır yetiştiren ülkeler arasında ABD yaklaşık 30 milyon hektar ekim alanı ve 280 milyon ton üretimle ilk sırada yer alırken, onu yaklaşık 26 milyon hektar ekim alanı ve 132 milyon ton üretimle Çin takip etmektedir. Brezilya, Meksika, Arjantin, Hindistan ve Fransa da dünya mısır üretiminde önemli payı olan ülkelerdir. Türkiye, 0.8 milyon

hektar ekim alanı ve 3.5 milyon ton üretim ile dünyada mısır üretimi yapan ülkeler arasında 16. sıradadır.

Ülkemizde üretimi yapılan tahıl ürünleri içerisinde buğday ilk sırada, mısır ise buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. 2005 yılı itibariyle ülkemizde 9.3 milyon hektar alanda 21 milyon ton buğday üretimi, 800.000 hektar alanda ise 3.5 milyon ton mısır üretimi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Türkiye’de Buğday ve Mısır Ekilen Alan ve Üretim Değerleri (FAO, 2006)

Yıllar	Buğday		Mısır	
	Ekilen Alan (1.000 ha)	Üretim (1.000 ton))	Ekilen Alan (1.000 ha)	Üretim (1.000 ton))
1970	8615.5	10081.0	646.0	1040.0
1980	8956.0	16554.0	583.0	1240.0
1990	9432.3	20022.0	514.7	2100.0
2000	9400.0	21008.6	555.0	2300.0
2005	9300.0	21000.0	800.0	3500.0

2.1. Buğday Tanesinin Anatomik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi

Buğday tanesinin rengi açık sarıdan kırmızıya kadar değişebilir. Tane şekli ovale yakın olup, uzun ve yuvarlakta olabilir. Tane uzunluğu yaklaşık 3.0-8.0 mm, genişliği 1.5-5.0 mm, bin tane ağırlığı ortalama 20-65 g arasındadır (Kent, 1984; Hosney, 1986; Ünal, 1991).

Buğdayın karın kısmı içe doğru girintili olup taneyi uzunlamasına ikiye ayırır. Buğday tanesi dıştan içe doğru başlıca; perikarp (%3.5-5.5), testa (%0.5), hiyalin tabakası (%2), aleron hücreleri (%6-9), endosperm (%80-85), tanenin ucunda yer alan embriyo (%2-3) ve sakal kısımlarından oluşmaktadır (Hosney, 1986; Kırtok, 1992; Ünal, 1999).

Buğday tanesinin kimyasal yapısı esas itibariyle; karbonhidratlar (nişasta ve nişasta dışındaki karbonhidratlar), azotlu maddeler (proteinler ve diğer azotlu maddeler), lipidler (yağ ve benzeri maddeler), enzimler, vitaminler, madensel maddeler ve sudan oluşur. Bu maddelerin tanedeki oranları çeşide, yetiştirme koşullarına ve iklime bağlı olarak değişir (Kent, 1984; Altan, 1986; Hosney, 1986).

Buğday tanesinin çeşitli kısımlarının ortalama kimyasal bileşimleri Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Buğday Tanesinin Çeşitli Kısımlarının Ortalama Kimyasal Bileşimleri (% kuru madde) (Altan, 1986; Pomeranz, 1987).

Tanenin Kısımları	Kül	Protein	Lipid	Ham Lif
Meyve kabuğu (Perikarp)	3.0	5.0	1.0	21.0
Tohum kabuğu (Testa)	18.0	18.0	0.0	1.3
Hiyalin Tabakası ve Alöron Hücreleri	5.0	35.0	7.0	6.5
Endosperm	0.5	10.0	1.0	>0.5
Embriyo	5.0	26.0	10.0	3.0

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, birlikte düşünülür (Lai, 1986; Hosney, 1986). Buğdayın başlıca öğütme ürünleri olan buğday unu ve buğday kepeğinin bileşimleri Çizelge 2.4’de, her iki fraksiyonun toplam diyet lif içerik ve kompozisyonları ise Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Buğday Ununun ve Kepeğinin Kimyasal Bileşimi (%) (Özer, 1998)

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

Çizelge 2.5. Buğday Unu ve Buğday Kepeğinin Toplam Diyet Lif Kompozisyonları ve Su Tutma Kapasiteleri (%) (Özer, 1998).

	Toplam Diyet Lif	Lignin	Hemisellüloz	Sellüloz	Su Tutma Kapasitesi
Buğday Unu	3.4	0.1	1.1	0.4	209
Buğday Kepeği	54.2	5.3	34.3	13.1	537

Çizelgelerin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, buğday bazı temel besin maddeleri ve lif içeriği bakımından zengindir. Buğday ununa göre buğday kepeğinin toplam diyet lif, hemisellüloz ve sellüloz oranı bir hayli yüksektir.

2.2. Mısır Tanesinin Anatomik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi

Mısır tanesi diğer tahıl tanelerine göre daha büyüktür. Bin tane ağırlığı 150-600 g arasındadır (Kent, 1984). Tane üçgen şeklinde ve bağlı bulunduğu sap kısmına göre çok geniş (enli) bir yapıya sahiptir. Tanenin rengi beyazdan koyu kahverengiye hatta mora kadar değişen renklerde olabilir. En yaygın olarak bulunan çeşitler beyaz ve sarı renkte olanlardır (Hoseney, 1986). Mısır çeşitlerinin kendilerine özgü renkleri aleron tabakasında yer alan renk pigmentlerinden kaynaklanır (Pomeranz, 1987).

Çizelge 2.6. Mısır Tanesinin Çeşitli Kısımlarının Ortalama Kimyasal Bileşimleri (% kuru madde) (Pomeranz, 1987; Watson, 1994)

Tanenin Kısımları	Nişasta	Lipid	Protein	Kül	Şeker
Embriyo	8.3	34.4	18.5	10.3	11.0
Endosperm	86.6	0.86	8.6	0.31	0.61
Tane Sapı	5.3	3.8	9.7	1.7	1.5
Perikarp (Kavuz ya da Kepek)	7.3	0.98	3.5	0.67	0.34
Tam tane	72.4	4.7	9.6	1.43	1.94

Mısır tanesi başlıca dört farklı kısımdan meydana gelir; kavuz (hull) ya da kepek (perikarp ve meyve kabuğu) (%5-6), embriyo (%10-14), endosperm (%80-85) ve taneyi sapa bağlayan kısım (tip cap) (%0.8-1) (Kent, 1984; Pomeranz, 1987; Watson, 1994). Mısır tanesinin kimyasal bileşimi Çizelge 2.6'da verilmiştir. Tanenin farklı kısımlarına göre nötral deterjan lif (NDF) ve diyet lif bileşimleri ise Çizelge 2.7'de verilmiştir. Tanenin toplam diyet lif içeriğinin yaklaşık %80'lik bir bölümü kepek (perikarp) ve tane sapı kısımlarında bulunur (Watson, 1994).

Mısırın kuru ya da yaş öğütülmesi işleminde açığa çıkan mısır kepeği; perikarp ile birlikte mısırın taneye bağlandığı sap kısmını, alöron tabakasını ve kepeğe yapışmış halde bulunan bir miktar endosperm tabakasını da içerir (Watson, 1994).

Yaş öğütme ile elde edilen mısır kepeğinin bileşiminde; yaklaşık olarak %40-56 hemisellüloz (Saulnier ve ark., 1993; Chanliaud ve ark., 1995; Chanliaud ve ark.,

1997; Saulnier ve ark., 2001), %12-17 sellüloz, %10-25 nişasta, %8-10 protein, %5 nem, %4 serbest şekerler, %3 lipid ve %0.2 oranında lignin bulunduğu bildirilmiştir (Artz ve ark., 1990; Singh ve ark., 2003).

Çizelge 2.7. Mısır Tanesinin Çeşitli Kısımlarının Lif İçerikleri (% kuru madde) (Watson, 1994)

Tanenin Kısımları	Suda Çözünmeyen NDF	Hemi-Sellüloz	Sellüloz	Lignin	Suda Çözünür Lif	Toplam Lif
Embriyo	11.0	18.0	7.0	1.0	3.0	14.0
Endosperm	1.0	-	-	-	0.5	1.5
Alöron Tabakası	50.0	-	-	-	25.0	75.0
Tane Sapı	95.0	70.0	-	2.0	-	95.0
Perikarp	90.0	67.0	23.0	0.1	0.2	90.7
Tam tane	9.5	6.7	3.0	0.2	0.1	9.5

Jeltema ve ark. (1983); buğday, mısır ve yulaf kepeği ile fasulye ve soya kabuğunun kurabiye kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında kullandıkları bu kepek çeşitlerinin lif içeriklerini belirlemişlerdir (Çizelge 2.8). Araştırmacılar mısır kepeğinin suda çözünmeyen hemisellüloz oranının (%45.62) diğer kepek çeşitlerine göre daha fazla olduğunu, onu %28.49 ile buğday kepeğinin takip ettiğini, sellüloz içerikleri açısından da mısır kepeğinin (%14.99) buğday kepeğine göre (%8.40) daha fazla sellüloz ihtiva ettiğini açığa çıkarmışlardır.

Çizelge 2.8. Farklı Kepek Çeşitlerinin Lif İçerikleri (%) (Jeltema ve ark., 1983)

Ürünler	Pektin	Suda Çözünmeyen Hemi-sellüloz	Sellüloz	Lignin
Buğday Kepeği	0.61	28.49	8.40	5.35
Mısır Kepeği	0.56	45.62	14.99	2.02
Yulaf Kepeği	1.11	8.20	2.92	3.36
Soya Kabuğu	6.92	17.57	36.19	3.10
Fasulye Kabuğu	8.96	18.00	5.81	1.03

Hashimoto ve ark. (1987), öğütme sonucu açığa çıkan yan ürünlerin suda çözünebilen, enzimle ekstrakte edilebilen ve toplam pentozan içeriklerini belirlemeye

yönelik yaptıkları bir çalışmada; suda çözünebilen pentozanların en fazla soya kabuğunda (%1.55) ve buğday kepeğinde (%1.02) bulunduğunu, enzimle ekstrakte edilebilen pentozanların sırasıyla en fazla biracılık artığı küspe (%3.94), soya kabuğu (%3.81) ve yulaf kepeğinde (%3.16) bulunduğunu, toplam pentozan içerikleri bakımından ise; %34.72 ile mısır kepeği'nin ilk sırada yer aldığını onu %22.53 değeri ile buğday kepeğinin takip ettiğini saptamışlardır. Pirinç kepeği (%10.74) ve yulaf kepeği (%4.07) ise toplam pentozan içerikleri bakımından en son sırada yer almışlardır (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9. Çeşitli Öğütme Yan Ürünlerinin Kimyasal Bileşimleri⁽¹⁾ (Hashimoto ve ark., 1987)

Öğütme Yan Ürünleri	Protein	Kül	Suda Çözünebilen Pentozan	Enzimle Ekstrakte Edilebilen Pentozan	Toplam Pentozan
Buğday Kepeği	13.5	5.55	1.02	1.70	22.53
Mısır Kepeği	5.0	0.39	0.33	0.97	34.72
Biracılık Artığı Küspe	27.7	3.86	0.52	3.94	13.55
Pirinç Kepeği	2.5	17.17	0.14	0.22	10.74
Yulaf Kepeği	19.5	2.96	0.38	3.16	4.07
Soya Kabuğu	9.4	3.82	1.55	3.81	15.23

⁽¹⁾:%14 nem esasına göre

Buğday, mısır, yabani yulaf kepeği ve bezelye kabuğunun ekmek nitelikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Sosulski ve Wu, 1988), kullanılan bu maddelerin kimyasal bileşimleri belirlenmiş (Çizelge 2.10) ve mısır kepeğinin toplam diyet lif (%90.3), nötral deterjan lif (%87.6) ve hemisellüloz (%65.2) oranının diğer diyet lif kaynaklarına ve buğday kepeğine göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2.10. Farklı Kepek Çeşitlerinin Lif İçerikleri⁽¹⁾ (Sosulski ve Wu, 1988)

Ürünler	Toplam Diyet Lif ⁽²⁾	Nötral Deterjan Lif ⁽³⁾	Asit Deterjan Lif ⁽⁴⁾	Asit Deterjan Lignin	Hemisellüloz	Sellüloz
Buğday Unu	3.4	1.6	0.5	0.1	1.1	0.4
Buğday Kepeği	54.2	52.7	18.4	5.3	34.3	13.1
Mısır Kepeği	90.3	87.6	22.4	0.9	65.2	21.5
Yabani Yulaf Kepeği	20.0	21.3	5.4	3.1	15.9	62.3
Bezelye Kabuğu	82.3	74.0	65.8	3.5	8.2	62.3

⁽¹⁾: Kuru madde üzerinden

⁽²⁾: Nişasta dışı polisakkaritleri, dirençli nişasta, lignin ve mumlar, kutin ve suberin gibi minor bileşenleri içerir.

⁽³⁾: Nötral deterjan lif: lignin+sellüloz+nötral deterjanda çözünmeyen hemisellülozları içerir.

⁽⁴⁾: Asit deterjan lif: lignin+sellüloz+asitte çözünmeyen hemisellülozları içerir.

Stauffer (1990) tarafından yapılan bir çalışmada ise (Çizelge 2.11), farklı kepek çeşitlerinin toplam, çözünür ve çözünmez diyet lif içerikleri belirlenmiş; toplam diyet lif içeriği bakımından mısır kepeğinin (%88.0) ilk sırada yer aldığı, onu sırasıyla arpa (%70.0), buğday (%46.0), pirinç (%28.3) ve yulaf kepeğinin (%26.0) takip ettiği saptanmıştır. Yulaf kepeği haricinde diğer kepek çeşitlerinin toplam diyet lif içeriklerinin hemen hemen tamamının çözünmez formda olduğu, yulaf kepeğinin ise yaklaşık %70'lik bir bölümünün çözünür formda bulunduğu açığa çıkarılmıştır.

Çizelge 2.11. Farklı Kepek Çeşitlerinin Lif İçerikleri⁽¹⁾ (Stauffer, 1990)

Lif Kaynağı	Toplam Diyet Lif	Çözünmez Diyet Lif	Çözünür Diyet Lif
Buğday Kepeği	46.0	42.4	3.6
Mısır kepeği	88.0	87.0	1.0
Yulaf Kepeği	26.0	15.1	10.9
Pirinç Kepeği	28.3	28.3	-
Arpa Kepeği	70.0	70.0	-

⁽¹⁾: g/100g

Diyet lifin sağlık açısından öneminin anlaşılması ile birlikte mısırı kuru olarak öğüten bazı sanayiciler, gıda amaçlı ve NDF içeriği ortalama %50-65 olan mısır kepeğini, mısırı yaş olarak işleyen kuruluşlar ise NDF oranı %88-92 olan mısır kepeğini piyasaya sürmeye başlamışlardır (Watson, 1994).

İnsanların temel besin maddelerinin başında yer alan ekmeğin, doğal, ucuz ve kolay temin edilebilen bir değirmencilik yan ürünü olan buğday kepeği ile zenginleştirilmesi ve bu tip ekmeklerin tüketiciler tarafından beğenilerek tüketilebilmesi amacıyla kalitelerinin arttırılmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (Pomeranz ve ark., 1976; Pomeranz, 1977; Pomeranz ve ark., 1977; Shogren ve ark., 1981; Moder ve ark., 1984; Finney ve ark., 1985; Lai, 1986; Sosulski ve Wu, 1988; Lai ve ark., 1989a; Sievert ve ark., 1990; Lang ve Walker, 1990; Rao ve Rao, 1991; Rasco ve ark., 1991; Rasco ve Dong, 1991; Czuchajowska ve Pomeranz, 1993; Özer, 1998; Zhang ve Moore, 1999).

Ancak yine bir değirmencilik yan ürünü olan ve diyet lif içeriği buğday kepeğine göre daha yüksek olan mısır kepeğinin bileşimi ve ekmek üretiminde

kullanılabilme olanaklarına yönelik yapılan çalışma sayısı azdır. Ülkemizde ise bu konuda yapılan bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Aşağıda kepekli ekmeğin sağlık ve beslenme açısından önemi, ekmek üretiminde kepek kullanılması sonucu karşılaşılan sorunlar ve bu sorunları giderilebilme olanakları ile kepekli ekmek üretiminde buğday ve mısır kepeği kullanılmasının hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri konusunda yapılan çalışmalar üzerinde durulmadan önce ekmek, ekmeğin bileşenleri ve ekmek üretiminde kullanılan katkı maddeleri ile ilgili kısaca bilgi verilmeye çalışılmıştır.

2.3. Ekmek ve Bileşenleri ile Katkı Maddeleri

2.3.1. Ekmek

Ekmek, bileşiminde yer alan yüksek düzeydeki karbonhidratlara bağlı olarak enerji sağlayıcı olmasının yanısıra azımsanmayacak düzeyde protein, lipid ve mineral madde gibi temel besin öğelerini de içermektedir. Protein sağlamada tahılların bitkisel gıdalar içerisindeki payı %66'dır. Bunun %50'lik kısmı yalnız başına ekmek tarafından sağlanmaktadır (Arat, 1949; Ercan ve ark., 1988a). Besleyici değerinin yanısıra ekmek diğer gıda maddelerine göre ulaşılması kolay, ucuz ve doyurucudur, kendine has nötr karakterde bir tad ve aromaya sahiptir. Ülkemizde kişi başına günlük ekmek tüketimi yöreye ve sosyo-ekonomik duruma göre değişmekle birlikte 100-800 g/kişi-gün arasındadır (Göçmen, 1996).

Ekmeğin tarihi diğer bilinen gıdalardan çok daha eskiye dayanır, hatta insanlık tarihi kadar eski olduğunu söylemek mümkündür. Ekmek yapımında kullanılan tahıllar, ilk çağlarda ezilerek doğrudan tüketilirken, daha sonraları elde edilen tam tane unu, su katılarak hamur haline getirilip düz, yassı bir şekil verildikten sonra, sıcak taşlar veya doğrudan ateş üzerinde pişirilmeye başlanmıştır. Bunu, ilkel değirmenler de öğütme ve eleme işleri izlemiş, ekmek yapımıyla ilgili bilgi ve tecrübelerin artmasıyla hamurun fermentasyonu da keşfedilmiştir (Pomeranz, 1987; Qarooni, 1996).

Ekmeğin tarihi insanlık tarihi kadar eski olmasına rağmen; ekmek üretiminde kullanılan temel bileşenler çok az değişime uğramıştır (Pomeranz, 1987). Ekmek yapımında genellikle buğday unu kullanılmaktadır. Ekmek yapımında kullanılan unun, çeşitli katkıların ve üretim metotlarının farklılıklarına göre ekmekler; francala ekmeği, sandviç ekmeği, çeşitli tava ekmekleri, bazlama, yufka, göçmen ekmeği ve pide ekmeği şeklinde gruplandırılabilir (Arat, 1949; Tekeli, 1964). Ayrıca mısır, yulaf, çavdar, arpa, pirinç, soya gibi tahılların unu ve kepekleri, patates kabuğu, elma kabuğu, fasulye kabuğu, hindistan cevizi artığı, biracılık artığı küspe, kağıt endüstrisi atığı olan sellüloz ve türevleri gibi diyet lif içeriği yüksek maddelerin katıldığı ekmekler ve bunlarla birlikte sınırlı veya mahalli olarak üretilen ekmekler de yer almaktadır (Arat, 1949; Metin, 1986; Özkaya, 1992).

Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğinde (Anon., 2002) ekmek; “Ekmeklik buğday ununa içilebilir nitelikte su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*), gerektiğinde “Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği”nde izin verilen katkı maddeleri ile Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı’ndan üretim izni almış şeker, enzim ve benzeri maddeleri içeren ekmek katkı karışımları katılarak hazırlanan hamurun tekniğine uygun bir şekilde yoğrulup, çeşitli şekillerde hazırlanıp fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür” şeklinde tanımlanmıştır.

Kaliteli bir ekmek yeterli ve dengeli gelişmiş bir hacme sahip olmalı, düzgün şekilli, cazip kabuk renginde, iç yapısının ince çeperli, küçük ve homojen gözenekli, kabuk iç ayrımı olmayan, kolayca çiğnenebilecek kadar yumuşak ancak düzgünce dilimlenebilecek kadar sert yapıda olmalıdır (Altan, 1986).

2.3.2. Bileşenler

Ekmeğin başlıca bileşenleri olan un, su, tuz ve mayanın yanısıra ekmeğin işlenebilme ve teknolojik özelliklerini arttırabilmek amacıyla kullanılan ekmek katkı maddelerinin ekmekçilikteki işlev ve önemleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.3.2.1. Un

Buğday unu, gerek nicelik gerekse nitelik bakımından ekmek yapımındaki en önemli öğedir. TS 4500 Buğday Unu Standardında buğday unu, yabancı maddelerden temizlenmiş ve tavlanmış buğdayların (TS 2974) tekniğine uygun olarak öğütülmesi ile elde edilen üründür şeklinde tanımlanmaktadır.

Ekmekçilik açısından unun en önemli özellikleri; gluten miktar ve kalitesi, diastatik (amilaz) etkinliği ve su tutma yeteneğidir. Bunların yanı sıra; un randımanı, un taneciklerinin iriliği, zedelenmiş nişasta miktarı ve lipid kompozisyonu da ekmekçilik açısından unun diğer önemli özellikleridir (Altan, 1986; Pyler, 1988; Göçmen, 1993).

Buğday unu sabit bileşenli homojen bir madde değildir. Aksine son derece karmaşık ve kompozisyonu değişebilen bir maddeler karışımıdır. Unun başlıca bileşenleri olarak; karbonhidratlar (nişasta ve nişasta haricindeki karbonhidratlar), proteinler, lipidler, mineral maddeler, vitaminler, su ve enzimler sayılabilir. Her biri farklı önem ve işleve sahip olan bu kimyasal madde gruplarının un içindeki miktarları ve birbirine oranlarının yanı sıra iç kompozisyonları da unun elde edildiği buğdayın genetik potansiyeline, yetiştirme koşullarına ve iklime bağlı olarak büyük değişiklikler gösterir (Lazsisty, 1986; Pyler, 1988).

2.3.2.1. (1). Karbonhidratlar

Buğdayda ve diğer tahıllarda bulunan karbonhidratların en büyük ve önemli kısmını (%65-70) bir polisakkarit olan nişasta oluşturur (Altan, 1986; D'Appolonia ve Duarte, 1996). Buğday ununda bulunan nişasta dışı polisakkaritlerin başlıcaları ise sellüloz, β -glukan, pentozanlar, gliko ve galakto-mannanlardır.

Nişasta . – Nişasta gerek bulunduğu miktar ve gerekse besinsel (Baysal, 1996) ve teknolojik fonksiyonları bakımından buğday ununun en önemli bileşenlerinden birisidir.

Nişasta iki farklı fraksiyondan meydana gelir. Bu fraksiyonlar; 2000'den fazla glikoz ünitesinin α -1,4 glikozidik bağı ile bağlanması sonucu oluşan amiloz

(%25-30) ve polimerizasyon derecesi 10000 ve daha fazla olduğu ileri sürülen dallanmış bir yapıya sahip olan amilopektin (%70-75)'dir (Pomeranz, 1987).

Yüksek kalitede ekmek üretimi için buğday ununda bulunan proteinlerin miktarı ve kalitesi başlıca faktör olarak görülmesine rağmen, karbonhidratlar özellikle nişasta da önemli bir rol oynar. Ekmek kalitesi açısından tahıllar içerisinde buğday nişastasının ayrı ve önemli bir yeri vardır (D'Appolonia ve Duarte, 1996).

Unda normal olarak %1 kadar glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltoz gibi fermente olabilen şekerler bulunmasına rağmen, fermantasyonun devamı için bu miktar yeterli değildir. Mayaların fermantasyonda amaçlanan ve hamurun kabarmasını sağlayan CO₂ gazını üretebilmeleri için gereksinim duydukları basit şekerler, unda bulunan zedelenmiş nişastanın amilaz enzimleri tarafından parçalanması ile sağlanır (Hoseney, 1986). Yeterli hacme sahip bir ekmek üretilmesi için unda belirli oranda zedelenmiş nişastanın bulunması gereklidir (D'Appolonia ve Duarte, 1996).

Nişasta, gluteni istenilen düzeyde seyreltir. Yoğurma süresince nişasta granülleri gluten matriksi içerisine gömülürler ve güçlü elektrostatik kuvvetler nedeniyle birbirlerine çok sıkı bir şekilde bağlanırlar. Nişasta granüllerinin yüzey karakteristikleri nişasta-protein etkileşimlerini etkiler. Nişasta gluten ile kuvvetli bir birleşim için uygun bir yüzey sağlar, glutenden su çekerek gluten ağının stabil bir yapı kazanmasına ve sertleşmesine yardım eder (Kent, 1984; Pyler, 1988; D'Appolonia ve Duarte, 1996).

Nişastanın ekmekçilik açısından önemli olan bir diğer özelliği de nişastanın çirşlenmesi ya da jeletinizasyonu ve ekmeğin bayatlaması olayında en önemli etmenlerden biri olan nişastanın retrogradasyonudur (Pomeranz, 1987; Lineback ve Rasper, 1988; Pyler, 1988; D'Appolonia ve Duarte, 1996). Nişasta maddesinin kolloid çözelti durumunda iken kendiliğinden yığın halinde çökmesi olayı "nişastanın retrogradasyonu" olarak tanımlanmaktadır. Retrogradasyona uğrayan nişasta çözeltisi ısıtıldığında eski süspansiyon durumuna geri döner. Aynı şekilde yeterli miktarda su içeren bayat bir ekmekte ısıtıldığı zaman tazelenmektedir. Her ikisi de geriye dönüşümlü olan bu olaylar nedeniyle ekmek bayatlamasının nişastanın retrogradasyonu ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Altan, 1986).

Niştasta Dışı Polisakkaritler .⁻ Niştasta dışı polisakkaritlerin tamamına yakın kısmı buğdayın kabuk ile kabuğa yakın bölgelerinde ve hücre duvarlarında bulunurlar. Diyet lif olarak da adlandırılan bu maddeler, insan sindirim sistemi tarafından sindirilemezler. Son yıllarda diyet lifin insan beslenmesi ve sağlığı üzerindeki öneminin anlaşılması ile birlikte, bu maddelerin kimyasal yapısı ve analizleri ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Buğday ununda bulunan niştasta dışı polisakkaritlerin başlıcaları; sellüloz, β -glukan, pentozanlar, gliko ve galakto-mannanlardır (Gül, 2002).

Sellüloz, buğday tanesinde yaklaşık %2, unda %0.1 ve kepekte %9-13.5 oranlarında (Kent, 1984), bulunurken, (1→3) (1→4) - β -glukan buğday tanesindeki oranı daha azdır, bazı buğday çeşitlerinde en fazla %1 oranında β -glukan bulunduğu bildirilmiştir (Lineback ve Rasper, 1988).

Pentozanlar : Buğday tanesinde yaklaşık %7, unda %2-3 ve kepekte %25 oranında bulunan başlıca niştasta dışı polisakkaritlerden olan pentozanlar; esas itibariyle D-ksiloz ve L-arabinozdan oluşmuşlardır. Ayrıca yapılarında D-galaktoz, D-glikoz, mannoz, D-glikuronik asit, 4-O-metil glikuronik asit içerirler (Hoseney, 1986). Pentozanlar, buğday tanesinin kabuk ve kabuğa yakın kısımlarında, endosperme oranla daha fazla miktarda bulunurlar. Pentozanların bir kısmı su ile ekstrakte edilebilir. Bu nedenle pentozanlar; suda çözünen ve suda çözünmeyen pentozanlar olmak üzere iki grup altında incelenirler. Buğday ununda bulunan pentozanların yaklaşık %0.4-0.8'i suda çözünebilir, %1.2-1.8 kadarı ise suda çözünmez özelliktedir (Yeh ve ark., 1980; Izydorczyk ve ark., 1990; Rouau ve Moreu, 1993).

Suda çözünen pentozanlar, amonyum sülfat ile tuz oluşturarak ya da etanol ile çöktürülerek arabinoksilan ve arabinogalakthan olmak üzere iki fraksiyona ayrılabilirler (Gül, 2002).

Arabinoksilanların ve arabinogalakthanların her ikisi de suyun yüzey gerilimini azaltırlar. Fakat arabinoksilan protein köpüklerini etkin bir şekilde stabilize ederken, arabinogalakthanların etkisi daha azdır. Arabinoksilanlar gluten ile birlikte pişirmenin ilk aşamalarında karbondioksitin yayılma hızını yavaşlatırlar.

Böylece ekmek iç yapısı ve hacim üzerinde olumlu etkilerde bulunurlar (Izydorczyk ve ark., 1991a; Izydorczyk ve Biliaderis, 1992).

Suda çözünen pentozanlar (özellikle ferulik asit içeren arabinoksilan) hamur ve ekmek kalitesini etkileyen önemli fonksiyonel özelliklere sahiptirler. Bu özelliklerden bir tanesi oksidatif jelatinizasyondur (Patil ve ark., 1975a; Yeh ve ark., 1980; Hosene ve Faubion, 1981; Ciacco ve D'Appolonia, 1982a, Ciacco ve D'Appolonia 1982b; Izydorczyk ve ark., 1990; Izydorczyk ve ark., 1991a; Espinoza ve Rouau, 1998).

Pentozanların ekmek kalitesi üzerine etkileri, çok sayıda araştırmanın konusu olmuştur. Fakat farklı izolasyon ve saflaştırma tekniklerinin kullanılması nedeniyle pentozanların etkileri konusunda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Suda çözünen pentozanların ekmek özelliklerini olumlu yönde etkilediği (Hosene ve ark. 1969; Patil ve ark., 1976; Yin ve Walker, 1992), ekmek hacmi ve ekmek içi yapısı üzerine herhangi bir etkisi olmadığı (Kim ve D'Appolonia, 1977a; Kim ve D'Appolonia, 1977b; Michniewicz ve ark., 1991; Wang ve ark., 1998), suda çözünmeyen pentozanların olumsuz yönde (Kim ve D'Appolonia, 1977a) ve olumlu yönde (Jelega ve Hlynka, 1972) etkilediğini bildiren çalışmalar mevcuttur.

Pentozanlar yüksek su bağlama kapasiteleri (Jelega ve Hlynka; 1971; Kim ve D'Appolina, 1977a; Meuser ve Suckow, 1986) nedeniyle hamurdaki serbest suyu bağlayarak hidrasyonu düzenlerler, hamurun katı ve kuru bir hal almasını sağlarlar. Hamurun yoğrulması ile pentozanların hidrojen bağları oluşturma kapasiteleri artar. Pentozanlar ve glikoproteinler hamurun başlıca bileşenleri olan proteinler ve karbonhidratlar arasında köprü görevi yaparlar ve oksidan maddeler de, bu köprünün sürekliliğini sağlama konusunda önemli rol oynarlar (Patil ve ark., 1975b). Pentozanlar, retrogradasyon işlemini geciktirmek suretiyle, nişasta jellerinin sertleşmesini yavaşlatırlar (Kim ve D'Appolonia, 1977a).

Buğday nişastası, nişasta-amiloz ve nişasta-amilopektin karışımlarından hazırlanan jeller ile yapılan denemeler, pentozanların; amiloz ve amilopektin ile hidrojen bağları oluşturduğunu göstermiştir. Oluşan bu bağlar nedeniyle, jelin depolanması süresince nişasta bileşenlerinin birbirleri ile bağ oluşturabilecek

bölgeleri azalmaktadır. Böylece nişastanın retrogradasyonu yavaşlamaktadır (Lineback ve Rasper, 1988).

2.3.2.1. (2). Proteinler

Un kalitesi üzerine etki eden etmenlerin en önemlisi unun içerdiği protein miktarı ve kalitesidir. Buğday ve buğday ununda bulunan proteinlerin başlıcaları depo ya da çözünmez proteinler olarak adlandırılan, prolamin grubundan olan “gliadin” ve “glutenin” ile işlevsel ya da çözünür proteinler olarak adlandırılan albumin, globulin ve arta kalan diğer proteinler (başlıca proteozlar)’dır (Kent, 1984; Pomeranz, 1987).

Buğdayda bulunan proteinler, kuru maddede bileşimin yüzdesi olarak, yaklaşık; %4.0 glutenin, %4.0 gliadin, %0.7 globulin, %0.4 albumin ve %0.3 proteozlardan oluşmaktadır (Hoseney, 1986).

Buğday unundaki proteinlerin yaklaşık %85’ini oluşturan gliadin ve glutenin proteinleri hamurun yoğrulması sırasında hidrate olarak ve çeşitli kimyasal bağlarla birleşerek hamurun özelliklerini önemli düzeyde etkileyen ve hamur içerisinde yarı sürekli bir faz oluşturan özü (gluten) meydana getirirler. Öz, yoğurma sırasında hamura katılan havayı ve mayalar tarafından oluşturulan CO₂ gazını hamur içerisinde tutarak ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar (Pomeranz, 1987; Pyler, 1988; Hoseney, 1986).

Özü oluşturan temel proteinlerden olan glutenin (Schofield, 1994; Dizlek, 2005); buğday unundaki endosperm proteinlerinin yaklaşık %40’ını oluşturur. Kimyasal olarak basit proteinler sınıfına girer ve yüksek molekül ağırlığına (>100.000) sahiptir, peptid zincirlerindeki S-S bağlarının çapraz olarak bağlanmasıyla meydana gelmiştir. Glutenin fraksiyonu hamura uzamaya karşı direnç gösterme niteliği kazandırır (Pyler, 1988; Hoseney, 1986).

Gliadin; ekmek hamurunda gluten oluşumu için gerekli diğer temel bileşendir. Glutenin gibi basit proteinlerdendir (Pyler, 1988) ve molekül ağırlığı (20.000-100.000) glutenine göre daha düşüktür (Tapucu, 1996). Uzayabilme

yeteneğine sahiptir, uzamaya karşı ya çok az direnç gösterirler ya da hiç direnç göstermez (Hoseney, 1986).

Albuminler ve globulinler ekmek yapımında temel rol oynamazlar (Pyler, 1988), ancak beslenme açısından iyi bir amino asit dengesine sahiptirler ve temel amino asitlerden lizin, triptofan ve metionin amino asitlerini yüksek düzeylerde içerirler (Hoseney, 1986.)

Hamur oluşumunda rol oynayan başlıca bağlar protein moleküllerinin ve gluten kompleksinin oluşumunda yer alan S-S, iyon, hidrojen ve Van der Waals bağlarıdır (Pomeranz, 1987).

Gluten proteinlerinin tekrarlı amino asit dizilişine sahip olan merkez bölgeleri hidrofilik tabiatla iken, uç bölgeleri hidrofobik karakterdedir (Tronsmo ve ark., 2002). Aynı yapı içerisinde farklı kimyasal özelliklerin (hidrofilik ve hidrofobik karakterli bölgelerin) bir arada bulunması gluten proteinlerinin diğer hamur bileşenleriyle (hidrofilik kısımlarıyla hidrofilik karakterdeki hamur bileşenlerinden su ve nişasta ile, hidrofobik kısımlarıyla hidrofobik karakterdeki lipidler ile) kolayca etkileşime girmesini sağlar.

2.3.2.1. (3). Lipidler

Lipidler miktar olarak buğday bileşiminde az olmalarına rağmen (yaklaşık %1.5-2.5) buğday tanesi ve unun depolama yetenekleri, işlenme özellikleri, ekmeklik kaliteleri ve besin değerleri açısından son derece önemli etkilere sahiptirler. Buğday tanesinde lipidler sırasıyla en fazla embriyo (%28.5), aleron tabakası (%8) ve kepekte (%5-6) bulunurlar. Endosperm tabakasının lipid içeriği yaklaşık %1.5 oranındadır (Özkaya, 1985; Altan, 1996).

Lipidler çözünürlüklerine göre bağlı ve serbest olarak iki kısımda incelenirler. Buğday unu lipidlerinin %50 kadarını apolar, %50 kadarını da polar lipidler oluştururlar. Polar lipidler (gliko ve fosfolipidler) un proteinlerinin glutenin kısmına hidrofobik, gliadin kısmına ise hidrofilik bağlarla bağlanırlar. Bu şekilde, protein-lipid interaksyonu ile, lipidlerin gliadine ve glutenine bağlanmasıyla, oluşan gliadin-

glikolipid-glutenin kompleksi öz yapısının kuvvetlenmesine ve bunun gaz tutma kapasitesinin artmasına neden olur (Hoseney ve ark., 1970).

Glikolipidler, nişasta ve gluten arasında köprü oluşturarak hamurun gaz tutma kapasitesini arttıırırlar. Böylece ekmek hacmi üzerinde olumlu etki yaparlar (Pomeranz, 1987). Ekmek yapımında doymamış yağ asitlerinin oksitlenmesi sonucu meydana gelen ara ürün “peroksitler” hamur oluşumunda glutenin SH bağlarının SS bağlarına okside olmasında oksijen taşıyıcı, katalizör görevinde bulunurlar. Hamurun olgunlaşması ve güçlenmesine yardımcı olurlar (Eskin, 1990; Elgün ve Ertugay, 1997).

2.3.2.1. (4). Enzimler

Enzimler, organizmalarda eser miktarlarda bulunan protein yapısındaki işlevsel maddelerdir. Ekmek yapımında önemli olan ve unun yapısında bulunan enzimlerin başlıcaları; Amilazlar, Proteazlar, Lipazlar, Lipoksidazlar, Askorbik Asit Oksidazlar, Glutation Dehidrogenazlar, Fitazlar, Pentozanazlar ve Polifenol Oksidazlar olarak sayılabilir (Kent, 1984; Kruger and Lineback, 1987; Pomeranz, 1987; Stauffer, 1987; Hamer, 1995).

2.3.2.1. (5). Mineral Maddeler

Buğdayın kül içeriği %1-2 arasındadır. Külü oluşturan mineral maddelerin başlıcaları; K, P, Mg, Cl, Ca, Na, Si ile az miktarda Zn, Ni, Mn, Cu, Co, F, Se, Br, I, B ve Al'dur. Toprakten kazanılan bu inorganik maddelerin miktarı; büyük oranda toprak çeşidine, yağış durumuna, uygulanan gübrenin çeşidi ile miktarına ve çevresel koşullara bağılı olarak değışiklik gösterir. Tanede mineral maddelerin dağılışı şu şekildedir; toplam külün yaklaşık %55.6-60.2 aleron tabakasında, %20.3-25.9'u endospermde, %7.3-9.8'i perikarp, testa ve hiyalin tabakasında, %5.5-8.2'si skutellumda, %2.8-4.0'ü embriyo'da bulunur (Pyler, 1988).

2.3.2.1. (6). Vitaminler

Düşük randımanlı unlar, vitamin içeriği bakımından çok zengin değildirler. A vitamini eser miktarda bulunur. C ve D vitaminleri ise hiç yoktur. Buğdayın vitamin olarak en önemli bileşenleri B kompleks grubundan (Pyler, 1988), B1 (Thiamine), B2 (Riboflavin), B5 (Nikotinik Asit) ile E vitaminidir. Söz konusu vitaminlerin önemli bir kısmı embriyo, aleron tabakası ve kabukta yer almakta olup öğütme sırasında kepek ile birlikte uzaklaştırılmaktadırlar (Özer, 1998).

2.3.2.2. Su

Su, hamur bileşenlerinin karışmasını ve birbirleriyle kimyasal etkileşime girmelerini sağlayan, hamura arzu edilen viskoelastik yapıyı kazandıran, fermentasyonun başlamasına ve devamına yol açan ve son ürün kalitesi üzerinde etkili olan temel bir bileşendir. Birçok organik ve inorganik madde için çözücü olan su; hamurda tuz, şeker ve çözünen proteinler gibi hidrofilik bileşenleri çözer ve suda çözünmeyen proteinleri hidrate ederek gluten oluşmasında önemli rol oynar (Kent, 1984).

Ekmek yapımında kullanılacak su mikroorganizmalardan arınmış, temiz, renksiz, kokusuz ve orta sertlikte olmalıdır (Altan, 1986). Fazla sert suların kullanılması durumunda, hamurun fermentasyonu sırasında oluşan ve mayaların çalışması için uygun bir ortam oluşturan asitler nötralize olurlar. Çok yumuşak suların kullanılması ise, hamurdaki asitlik artışının nötralize edilememesinden dolayı, öz proteinlerinin niteliklerinin bozulmasına neden olur (Pyler, 1988).

2.3.2.3. Tuz

Ekmeğin başlıca bileşenlerinden olan yemek tuzu (NaCl); ekmeğe tat vermesinin yanı sıra ekmek yapımında özü yumuşatıcı özelliğe sahip enzimlerin (proteazların) etkinliğini azaltarak özün yumuşamasını önler (Altan, 1986). Yemek tuzu, bileşiminde yer alan Na (+) ve Cl (-) iyonları kalkanlar oluşturmak suretiyle

proteinlerdeki yükleri korur ve hamurdaki serbest su miktarını azaltarak glutenin su bağlama kapasitesini azaltır (Pyler, 1988; Hoseney, 1986). Ayrıca, fermentasyon sırasında mayanın çalışmasını dolayısıyla gaz oluşumunu ve hamurun olgunlaşmasını düzenler (Blanshard ve ark., 1988).

Ekmek yapımında kullanılacak tuz yeterli incelikte, temiz, parlak ve beyaz olmalı, fermentasyonu olumsuz yönde etkileyecek iyot ve benzeri mineralleri içermemelidir (Özer, 1998).

2.3.2.4. Maya

Ekmek mayası, hamurda bulunan basit şekerleri fermentasyona uğratarak, fermentasyon sonucu oluşan CO₂ gazı ile hamurun kabarmasını, fermentasyon ürünü diğer maddelerle de hamurun olgunlaşmasını ve aroma teşekkülünü sağlayan, bileşiminde yer alan enzimler (maltaz, invertaz, zimaz ve proteaz) ile gluten proteinlerindeki molekül içi S-S bağlarının indirgenmesini katalizleyen (Pyler, 1988; Ünal, 1991), spor yapan hakiki mayalar sınıfından *Saccharomyces* cinsine ait yuvarlağımsı, tek hücreli mikroorganizma olan *Saccharomyces cerevisiae*'dir (Kent, 1984; Pyler, 1988; Ünal, 1991). Maya kendine özgü koku ve tat, krem renkte, düzgün yüzeyli olmalı, pres yaş maya için rutubet miktarı %75'i geçmemeli ve fermentasyon gücü en az 700 ml CO₂ oluşturacak kapasitede olmalıdır (Anon., 1992).

2.3.3. Katkı Maddeleri

Çok eski çağlara kadar uzanan ekmekçilik, tarihin akışı içinde gelişme göstererek bugün modern teknolojiye yararlanan bir bilim haline gelmiştir (Ercan ve Özkaya, 1986). Bu gelişmenin bir sonucu olarak, ekmek yapımında unun bileşiminden ve özelliklerinden kaynaklanan bazı kusurların ve eksikliklerin giderilerek kalitenin iyileştirilmesi, hamur ve ekmek niteliklerinin daha fazla geliştirilmesi, zaman ve işgücü tasarrufu sağlanarak işletmelerin verimliliklerinin

arttırılması amaçlarıyla çeşitli katkı maddeleri günümüzde yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Altan, 1996).

Bu amaçla kullanılan katkı maddelerinin başlıcalarını; başta L-Askorbik Asit olmak üzere diğer oksidan maddeler, yüzey aktif maddeler, çeşitli enzim preparatları, şeker ve benzeri tatlandırıcılar, proteince zengin katkılar [vital (kuru) gluten, süt ve süt ürünleri, soya unu, malt unu vb.], katı ve sıvı yağlar oluşturmaktadır (Özer, 1998).

Şeker ve benzeri tatlandırıcılar; tatlandırıcı, besin değerini yükseltici, mayalar için temel besin maddesi olması bakımından fermantasyonu düzenleyici (Sultan, 1976; Ünal, 1980a; Miller, 1981), kabuk rengini geliştirici, homojen gözenek yapısına sahip ekmek içi özelliklerinin oluşmasını sağlaması, hamurların pişirilmesi sırasında meydana gelen karamelizasyon ve maillard reaksiyonlarında etkili olması, aroma oluşumunda rol oynaması, nem kaybını önleyerek tazeliğin korunmasındaki işlevleriyle ekmek yapım teknolojilerinde kullanılırlar (Ünal, 1980b; Ercan, 1990).

Ekmek yapımında ekmeğin besin içeriğini yükseltmek, ekmek kabuk ve iç yapısı ile rengini iyileştirmek, aroma gelişimini sağlamak gibi çeşitli amaçlarla süt ve süt ürünleri (süt tozu, yağsız süt tozu, peynir altı suyu tozu) ile enzimce aktif ya da inaktif soya unu başta olmak üzere çeşitli baklagillerin unları da ekmek yapımında kullanılmaktadır (Elgün, 1981; Certel, 1986; Ercan ve Seçkin, 1986; Stauffer, 2005; Elgün ve Ertugay, 1997).

Ekmek yapımında hidrojenize edilmemiş, kısmen veya tamamen hidrojenize edilmiş bitkisel yağlar ve katı yağlar kullanılmaktadır. Yağlar; hamurda yağlayıcı, yüzey aktif maddeler ile beraber köpük oluşturu, hidrojen bağları ve hidrofobik bağlar oluşturarak gaz hücrelerinin yüzeyini film halinde kaplayarak hamurdan gaz çıkışını geciktirici, nişasta jeletinizasyonu sırasında viskozite artışını geciktirici etkileri nedeniyle ekmek yapımında kullanılan temel katkı maddelerinden birini oluştururlar (Junge ve Hosney, 1981; Frazier ve ark., 1986; Ertugay ve ark., 1988; Altan, 1986). Ekmek yapımında kullanılan katı yağlar, özellikle pişirmenin ilk devrelerinde hamurun gaz tutma özelliğini arttırarak fırın sıçramasının ve dolayısı ile ekmek hacminin (Miller, 1981; Pylar, 1988) yüksek olmasını sağlarlar. Bunun yanı

sıra gerek ekmek taze iken gerekse bekleme sırasında ekmek için yumuşaklığını sağlayarak raf ömrünü uzatırlar (Ertugay ve ark., 1988; Roach ve Hoseney, 1995).

2.3.3.1. Oksidan Maddeler

Hamurun fonksiyonel özellikleri önemli düzeyde gluten proteinlerine bağlıdır. Proteinlerin çapraz bağlanması (Fayle ve ark., 2000) ya da polipeptid zincirleri arasında kovalent bağların oluşması proteinlerin fonksiyonlarının artırılması açısından önemlidir. Oksidan maddeler, protein matrisi içerisinde yer alan komşu iki sistein molekülünü okside ederek S-S bağlarının oluşumunu sağlar (Every ve ark., 2003), böylece proteinler arasında kovalent bağların sayısının arttırarak hamurun viskoelastik ve yapısal özelliklerinin iyileşmesine, dolayısıyla ekmek kalitesinin artmasına yardımcı olur (Pyler, 1988; Hoseney, 1986; Bonet ve ark., 2006).

Oksidan maddeler kullanılarak hazırlanan hamurların daha yüksek fırın sıçraması yaptıkları ve ekmeklerin; daha iyi bir hacme sahip oldukları, kabuklarının düzgün bir çizgi yeri açılması gösterdikleri, ekmek içi gözenek yapısının küçük ve ince çeperli, tekstürlerinin ise yumuşak ve kadife gibi bir yapıya sahip oldukları bildirilmektedir (Fischer, 1985; Miller ve Hoseney, 1999).

Un ve hamur yapımında kullanılan başlıca oksidan maddeler; askorbik asit, potasyum bromat, potasyum iyodat, kalsiyum bromat, kalsiyum iyodat, kalsiyum peroksit ve azodikarbonamid'tir. Günümüzde, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de un ve ekmek katkı maddelerinde kullanılan oksidanlardan sadece askorbik aside izin verilmektedir (Bahar, 2001).

L-Askorbik Asit (L-AA)'ın hamurun reolojik özellikleri üzerindeki iyileştirici etkisi ilk defa 1935 yılında Jorgensen tarafından ortaya konulmuştur. Araştırmacı, una 20-30 mg/kg oranında L-AA ilave edildiği zaman, hamurun direncinde dikkate değer bir artış olduğunu ve ekmek hacminde kontrol ekmeğine göre %20 daha fazla olduğunu belirlemiştir. 1935 yılındaki bu tespitten sonra, ekmek yapımında L-AA yaygın bir şekilde kullanıla gelmektedir (Grosch ve Wieser, 1999).

L-AA'nın hamurdaki aktif formu Dehidro-L-Askorbik Asit (DHL-AA)'tir. L-AA, unda bulunan L-AA oksidaz (EC 1.10.3.3) (Grant ve Sood, 1980) etkinliğiyle, hamurda bulunan atmosferik oksijenle (Nakamura ve Kurata, 1997b) reaksiyona girerek DHL-AA'ya okside olur (yükseltgenir) (Elkassabany ve Hosney, 1980; Elkassabany ve ark., 1980; Fitchett ve Frazier, 1986; Cemeroğlu ve Acar, 1986). Oluşan DHL-AA unda bulunan DHL-AA redüktaz enziminin katalitik etkisiyle yeniden L-AA'ya indirgenirken, hamurun yoğrulması sırasında -SH gruplarının yükseltgenerek S-S bağları oluşturmasını sağlar ve hamurun öz yapısının oluşmasında önemli rol oynar (Elkassabany ve ark., 1980; Blanshard ve ark., 1988; Pyler, 1988).

DHL-AA'nın etkisiyle, molekül içi ve moleküller arası S-S bağlarının sayısındaki artışla hamurun; öz yapısı kuvvetlenir, viskozitesi ve elastikiyeti artar, gaz tutma yeteneği gelişir ve ekmekte belirgin bir hacim artışı sağlanır (Miller ve Hosney, 1999). Ancak DHL-AA, gluten miktarı ve kalitesi bakımından yüksek değerlere sahip olan unlardan elde edilen ekmeklerde aşırı öz kuvvetlenmesi sonucunda hacim azalmasına neden olur (Wikstrom ve Eliasson, 1998).

2.3.3.2. Yüzey Aktif Maddeler

Yüzey aktif maddelerin endüstriyel boyutta üretimleri ve kullanılmaları yaklaşık 80 yıldan fazla bir süredir gerçekleştirilmektedir (Krog, 1981). Yüzey aktif maddeler lipid kökenli olup, molekülünde yapısal olarak birbirine benzemeyen iki grup (polar/apolar, hidrofobik/hidrofilik, lipofobik/lipofilik, liyofobik/liyofilik) içerirler. Böylece bu maddelerin birbirleri içinde homojen olarak dağılmalarını ve çeşitli kimyasal bağlarla bağlanabilmelerini sağlarlar (Pomeranz, 1987; Zorba, 2001). Yüzey aktif maddelerin bir çoğu hidrofilik polar gruplar ile esterleşmiş olan hidrofobik yağ asidi zincirleri içerirler. Hidrofilik polar grup; propilenglikol, gliserol, sorbitan ya da sakkaroz gibi çeşitli polivalent alkollerden oluşmaktadır. Polar grup laktik, asetik, sitrik, süksinik, diasetil tartarik asit gibi organik asitlere ester bağı ile bağlanarak modifiye edilebilir. Polar gruba ester bağı ile bağlanmış yağ asidi zincirleri 12 ile 20 karbon uzunluğunda olan yağ asitlerinin bir karışımı şeklindedir.

Zincirlerin uzunluğu yüzey aktif maddelerin üretiminde kullanılan hidrojene olmuş ya da olmamış yağlara ya da yağ asitlerine bağlı olarak değişiklik gösterir (Krog, 1981; Pomeranz, 1987; Hasenhuettl ve Hartel, 1997; Özer, 1998).

Yüzey aktif maddeler; un proteinleri ile kompleks oluşturarak gluten gelişimini teşvik edici, protein-nişasta, protein-lipid komplekslerinin oluşumunu sağlayıcı, hamur geliştirici ve kuvvetlendirici, hamur özelliklerini düzeltici, hamur yapısını kuvvetlendirerek elle ve makine ile işlenmesini kolaylaştırıcı, yoğurma toleransını arttırıcı, ekmek içi sertliğini ve yapışkanlığını azaltıcı, ekmek içi gözenek yapısını iyileştirici (Junge ve ark., 1981) etkilere sahiptirler (Krog, 1981; Pomeranz, 1987; Stauffer, 1990; Roach ve Hosney, 1995).

Yüzey aktif maddeler nişasta partiküllerinin yüzeylerine absorbe olurlar, böylece nişasta ile yüzey aktif maddeler arasında (Stefanis ve ark., 1977; Ghiasi ve ark., 1982) kompleks bağlar oluşur. Bu da ekmeğin depolanması süresince gluten tarafından bırakılan suyun nişasta tarafından alınmasına engel olur. Sonuç olarak da gluten tarafından bırakılan su molekülleri ekmek içinden ekmek kabuğuna doğru hareket etme fırsatı bulurlar. Bu şekilde yüzey aktif maddeler depolama süresince ekmeğin bayatlama hızının yavaşlamasına katkıda bulunurlar (Pisesookbunternng ve D'Appolonia, 1983).

Yüzey aktif maddeler ekmek yapımında etki mekanizmaları itibariyle hamur güçlendiriciler ve bayatlamayı geciktiriciler olarak iki ana grup altında incelenmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997; Ravi ve ark., 2000). Günümüzde hamur güçlendirici olarak kullanılan başlıca yüzey aktif maddeler DATEM, Sodyum Steoril Laktilat (SSL), Kalsiyum Steoril Laktilat (CSL), yumuşatıcı olarak kullanılanlar ise mono ve digliseridler, gliserol monostearat ve monopropilen glikoldür. Lesitin ise her iki grubun özelliklerine de sahip olan bir yüzey aktif maddedir (Pyler, 1988).

DATEM bir molekül monogliseridin hidroksil grubu ile bir molekül diasetil tartarik asidin esterleşmesi sonucu oluşan üründür (LaBell, 1983). Hidrofilik lipofilik özellikleri nedeniyle emülsiyon teşkil edebilen ve yapışkanlığı azaltabilen yağların görevini yaparlar. DATEM hem hamuru kuvvetlendirici (Tsen ve Weber, 1981) hem de ekmeği yumuşatıcı etkilere sahip olduğundan, fırın ürünlerinde özel bir yeri vardır (LaBell, 1983; Ercan ve Özkaya, 1986).

DATEM ekmekçilik alanında gluten ve nişastanın yağlanması sonucu homojen bir hamur elde edilmesine, hamurun güçlenmesine ve hamurda katı yağın ince ve homojen dağılmasına yardımcı olurlar (Ünal, 1991). Yapılan çeşitli çalışmalarda (Mettler ve Seibel, 1993; Azizi ve Rao, 2004); DATEM'in hamurun fermentasyon stabilitesini ve elastikiyetini, fırın sıçramasını, ekmeğin spesifik hacmini arttırdığı, ekmek içi yapısını iyileştirdiği, depolama süresince ekmeğin sertliğini azalttığı bildirilmiştir.

Türk Gıda Kodeksinde ekmek üretiminde DATEM'in tekniğine uygun miktarda (GMP: good manufacturing practice) kullanımına izin verilmektedir (Anon., 1997).

2.3.3.3. Enzimler

Buğday ununda doğal olarak çeşitli enzimler bulunur (Bknz 2.4.1.1.(4)). Ancak buğday ununun içerdiği enzim miktarı buğdayın çeşidine, yetiştirme ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılık arz eder. Unun içerdiği enzim düzeyini gerekli hallerde uygun düzeye getirmek ve buğday unundaki kalite farklılıklarını azaltmak amacıyla ticari enzim preparatlarından yararlanılmaktadır (Hamer, 1995; Wikstrom ve Eliasson, 1998).

Enzimlerin ekmekçilikte kullanılmalarında önemli olan bazı faktörler vardır. Bunlar; genellikle güvenli, doğal ve toksik olmayan gıda bileşenlerinden biri olarak kabul edilmeleri, ılımlı sıcaklık ile pH koşullarında çalışabilmeleri ve ısıtma işlemi sonucu aktivitelerini kaybetmeleri şeklinde sıralanabilir (Rosell ve ark., 2003; Vroemen, 2003; Arcia ve ark., 2004; Bonet ve ark., 2006).

Ekmek yapımında uzun zamandan beri amilolitik enzim preparatları kullanılmaktadır. Ancak özellikle son yıllarda sellüloolitik, lipolitik ve oksidatif enzimler de yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Oksidatif enzimler, hamur proteinlerinde molekül içi ve/ya da moleküller arası bağ oluşturarak polipeptid zincirleri arasında kovalent bağların oluşmasına yardımcı olurlar. Ekmek yapımında oksidatif enzimlerin kullanımı hızlı bir şekilde gelişme göstermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda buğday unundan yapılan

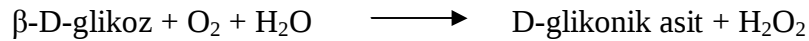
hamurların kalitesinin arttırılmasında glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz kullanılması dikkat çekmektedir (Martinez-Anaya ve Jimenez, 1997; Haouz ve ark., 1998; Vemulapelli ve Hoseney, 1998; Vemulapelli ve ark., 1998; Rosell ve ark., 2003; Ayas, 2003; Küçük, 2003; Arcia ve ark., 2004; Gujral ve Rosell, 2004; Rasiah ve ark., 2005; Bonet ve ark., 2006).

Aşağıda yaygın olarak kullanılmaya başlanan oksidatif enzimlerden glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz hakkında kısaca bilgi verilmeye çalışılmıştır.

2.3.3.3.(1). Glikoz Oksidaz

Sistematik ismi, α -D-glikoz: oksijen-1-oksidoredüktaz (CAS No. 9001-37-0; EC No: 1.1.3.4) olan glikoz oksidaz, Enzim Bilimsel Adlandırma Komisyonu tarafından adlandırılana değin *Penicillium B*, notatin, glikoz aerodehidrogenaz, glikoz oksihidraz gibi çeşitli isimlerle anılmıştır (Whitaker, 1972; Uhlig, 1998).

Glikoz oksidaz moleküler oksijenin varlığında glikozu glikonolakton ve hidrojen peroksit (H_2O_2) katalize eder (Whitaker, 1972; Houben ve ark., 1996; Poulsen ve Hostrup, 1998; Vemulapelli ve Hoseney, 1998; Arcia ve ark., 2004; Martin ve ark., 2005; Özyılmaz, 2005).



Glikoz oksidazın ekmek hamurundaki etki mekanizması tam olarak açığa kavuşturulmamıştır. Bu konuda çeşitli teoriler ileri sürülmüştür. Bunlardan bir tanesi glikoz oksidaz'ın bir molekül hidrojen peroksit açığa çıkararak glikozun oksidasyonunu katalize ettiği, açığa çıkan hidrojen peroksit'in gluten proteinlerindeki -SH gruplarının (S-S) köprülerine okside olmasına ya da trozin çapraz bağlanmalarına neden olduğudur. Bu da hamurun kuvvetlenmesini, fermentasyon sırasında oluşan gazın daha iyi tutulmasını ve son ürün olan ekmeğin hacminin artmasını sağlar (Miller ve Hoseney, 1999; Vemulapelli ve ark., 1998).

Diğer bir teoride; Miller ve Hoseney (1999) tarafından öne sürülmüştür; araştırmacılar çapraz bağlanma mekanizmasında ferulik asit ve tirozinin yer aldığını belirtmişlerdir. Küçük (2003)'ün bildirdiğine göre; Ameille ve ark. (2000)'da, glikoz oksidaz tarafından açığa çıkan H_2O_2 'in buğday ununda bulunan endogen peroksidaz

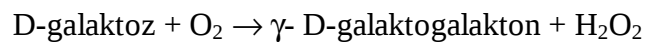
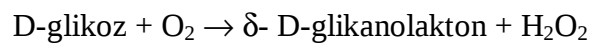
enzimi tarafından substrat olarak kullanıldığını, bu enzimin de ferulik çapraz bağlanmaları katalize ettiğini saptamışlardır. Peroksidaz tarafından katalize edilen suda çözünür pentozanların oksidatif jeletinizasyonu ve bu durumun sonucunda hamurda bulunan suyun hareketinin kısıtlanması bu etkileri açıklamaktadır.

Çeşitli araştırmacılar (Vemulapelli ve ark.,1998; Vemulapelli ve Hosney, 1998; Wikstrom ve Eliasson, 1998; Rosell ve ark., 2003; Rasiah ve ark., 2005; Bonet ve ark., 2006), Glikoz Oksidaz'ın hamur ve ekmek özellikleri üzerinde olumlu etkilerde bulunduğunu bildirmişlerdir.

2.3.3.3.(2). Heksoz Oksidaz

Oksidan maddelerin hamur gelişimi ve hamur kalitesi dolayısıyla son ürün olan ekmeğin hacmi, tekstürü ve ekmek içi yapısına olan olumlu etkisi dikkate alınarak ekmekçilikte glikoz oksidaz'ın aksine çok sayıda monosakkarit ve oligosakkariti substrat olarak kullanabilen bir enzim bulmanın daha avantajlı olacağı düşünülmüş ve son yıllarda yeni bir enzim arayışı konusunda yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Bu bağlamda heksoz oksidaz enzimi üzerinde çalışılmıştır (Poulsen ve Hostrup, 1998; Cook ve Thygesen, 2003; Garcia ve ark., 2004).

Sistematik ismi D-Heksoz: Oksijen 1 Oksidoredüktaz (CAS No. 9028-75-5; EC No. 1.1.3.5) olan heksoz oksidaz çok sayıda mono ve oligosakkaritlerin laktonlara dönüşümünü sağlar. Heksoz oksidaz D-glikoz, D-galaktoz, ksiloz, arabinoz, sellebiyoz, laktoz, maltoz, maltotrioz ve maltotetroz'u okside edebilir. Enzimin monosakkaritlerden D-glikoz ve D-galaktoz'a, disakkaritlerden ise sellebiyoz ve maltoza karşı ilgisi daha fazladır. Heksoz oksidaz tarafından katalizlenen reaksiyon aşağıda verilmiştir (Poulsen ve Hostrup, 1998; Cook ve Thygesen, 2003).



Poulsen ve Hostrup (1998); undan elde ettikleri ekstraktın maltoz miktarının glikozdan 5.5 kat daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Hamura ilave edilen sakkaroz mayada bulunan invertaz enzimi ile glikoz ve fruktoza parçalanmaktadır.

Hamurun fermentasyonu süresince maya tercihen glikozu kullanır, maltoz maya tarafından kullanılmaz. Bu nedenle heksoz oksidaz'ın maltozu kullanabilme kabiliyeti, hamur gelişimi sırasında önem kazanır. Buna ilave olarak, fermentasyon sırasında da nişastayı parçalayan enzimlerin aktivitesi sonucu (örneğin B-amilaz) maltoz konsantrasyonu artar, dolayısıyla heksoz oksidaz için kullanılabilir substrat miktarı da artmış olur.

Heksoz oksidaz çeşitli mono ve oligosakkaritlerin hidrojenperoksit ve laktonlara oksidasyonunu katalize eder. Glikoz oksidaz'dan daha geniş bir substrat spesifikliğine sahip olduğu için sağladığı avantajlar daha fazladır. Ekmek hamurundaki gluten yapısında bulunan tiol gruplarını S-S bağları oluşturmak üzere okside eder, böylece hamurun gluten ağı yapısını güçlendirir, hamurun işlenebilme özelliklerini iyileştirir. Üretilen ekmeğin hacmi daha büyük olur, ekmek içi yapısını geliştirir.

Poulsen ve Hostrup (1998); hamura heksoz oksidaz ve glikoz oksidaz ilave edildikten sonra reolojik olarak aktif -SH ve S-S gruplarındaki değişimleri incelemişlerdir. Heksoz oksidaz ile muamele edilen hamurların -SH içeriğinin enzim konsantrasyonunun artışına koşut olarak azaldığını, bunun muhtemelen enzim reaksiyonu sonucu açığa çıkan H_2O_2 'in oksidasyon etkisinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Haarasilta ve Pullinen (1992) tarafından yapılan bir çalışmada ise, ilave edilen glikoz oksidaz'ın hamurdaki aktif -SH gruplarında azalmaya neden olduğu, ancak bu grupların sayısında oluşan azalmanın aynı dozajda heksoz oksidaz kullanılarak elde edilen azalma kadar olmadığı açığa çıkarılmıştır. Bu sonuç, heksoz oksidaz'ın çeşitli şekerleri substrat olarak kullanabilmesine ya da glikoz oksidaz enzimine göre glikoza karşı olan ilgisinin daha fazla olmasına atfedilmektedir.

2.4. Hamur ve Ekmek Niteliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Başlıca Parametreler

Unun bileşimi başlıca üretildiği buğdayların özelliklerine ve öğütme tekniğine göre büyük farklılıklar gösterir. Üretici, unu kullanmadan önce özelliklerini

ve bu özelliklerin son ürün kalitesini nasıl etkileyeceğini dikkate almak zorundadır. Bu nedenle tahıl bilimcileri 70 yıldan fazla bir süredir unun ve hamurun fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerinin ölçülmesi amacıyla çeşitli aletler ve test teknikleri ile ilgili çalışmalar yapmaktadır.

Unun ekmeklik kalitesi kimyasal bileşimi ile yakından ilişkilidir. Bu amaçla unun nem, kül, protein, nişasta, toplam lipid, ham lif miktarları ile serbest asitlik değerleri belirlenir.

Unun ekmek yapımına uygunluğunun belirlendiği analizler arasında yaş öz (gluten) miktarının ve kalitesinin belirlenmesi öncelik arz eder. Çünkü öz miktarı ve kalitesi yetersiz unlardan yapılan ekmekler, küçük hacimli, basık, düzensiz bir gözenek yapısına sahip olmakta, kabuk yapılarında da yer yer çatlak ve yarıklar bulunmakta, ayrıca bayatlama hızları da daha fazla olmaktadır (Lásztity, 1996).

Unun ekmekçilik açısından önemli olan bir diğer özelliği de diastatik (amilaz) aktivitesidir. Yetersiz amilaz aktivitesine sahip olan unlar ile yapılan ekmekler; küçük hacimli, yeterince gelişmemiş ve heterojen bir gözenek yapısına sahip olurlar. Kabuk renkleri ise açık ve mat olur (Altan, 1986). Amilaz aktivitesinin tayininde geliştirilmiş değişik cihaz ve metodlar mevcuttur. Bunlardan yaygın olarak kullanılanları; düşme sayısı tayini ve Amilograf analizidir (Elgün ve ark., 2001).

Hamurun reolojik özelliklerinin deneysel olarak ölçümünde kullanılan cihazlar iki grup altında incelenebilir. İlk grup tork ya da akışkanlığın ölçülmesini esas alan ve hamurun yoğrulması sırasındaki ölçümleri yapan cihazlardır. Diğeri ise elastikiyetin ölçülmesini esas alan cihazlardır (Pyler, 1988).

Bu cihazların ağırlıklı olarak kullanımı ve kabul görmesi laboratuvarlara göre değişmektedir. Bu farklılıklar, cihazların değişik ülkelerde üretilmesinden, kullanılan unun özelliklerinin yetiştirme koşullarından etkilenmesi sonucu ülkelere göre farklılık arz etmesinden, alınan eğitimlerin farklılık göstermesinden, analiz edilen örnek miktarının yeterlilik durumu ve benzeri faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu cihazlardan alveograf Fransa'da, farinograf Avrupa ve Amerika'nın birçok laboratuvarında, ekstensograf daha çok Avrupa ülkelerinde, miksograf ise genellikle Amerika'da benimsenmiştir. Ülkemizde ise en çok kullanılanlar; farinograf ve ekstensografıdır (Özer, 2000).

Farinograf cihazı (D'Appolonia ve Kunerth, 1984) unun su absorpsiyonunu ve bu undan hazırlanan belirli kıvamdaki hamurun yoğrulma özelliklerini ölçer ve kaydeder. Un belirli miktar su ile karıştırılıp hamur haline gelirken, yoğurmaya ve paletlere karşı önceleri artan, bir süre değişmeden sabit kalan ve daha sonra azalan şekilde direnç gösterir. Farinograf cihazı hamurun paletlere karşı gösterdiği direnci bir grafik halinde çizer, bu grafiğe farinogram adı verilir. Farinogramın değerlendirilmesi ile, unun % su absorpsiyonu, gelişme (yoğurma) süresi, stabilitesi, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerleri belirlenir (Kunerth ve D'Appolonia, 1985; Pylar, 1988; Walker ve Hazelton, 1996; Özer, 1998).

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

Gelişme süresi, hamurun yoğurmanın en etkin olduğu noktaya gelmesi için gereken suyu alma hızıdır. Gelişme süresi kısa ise bu hidrasyonun çok çabuk gerçekleştiğini, uzun ise suyun unun içinde bulunan çeşitli maddeler tarafından çok daha yavaş alındığını göstermektedir. Örneğin kepek katkılı hamurların gelişme sürelerinin uzun olmasının nedeni, kepeğin bileşiminde bulunan maddeler (pentozanlar, selüloz gibi) tarafından suyun daha geç absorbe edilmesidir. Başlıca un bileşenlerin su absorbe etme kapasiteleri; nişasta için 0.44 g/g, zedelenmiş nişasta için 2.0 g/g, protein için 2.2. g/g ve pentozanlar için 15 g/g olarak bildirilmiştir (Bushuk, 1985; Özer 2000'den). Gelişme süresi aynı zamanda protein kalitesinin de bir göstergesidir. Kuvvetli unların gelişme süresi zayıf unlara göre daha fazladır (Pylar, 1988).

Yoğurma sırasında hamurun paletlere karşı gösterdiği direnç bir süre değişmeden kalır, bu süre hamurun stabilite değerini verir. Hamur kuvvetinin bir göstergesidir ve bu sürenin uzun olması istenir. Kısa stabilitesi olan hamurların yoğurma toleransları stabilite süresi uzun olan hamurlara göre daha azdır. Yoğurma

tolerans sayısı ve yumuşama derecesi fazla olan hamurların fermentasyona ve mekanik işlemlere karşı dayanıklılıkları daha azdır (Pyler, 1988; Walker ve Hazelton, 1996).

Hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir cihaz ise ekstensograftır. Bu cihaz; hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ile uzama yeteneğini özel grafik kağıdı üzerine grafik (ekstensogram) halinde çizer (D'Appolonia and Kunerth, 1984; Elgün ve ark., 2001). Ekstensogramın değerlendirilmesinde; hamurun sabit deformasyondaki direnci, maksimum direnci, uzama yeteneği ve enerji değerleri belirlenir. Maksimum direncin uzama değerine bölünmesi ile oran değeri elde edilir. Hamurda oran ve enerji değerleri ne kadar büyük olursa hamurun fermentasyon toleransı ve işlenmeye uygunluğu o kadar fazla olur (Uluöz, 1965; Pyler, 1988; Özkaya ve Kahveci, 1990; Walker ve Hazelton, 1996; Özer, 1998; Elgün ve ark., 2001).

Alveograf ekmeklik buğday unlarının ve son yıllarda makarnalık buğdayların ve irmiğin kalitesinin belirlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Ames ve ark., 2003; Hruskova ve Smejda, 2003; Martinez ve ark., 2005; Edwards ve ark., 2001; Clarke ve ark., 1998; Mariani ve ark., 1995; D'Egidio ve ark., 1990). Test sonucunda elde edilen grafik (alveogram), hamurun fermentasyon sırasındaki ve pişmeden önceki aşamalarda göstereceği davranışların değerlendirilmesi ile ilgili bilgiler verdiğinden unun ekmeklik kalitesinin tahmin edilmesinde kullanılabilecek bir cihaz olarak tanımlanmaktadır (Pyler, 1988; Atlı ve ark., 1992b; Walker ve Hazelton, 1996; Özer, 2000).

Miksograf protein oranı yüksek ve daha kuvvetli özellik gösteren Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da yetişen sert buğday çeşitlerinin reolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş bir cihazdır. Farinografa göre daha etkili bir yoğurma hareketi uygulamakta ve hamur daha hızlı gelişmektedir (Pyler, 1988; Atlı ve ark., 1992a; Walker ve Hazelton, 1996; Özer, 2000). Miksograf ile hamurun gelişme hızı, yoğurmaya karşı gösterdiği maksimum direnç ve mekanik olarak uygulanan aşırı yoğurmaya karşı gösterdiği dayanıklılık ölçülebilir (Kunerth ve D'Appolonia, 1985).

Ekmeklik un hakkında yukarıda belirtilen kimyasal ve fizikokimyasal analizlerin uygulanması ile yararlı çoğu zaman da yeterli bir bilgi elde edilebilmesine rağmen, bir unun ekmekçilik özelliklerinin en doğru olarak tespiti; belirli standart yöntemler ile kontrollü laboratuvar koşullarında o undan ekmek yapılması, bu suretle üretilen ekmeklerin çeşitli özelliklerinin belirlenmesi yoluyla yapılmaktadır (Pyler, 1988; Özer, 1998).

Ekmeklerin değerlendirilmesinde, dış (hacim ve kabuk yapısı ve kabuk rengi) ve iç (ekmek içi gözenek yapısı ve ekmek içi rengi, yumuşaklık) özellikler ile duyuşal özellikler (tat ve aroma) göz önünde bulundurulmaktadır (Pyler, 1988).

Başlıca kalitatif ekmek analizleri; pişme kaybı, ekmek verimi, ekmek hacmi ile ilgili değerler (ekmek hacmi ve/ya da spesifik hacmi ve hacim verimi), gözenek yapısı, Neuman pişme katsayısı, ekmek içi yumuşaklığı ve nem değerleridir.

Kaliteli bir ekmeğin iç yapısı kadifemsi-yumuşak olmalı, gözenekler küçük, homojen irilikte, kenarları ince, aynı kalınlıkta olmalı, gözenek sayısı olabildiğince çok ve gözenekler açık olmalıdır. Oyuk şeklinde delikler bulunmamalıdır. Gözeneklerin değerlendirilmesini objektif bir hale getirmek için Dallman tarafından geliştirilen gözenek skalası ya da TSE-5000 ekmek standardında yer alan “ekmek içi değerlendirme tablosu” gibi çeşitli ölçütlerden yararlanılabilir.

Ekmek üzerinde yapılan çeşitli ölçümler dikkate alınarak birçok araştırmacı tarafından çeşitli pişme katsayıları hesaplanmıştır. Bunlardan en fazla kullanılanı hacim ve gözenek faktörleri göz önüne alınarak hesaplanan Neuman pişme katsayısıdır (Özkaya ve Kahveci, 1990; Elgün ve ark., 2001).

2.5. Kepekli Ekmek

2.5.1. Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi

Ekmek yapımında kullanılan tahıllar, ilk çağlarda ezilerek doğrudan tüketilirken, daha sonraları Romalılar tarafından MÖ 200 yılında icat edilen taş değirmeler kullanılarak tam randımanlı unlar elde edilmeye başlanmıştır. İlk ve tam fonksiyonel değirmen ise 1860 yılında Macarlar tarafından denenmiş, böylece

öğütmede valsler, elekler ve yüksek öğütme derecesi kombinasyonları devreye girerek günümüzün öğütme teknolojisinin temeli atılmıştır (Elgün ve Ertugay, 1997). Öğütme teknolojisinde meydana gelen gelişmelerin bir sonucu olarak, protein, sellüloz, hemisellüloz, mineral madde ve B grubu vitaminler bakımından bir hayli zengin olan buğday kepeği, buğday unundan ayrılarak daha düşük randımanlı unlar elde edilmeye başlanmıştır. Tam buğday unundan beyaz una geçişte kepek miktarındaki azalma ile birlikte unun diyet lif içeriği de azalmaktadır. Günlük diyetlerini bu tür saflaştırılmış ürünlerden sağlayan, ekonomik bakımdan güçlü bir çok ülkede Burkitt ve Trowell tarafından “medeniyet hastalıkları” olarak tanımlanan bir takım rahatsızların oranı artış göstermiştir (Özboy, 1992; Özer, 1998). Bu duruma karşılık önlem olarak bilinçlenen halk, diyetlerine daha fazla önem vererek, günlük diyetlerinde diyet lif içeriği yüksek olan gıdaları tercih etmeye başlamışlardır (Kathryn ve ark., 1987; Kahlon ve ark., 1989; James, 1995).

Bitki hücre duvarını oluşturan sindirilemeyen bileşenler ilk kez 1953 yılında Hispley tarafından “diyet lif” olarak adlandırılmıştır (Devries ve ark. 1999). Diyet lifin sağlık ve beslenme üzerine etkileri 1970’lerden beri yoğun bir şekilde araştırılmaktadır.

Diyet lif; insan ince barsağında sindirim ve emilime; kalın barsağında ise tamamen veya kısmen fermentasyona karşı dayanıklı olan bitkilerin ya da karbonhidrat benzeri maddelerin yenilebilir kısımlarıdır (Anon., 2001). Diyet lif, nişasta dışı polisakkaritleri, dirençli nişasta, lignin ve mumlar, kutin ve suberin gibi minor bileşenleri içerir (Cho ve ark., 1997). Toplam diyet lif analizinde, protein ve nişastayı uzaklaştırmak amacıyla örnekler sırasıyla ısıya dayanıklı alfa amilaz, proteaz ve amiloglikozidaz ile enzimatik işleme maruz bırakıldıktan sonra, suda çözünabilir liflerin çökelti oluşturması için alkol ile muamele edilir ve filtrasyon işlemi uygulanır. Filtrenin üzerinde kalan kısım alkol ve aseton ile yıkanır, kurutulur ve tartılır. Ayrıca bu kalıntıda protein ve kül analizleri de yapılır. Kurutup tartılan örneklerden protein ve kül çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısım toplam diyet lif olarak belirlenir (AOAC, 991.43, 1994).

Nötral deterjan lifi oluşturan başlıca bileşenler suda çözünmeyen hemisellülozlar, sellüloz ve lignin’dir. Nötral deterjan lif gıda örneğinin 75 dakika

süresince sıcak, nötral deterjan çözelti [%3 sodyum lauril sülfat, %1.861 etilen diamin tetraasitik asit (EDTA) dihidrat, %0.681 sodyum borat dekahidrat, %0.456 sodyum fosfatdibazik, %1 trietilen glikol] içerisinde ekstrakte edildikten sonra, ısıya dayanıklı alfa amilaz ile muamele edilmesi ve ardından, yıkanıp, kurutulması ve tartılması sonucu belirlenir. Ayrıca kurutulan örnekte kül miktarı da belirlenir. Yakma sırasında meydana gelen ağırlık kaybı orjinal örnekte bulunan nötral deterjan lif miktarıdır (Van-Soest ve ark., 1991; Cho ve ark., 1997; Anon., 2006a).

Asit deterjan lif; başlıca bileşenler olarak lignin, sellüloz ve asit deterjanda çözünmeyen hemisellülozları kapsar. Asit deterjan lif gıda örneğinin asit deterjan çözelti [20 g setil trimetil amonyum bromid (CTAB)'in 1 litre 1.00 N H_2SO_4 içerisinde çözündürülmesi ile hazırlanır] ile muamele edilmesinden sonra geriye kalan kısımdır (Cho ve ark., 1997; Anon., 2006b).

Ham lif; gıda maddesinin 0.255 N H_2SO_4 ve 0.313 N NaOH ile muamele edilmesinden sonra geriye kalan organik maddedir. Ham lif analizi ile örnekte geriye kalan lignin ve sellüloz miktarı belirlenir (Cho ve ark., 1997; Anon., 2006c).

Diyet lif suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki grup altında incelenir. Suda çözünmeyen lifler; lignin, sellüloz ve suda çözünmeyen pentozanları içerirken, suda çözünen lifler; suda çözünen pentozanları, pektinleri ve zamksı maddeleri içerirler (Sullivan, 1998).

Lif içeriği fazla olan gıdalar ağızda uzun süre çiğnenme özelliklerinden dolayı, tükürük bezlerinin çalışmasını hızlandırırlar. Ayrıca mide asitlerinin salgılanması yönünde uyarıcı etkide bulunurlar. Midede çözünen lifler mide içeriğinin viskozitesini ve yapışkanlığını arttırarak midenin daha uzun sürede boşalmasına neden olurlar. Böylece kişinin açlık hissini geciktirirler. Bununla birlikte, gıdalardaki besinlerin sindirim ve emilimini yavaşlatırlar. Suda çözünen lifler glikoz ve insülin metabolizmasını da düzelterek diyabetin kontrol edilmesinde yardımcı olabilirler. Aynı zamanda serum düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol konsantrasyonunu azaltırlar (Mongeau ve ark., 1991; Anon., 1979; Harris ve Ferguson, 1993; Özkaya, 1993; Köksel, 1998; Sullivan, 1998).

Knopp ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada; suda çözünebilir (guar gam ve pektin) ve suda çözünemeyen lif içeriği fazla olan (soya kepeği, mısır kepeği

ve fasulye kabuğu) diyetlerin serum düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol konsantrasyonunu azalttığını, ancak serum yüksek yoğunluklu (HDL) kolesterol konsantrasyonu, trigliserit, demir, A ve E vitamini seviyeleri üzerinde herhangi bir etkide bulunmadığı saptanmıştır.

Arabinoksilanlar tahıllarda fazla miktarda bulunan ve insanlar tarafından yaygın olarak tüketilen sindirilemeyen bileşenlerdir. Daizo ve ark. (2005), arabinoksilanları fazla miktarda içeren mısır kepeği hemisellülozlarının karaciğere zarar veren D-galaktozamin'in neden olduğu hepatik zararı engelleyebildiğini belirlemişlerdir.

Suda çözünmeyen lifler ise barsak hareketleri ve barsak geçiş süresi üzerinde olumlu etkilerde bulunurlar. Barsak fonksiyonlarını incelemede yaygın olarak kullanılan kriterlerden dışkı ağırlığı ve barsaklardan geçiş süresi diyetle bulunan diyet lif miktarı ile önemli derecede ilgilidir. Diyet lif alımının artışı ile dışkı miktarının arttığı ve geçiş süresinin kısaldığı çok sayıda araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Hansen ve ark., 1992; Kahlon ve ark., 2001; Eastwood, 1995). Dışkı miktarındaki artış esas olarak diyet liflerin su bağlama özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Kabızlık çok sık rastlanan barsak fonksiyonu düzensizliklerinden bir tanesidir. Diyet lifler dışkı hacmini ve su miktarını arttırarak rahatlatıcı etkide bulunurlar, bu durum hemeroid ve kıl dönmesi gibi rahatsızlıkların da görülme olasılığını azaltır. Kalın barsakta bakteri metabolizması üzerinde de etkili olurlar. Kanserojen maddeleri bağlayarak, seyrelterek ya da safra asidi metabolizması üzerine etki ederek kolon kanseri riskini azaltırlar. Suda çözünmeyen liflerin tüketimi ile kolon kanseri arasında ters bir ilişki vardır. Dolayısıyla buğday ve mısır kepeği gibi suda çözünmeyen lif oranı yüksek olan gıdaların daha fazla tüketilmesi gerektiği önerilmektedir (Anon., 1979; Sullivan, 1998; Cho and Clark, 2001).

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

Araştırmalarda mineral maddelerin biyo-yararlılığının, diyetteki lif miktarına ve tipine (Persson ve ark., 1987), diyet lifin içerdiği fitat miktarına, besinlerin hazırlanma ve pişirilme yöntemleri ile ortamın pH'sına göre değiştiği bildirilmiştir. İnsan bünyesinde fitaz enziminin olmayışı nedeni ile sindirim sisteminde fitatlar parçalanmamakta ve mineral maddeler ile proteinlerin kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak ekmek yapımı sırasında ekmek mayasında bulunan fitaz aracılığı ile fitatların parçalandığı ayrıca fitik asidin mide ve sindirim sisteminin pH'sında çözünürlüğünün arttığı ve bunun da demir emilimini kontrol ettiği bildirilmiştir (Köksel, 1998; Özer, 1998).

Dintzis ve ark. (1979), buğday kepeği, soya kabuğu ve mısır kepeğinin (toplam diyet lif içerikleri sırasıyla; %52, %88 ve %92) sindirim sistemi üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla, bu lif kaynaklarını ekmeğe %25 oranında ilave ederek, lif içeriği yüksek bir diyet oluşturmuşlar ve bu diyeti 5 sağlıklı yetişkin üzerinde 30 gün süresince uygulamışlardır. Sonuç olarak bu lif kaynaklarının dışkı miktarını ve hacmini arttırdığını, bu konuda mısır kepeğinin diğer kepek çeşitlerine göre daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Lopez ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada suda çözünebilir mısır kepeği arabinoksilanlarının dışkı oranını ve hacmini arttırdığı, lipid metabolizmasını düzenlediği, Ca ve Mg dengesini arttırdığı kolesterol seviyesini önemli ölçüde düşürdüğü belirlenmiştir.

Mısır kepeğinin partikül boyutunun, serum kolesterol konsantrasyonu, dışkı miktarı ve bağırsak metabolizması üzerindeki etkisi konusunda yapılan bir çalışmada (Ebihara ve Nakamoto, 2001); genel olarak mısır kepeği katkılı diyetlerin dışkı miktarını ve hacmini arttırdığı, karaciğerdeki toplam lipid düzeyini, dışkı nemini ve fekal safra asidi salgılarını önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. Kullanılan mısır kepeğinin partikül boyutu (500, 350, 250, 177, 149, 105 µm) azaldıkça, serum kolesterol konsantrasyonunun, dışkı yağ ağırlığının ve dışkı hacminin azaldığı, karaciğer kolesterol konsantrasyonunun, bağırsak içeriğinin yağ ağırlığı ve toplam organik asit, asetik asit ve n-bütrik asit oranının arttığı tespit edilmiştir.

Günümüzde diyet lif içeriği yüksek ürünlerin tüketimin arttırılmasının sağlık üzerindeki yukarıda belirtilen yararlarının tamamen açığa kavuşturulması, toplumda

diyet lif içeriği yüksek olan gıdalara olan talebi arttırmıştır. Diyet lif alımının arttırılmasında birinci yol doğal olarak diyet lif içeriği yüksek olan gıdaların, örneğin, tam tahıl tanelerinin, baklagillerin, meyve ve sebzelerin tüketilmesidir. Diğer bir yol ise diyet lif içeriği arttırılmış ürünlerin tüketilmesidir. Günlük diyet lif içeriğinin arttırılmasında en pratik yol kepeğin doğrudan ekmek üretiminde kullanılmasıdır. Çünkü ekmek değişik toplumların ve ülkemiz halkının beslenmesinde birinci derecede öneme sahip, temel bir gıda maddesi olma özelliğini ilk çağlardan beri korumaktadır.

2.5.2. Üretiminde Karşılaşılan Sorunlar

Tahıl kepekleri sağlık üzerinde yukarıda belirtilen yararlı etkilerde bulunmalarına rağmen, ekmek üretiminde kepek kullanılması hamurun yapısı ve ekmek kalitesi açısından bir çok sorunları da beraberinde getirir. Kepek ilave edilmesi ile hamur ve ekmekte aşağıda belirtilen teknolojik değişimler meydana gelir (Katina, 2003).

- Hamur verimi artar.
- Daha nemli ve kısa hamur (düşük elastikiyetli) oluşur.
- Hamurun fermentasyona karşı toleransını azalır.
- Hamurun gaz tutma kapasitesi azalır bu nedenle daha düşük hacimli ekmekler elde edilir.
- Ekmek içi yapısı daha sıkı olur ve elastikiyeti azalır, gözenek yapısı bozulur.
- Ekmeğin rengi koyulaşır.
- Küf gelişimine karşı hassasiyet artar.
- Ekmekte üst kabuğun ayrılması durumu ile karşılaşılabilir.
- Kepeğin çeşidine ve ekmek tipine bağlı olarak lezzet değişir.
- Ekmeğin bayatlama hızı artar, keserken ufalanma meydana gelir.

Genel olarak hamura kepek eklenmesi ile, artan kepek oranına koşut olarak hamurun su absorpsiyon kapasitesi dolayısıyla hamur verimi artar (Shogren ve ark., 1981; Sosulski ve Wu, 1988; Rao ve Rao, 1991; Özboy, 1992; Özer, 1998; Pomeranz ve ark., 1977). Kepeğin partikül boyutu su absorpsiyonunu etkiler. Büyük boyutlu

partiküller daha ince boyutta olanlara göre suyu daha geç absorbe ederler (Haseborg ve Himmelstein, 1988; Katina, 2003). Özer (1998), ince kepeğin kalın kepeğe göre su absorpsiyonunu daha fazla arttırdığını belirlemiştir.

Kepek ilave edilen hamurların gelişme süresi artar, stabilite değerleri azalır (Özboy, 1992; Özer, 1998), kullanılan kepek oranı arttıkça yoğurma süreleri uzar (Shogren ve ark., 1981). Eğer kullanılan kepek çeşidi yüksek oranda su absorbe edebilme kapasitesine sahip ise ya da kepeğin partikül boyutu büyük ise hamurun gelişme süresi daha uzun olur dolayısıyla ince kepeğe göre yoğurma süresi de artar (Özer, 1998; Katina, 2003).

Kepek içeren un yoğrulmaya başlandığında ilk başlarda kepeğin serbest suyun tamamını hızlı bir şekilde absorbe ettiği gözlemlenir. İlk izlenim hamurun su ihtiyacının daha fazla olduğu yönündedir. Ancak yoğurma ilerledikçe hamurun rahatladığı, yapışkan ve tekdüze bir yapı kazandığı, elastik özelliklerinin ve el ile işlenebilme karakteristiklerinin standart hamur ile aynı olduğu gözlemlenir. Bu nokta yaklaşık olarak hamurun optimum yoğurma zamanıdır. Kepekli ekmeklerin aşırı yoğurmaya karşı toleransları sınırlıdır. Bu nedenle ince, elastik bir gluten yapısı elde edebilmek için aşırı yoğurma sürelerinin uygulanmasından kaçınılmalıdır (Katina, 2003).

Kepek oranı yüksek hamurlar ile kabul edilebilir bir ekmek hacmi elde etmek oldukça zordur. Kepek ilavesi genellikle hamurun yapısını ve pişme kalitesini zayıflatır, ekmek hacminin ve ekmek içi elastikiyetinin düşmesine neden olur (Pomeranz ve ark., 1976; Sosulski ve Wu, 1988; Rao ve Rao, 1991; Laurikainen ve ark., 1998; Marttila ve ark., 2001).

Kepek ilavesinin hamur yapısı üzerindeki zararlı etkisinin, gluten ağının seyrelemesinden kaynaklandığı bildirilmektedir. Kepek parçacıklarının boyutlarına ve miktarına bağlı olarak gluten ağının oluşumu engellenir ve/ya da sınırlandırılır (Pomeranz ve ark., 1976; Sievert ve ark., 1990). Ancak kepek ilavesinin hacim üzerinde oluşturduğu olumsuz etki, sadece gluten proteinlerin seyrelemesine bağlanamaz. Kepek, gaz üretiminden ziyade açığa çıkan gazın tutulmasını olumsuz yönde etkiler (Pomeranz ve ark., 1977). Gan ve ark. (1989), kepek partiküllerinin nişasta-gluten ağına da zarar verdiğini ve gaz hücrelerinin genleşmesini

sınırlandığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar elektron mikroskobu altında tam buğday unu ekmeğinin mikroskobik yapısının inceledikleri çalışmalarında, beyaz undan yapılan ekmeğin aksine tam buğday unu ile yapılan ekmekte gözeneklerin kaba, gözenek duvarlarının kalın ve gluten-protein ağının süreksiz bir yapı gösterdiğini gözlemlemişler, bu durumun ise buğday tanesinin dış kısımlarında bulunan kepek, epikarpdaki tüycükler ve aleron-perikarp parçacıklarından kaynaklandığı ileri sürmüşlerdir. Daha detaylı bir mikroskobik inceleme yaptıklarında ise, gluten-protein ağındaki kesintiye daha çok epikarp tüycüklerinin neden olduğunu belirlemişlerdir (Gan ve ark., 1989).

Bunlara bağlı olarak hamurun viskozitesi değişir, katılığı ile durağanlığı artar, elastikiyeti azalır, hamur ve ekmeğin nitelikleri geriler (Pomeranz ve ark., 1976; Sievert ve ark., 1990). Gluten ağının zayıflamasından dolayı, gerek hamurda yeterli düzeyde gaz tutulamaması gerekse hamur elastikiyetinin az olması nedenleriyle, fırın sıçraması aşamasında meydana gelen hamur genleşmesi yetersiz kalır ve ekmekler yeterince büyüyemezler (Pomeranz ve ark., 1977; Satin ve ark., 1978; Moder ve ark., 1984).

Kullanılan kepek düzeyi arttıkça ekmek içi rengi de koyulaşır. Ekmek içindeki renk değişimi ekmek kabuğundaki değişime göre daha belirgindir (Shogren ve ark., 1981). İnce kepek kullanılarak yapılan ekmeklerin kabuk renklerinin daha açık olduğu ve görünüm olarak daha iyi bir kabuk yapısına sahip oldukları bildirilmiştir (Zhang ve Moore, 1999). Mısır kepeği katkılı ekmeklerde kepek oranı arttıkça ekmek kabuk renginin daha açık ve daha sarı bir renk aldığı belirlenmiştir (Sosulski ve Wu, 1988).

Ekmeğe katılan farklı kepek çeşitleri fırın ürünlerine alışılmışın dışında bir tat ve koku özelliği verir. Bununla birlikte kepekli ekmek üretiminde belirli bir konsantrasyonun üzerine çıkıldığı zaman, duyuşal özellikler, görünüm, ağızda hissedilen algılar, lezzet ve çiğneme gibi özellikler olumsuz yönde etkilenir (Katina, 2003). Tüketiciler ise genellikle besin değeri yüksek fakat tadı kötü olan bir ürün yerine tadı ve tekstürü güzel olan bir ürünü daha çok tercih ederler. Bu etkilerin bir sonucu olarak da bilinçli ve/ya da özel tüketici gruplarının dışında kalan kitleler tarafından kepekli ekmeklerin tüketimi düşük düzeylerde kalmaktadır (Sievert ve

ark., 1990). Özer, (1998), %30 kepek düzeyine kadar buğday kepeği katkılı ekmeklerin kokularının panelistlerce yadırganmadığını, tat ve aromalarının beğenildiğini, duyuşal özellikler üzerinde kepek parçacık boyutunun önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Zhang ve Moore (1999) ise, ince kepek ilave edilerek yapılan ekmeklerin orta ve kalın kepek ilave edilen ekmeklere göre daha fazla beğenildiğini, ekmek kabuğunun ve ekmek içi renginin daha düzgün olduğunu ve kalın kepeğe göre ağızda çiğnenme özelliklerinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

2.5.3. Niteliklerini İyileştirmek Amacıyla Yapılan Çalışmalar

Farklı tahıl kepeklerinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilerek kaliteli bir ekmek üretilebilmesi için; işlem parametrelerinde bazı değişiklikler yapılması gerekir. Bunlar; hamura ilave edilen su miktarının arttırılması, ekmek yapımında bazı katkı maddelerinin ilave edilmesi ile kepekli ekmek kalitesinin arttırılması, yoğurma ve fermentasyon süreleri ile işleme ve pişirme tekniklerinde yapılacak bazı değişiklikler olabilir (Katina, 2003).

Lai ve ark. (1989b), kepekli ekmeklerde en iyi hacim değerine hamurun yapışkanlığı arttırmaksızın mümkün olduğunca çok su ilave edilerek ulaşılabileceğini bildirmişlerdir.

Kaliteli bir kepekli ekmek üretiminde izlenebilecek diğer bir yol ise hamura %1 oranında daha fazla ekmek mayası ilave edilmesidir. Çünkü kepek ilavesi son fermentasyon süresini uzatır, fazla maya ilave edilerek bu süre kısaltılabilir (Katina, 2003).

Kepek ilavesi ile meydana gelen zayıf pişme performansı una kuru gluten ilave edilmesi ile telafi edilebilir (Seibel ve Brummer, 1991). Eğer ilave edilen kepek miktarı %10'dan fazla ise, unun protein içeriğinin yaklaşık %16 olması ve katılan suyun ilave edilen glutenin ve kepek bileşenlerinin hidrate olabilmesi için yeterli seviyede olması gerektiği bildirilmiştir (Stear, 1990).

Kuru gluten film oluşturma özelliği ile oluşan gazın tutulmasını ve kabarmanın kontrollü bir şekilde gerçekleşmesini sağlayarak ekmek hacmi, tekstürü

ve ekmek içi özelliklerini iyileştirir (Magnuson, 1985; Özkaya ve Ercan, 1985; Czuchajowska ve Pomeranz, 1993; Demir ve Özkaya, 1998). Gözenek duvarları nişasta-protein ağına giren ekstra gluten ile daha da güçlenir. Hamur ile oluşan gazlar arasındaki yüzey gerilimi, genleşme için tetikleyici rol oynayan gaz hücrelerindeki basıncın daha da fazla artmasına yol açar. Hamurun genleşmesi ve gaz hücrelerinin morfolojisi hamurun mekanik olarak davranışına, dolayısıyla bu davranışı kontrol eden gluten fraksiyonuna bağlıdır. Stenvert ve ark (1981)'na göre kuru gluten unda bulunan gluten ile etkileşime girer (Czuchajowska ve Pomeranz, 1993) böylece yoğurma, fermentasyon ve pişirme işlemleri süresince genel protein ağına katılır. Buda gaz hücre duvarlarının yüzey enerjilerinin artmasına böylece protein ağının zarar görmeden daha fazla genleşmesine ve gaz tutma kapasitesinin iyileşmesini sağlar (Gan ve ark., 1989). Ayrıca kuru gluten yüksek su absorblama kapasitesine sahip olması ve su aldığı zaman viskoelastik bir kütle oluşturma özelliği nedeniyle ekmek verimini ve yumuşaklığını artırır ve ekmeğin raf ömrünü uzatır (Magnuson, 1985; Özkaya ve Ercan, 1985; Demir ve Özkaya, 1998).

Tam tane unu ile yapılan ekmeğe gluten ilave edildiği zaman, gözenek duvarlarının gluten ilave edilmeyen ekmeklere göre daha ince, yüzeyin daha pürüzsüz olduğu ve gluten ağının süreklilik gösteren bir yapı sergilediği tespit edilmiştir (Gan ve ark., 1989).

Özboy (1992); değişik oranlarda buğday kepeği içeren unların ekmek verimi ve kalitesini düzeltmek amacıyla yaptığı çalışmada, buğday unu-kepek karışımlarına %3, %6 ve %9 oranlarında kuru gluten ilave etmiştir. Kuru glutenin kullanıldığı orana bağlı olarak unların farinogram, ekstensogram değerlerini ve ekmek özelliklerini olumlu şekilde etkilediğini saptamıştır.

Özer (1998) tarafından yapılan bir çalışmada; una kepek katılmasıyla hamur ve ekmek niteliklerinde meydana gelen gerilemelerin, un-kepek karışımına azalan gluten proteinlerini telafi edecek miktarda kuru gluten katılarak giderilemediği, un kepek karışımlarının glutence zenginleştirilmelerinin yanısıra bu karışımlara %1.5-2 DATEM ve 100-125 mg/kg Askorbik Asit katılarak, kabul edilebilir nitelikte %30 kepek içerikli ve beğenilir nitelikte %20 kepek içerikli ekmek yapılabileceği bildirilmiştir.

Kepekli ekmeklerin niteliklerinin iyileştirilmesinde kullanılan diğer bir katkı maddesi ise oksidan maddelerdir. Kepekli ekmeklerin oksidasyon gereksinimleri daha fazladır. Bu bağlamda askorbik asit kısmen etkilidir, ve genellikle 150-200 mg/kg oranlarında kullanılmaktadır (Katina, 2003). İzin verilen durumlarda, 30-50 mg/kg düzeyinde potasyum bromat, ve 25 mg/kg oranında azodikarbonamid kullanılması hamurun yeterli düzeyde kabarması için yeterlidir (Satauffer, 1993). Sosulki ve Wu (1988), potasyum bromat ve SSL'nin kuru gluten ilavesine gerek olmaksızın kepekli ekmeklerin özelliklerini iyileştirdiğini, potasyum bromat ekmek hacmini arttırırken SSL'nin tekstürü iyileştirerek daha tekdüze bir gözenek dağılımı sağladığını bildirmişlerdir.

Kepekli ekmek üretiminde sıklıkla kullanılan diğer bir katkı maddesi ise yüksek viskozite oluşturan gamlar (özellikle, guar, ksantan ya da sodyumkarboksimetil sellüloz gibi)'dır (Shalini ve Laxmi, 2006). Bunlar ekmek formülasyonuna %0.1-0.25 oranlarında ilave edilirler. Söz konusu gamların beyaz ekmeğe ilave edilmesi ile su absorpsiyonunun, hamur stabilitesinin, gaz tutulmasının, fırın sıçramasının ve ekmeğin spesifik hacminin artış gösterdiği bildirilmektedir (Rosell ve ark., 2000).

Shogren ve ark. (1981); buğday ununa %5, %10, %15 oranında buğday, mısır, soya kepeği ve Hindistan cevizi artığı ilave ederek ekmek üretmişlerdir. %15 mısır kepeği katkısı ile su absorpsiyonunun %67'den %74.3'e yükseldiğini, ekmek hacminin ise tanıkta 1077 cm³ iken mısır kepeği katkılı ekmeklerde %5, %10 ve %15 oranlarında sırasıyla 978, 903 ve 858 cm³ olduğunu, lif oranı arttıkça yoğurma süresinin arttığını ve ekmeklerin kabuk renklerinin koyulaştığını saptamışlardır. Ekmek içi renginde meydana gelen değişikliğin ekmek kabuk renginde meydana gelen değişikliğe göre daha fazla olduğunu ve genel olarak buğday kepeğinin ekmek özellikleri üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkinin diğer kepek çeşitlerine göre daha az olduğunu, kepeğin ekmeğin hacim, gözenek yapısı ve bayatlaması üzerindeki olumsuz etkisinin buğday ununa bir miktar kuru gluten ilave edilmesi, farklı yüzey aktif madde ve shorteningler kullanılması suretiyle iyileştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Sosulski ve Wu (1988), tarafından yapılan bir çalışmada; buğday ununa %5, %10, %15 ve %20 oranlarında bezelye kabuğu, buğday, mısır ve yulaf kepeği ilave edilerek üretilen ekmeklerin kaliteleri incelenmiştir. Adı geçen araştırmacılar; %20 oranında mısır kepeği ilavesi ile su absorpsiyonunun %61.7 den %70.2'ye yükseldiğini, kontrol ekmeklerinin hacminin 993 cm³ olduğunu, mısır kepeği ilave edilen ekmeklerin hacimlerinin ise %5, %10, %15 ve %20 düzeylerinde sırasıyla; 960, 908, 860 ve 773 cm³ olduğunu belirlemişlerdir.

Rao ve Rao (1991), ekmek yapımında kullanılan kepeğin hamurların su absorpsiyonlarını arttırdığını, kepeğin hamur bileşimindeki artışına koştur olarak, ekmek içi yapısının ve tekstürünün bozulduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kepekli ekmeklerin niteliklerinin iyileştirilmesinde %0.5 Sodyum Steoril Laktilat (SSL), %3 Vital Gluten, %0.5 Guar Gum, 15 mg/kg Potasyum Bromat ve 60 mg/kg Askorbik Asit kullanılmasının yararlı olduğunu belirlemişlerdir.

Sidhu ve ark. (1999), buğday kepeği tipi, (kırmızı ve beyaz buğday kepeği), kullanım oranı (%10, %20 ve %30), partikül boyutu (kalın ve ince) ve buğday embriyosu (%5, 7.5 ve 10) ilavesinin yüksek lifli tost ekmeğinin kimyasal bileşimi ve kalitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ekmeğin niteliklerini iyileştirebilmek amacıyla ekmek formülasyonuna %2-6 oranında kuru gluten ve %0.1 oranında SSL ilave etmişlerdir. Mineral madde, protein, yağ ve toplam diyet lif açısından yüksek lif içerikli tost ekmeğinin bileşiminin, tam buğday unu ile yapılan kontrol ekmeğine göre daha fazla olduğunu, ekmeğin toplam diyet lif içeriğinin kepek oranının artışına paralel olarak arttığını ancak ekmeğin renginin, tekstürünün, duysal özelliklerinin ve pişme kalitesinin olumsuz yönde etkilendiğini belirlemişlerdir. Sonuç olarak daha açık ekmek içi rengine, daha iyi duysal ve besleyici özelliklere sahip olan yüksek lifli tost ekmeğinin; beyaz un, %10 kalın ve %10 oranında ince buğday kepeği, %7.5 embriyo ve %0.5 oranında SSL kullanılarak üretililebileceğini önermişlerdir.

Kepekli ekmeklerin kalitelerinin artırılmasında önerilen diğer bir yol ise farklı enzimlerden yararlanılması yönündedir. Haseborg ve Himmelstein (1988) tarafından yapılan çalışmada, araştırmacılar hemisellülaz ilavesi ile hamurun işlenebilme özelliklerinin, fırın sıçraması ve ekmek spesifik hacim değerlerinin iyileştiğini, bayatlama hızının azaldığını tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar

ksilanazların karışımı kullanılarak da elde edilmiştir (Laurikainen ve ark., 1998). Fakat araştırmacılar ksilanazların kullanımı ile hamurun yapışkanlığının ve yumuşaklığının arttığını, bu nedenle hamurun işlenebilme özelliklerine zarar vermeden ekmek kalitesini iyileştirebilmek için ksilanazların kullanılacağı miktar konusunda dikkatli olunması ve aradaki dengenin iyi ayarlanması gerektiğini bildirmişlerdir. Pentozanları hidrolize eden ksilanazların (hemisellülozlar)'ın ya da kompleks hücre duvarlarını parçalayan enzimler (örneğin sellülozlar ya da β -glukanazlar)'ın ekmek hacmini iyileştirici yöndeki etkileri (Rouau, 1993; Monfort ve ark., 1997; Si, 1997; Harada ve ark., 2000; Courtin ve ark., 2001; Courtin ve Delcour, 2001; Courtin ve Delcour, 2002), suyun pentozan fazından gluten fazına dağılımını sağlamalarına atfedilmektedir. Gluten fraksiyonun hacminde meydana gelen bu artış ile de gluten daha elastik bir hal almakta bu da daha iyi bir fırın sıçramasına yol açmaktadır (Maat ve ark., 1992; Laurikainen ve ark., 1998'den; Katina, 2003).

Amilazlar ve protezlerde kepekli ekmeklerin hacimlerini arttırmaları ve ekmek içi yapısını yumuşatırlar (Moss, 1989; Rasco ve ark., 1991). Fungal alfa amilazın ekmek hacmini iyileştirebilme kabiliyeti, temel olarak fırın sıçramasını ve hamurun gaz tutma kapasitesini arttırması ile açıklanabilir. Muhtemelen alfa amilaz nişastanın jeletinizasyon viskozitesini azaltarak daha iyi bir fırın sıçraması sağlar. Isıya dayanıklı alfa amilaz; nişastayı kısmen hidrolize edip dekstrinleri açığa çıkarmak suretiyle ekmeğin bayatlama hızının azalmasında etkilidir (Si, 1997). Kepekli ekmek üretiminde proteazların fonksiyonları; yoğurma süresini kısaltmaları, hamurun işlenebilme özelliklerini ve gaz tutma kapasitesini attırabilmeleri, ekmek içi yapısını yumuşatmaları ve ekmeğin lezzetini iyileştirmeleri olarak sıralanabilir (Kulp ve ark., 1991).

Kepeğe uygulanan bazı ön işlemler ile de kepekli ekmeklerin kalitelerinin arttırılmasına yönelik bir takım çalışmalar yapılmıştır (Wootton ve Shams-Ud-Din 1986; Sievert ve ark., 1990; Nelles ve ark., 1998; Özer, 1998). Bu çalışmalar arasında kepek örneklerinin farklı iriliklerde öğütülerek ekmeğe ilave edilmesi, kepek materyalinin önceden soğuk ya da sıcak su içerisinde ıslatılması, farklı oksidan maddeler ile ön ıslatmaya tabi tutulması, kepeğin farklı süre ve sıcaklıklarda

fermantasyona bırakılması, yüksek sıcaklıklarda ısıtma işlemi maruz bırakılarak enzimce inaktif hale getirilmesi gibi uygulamalar yer almaktadır (Pomeranz ve ark., 1976; Lai, 1986; Wootton ve Shams-Ud-Din, 1986; Czuchajowska ve Pomeranz, 1993; Zhang ve Moore, 1999; Marttila ve ark., 2001).

Pomeranz ve ark., (1976) tarafından yapılan bir çalışmada; buğday kepeği 100 °C'de ısıtma işlemi maruz bırakılarak enzimce inaktif hale getirilmiş, daha sonra bu kepek fraksiyonuna öğütme işlemi uygulanmış ve 600 µm'lik elekten altına geçen kısım buğday ununa %3, %5, %7, %10 ve %15 oranlarında ilave edilerek ekmek denemeleri yapılmıştır. Ayrıca oksidan olarak Potasyum Bromat ve Askorbik Asit kullanılmıştır. Araştırmacılar, ilave edilen kepek oranının artışı ile su absorpsiyonunun arttığını, %15 düzeyinde kepek ilavesinin ekmek hacminde yaklaşık %16'lık bir gerileme meydana getirdiğini, %7 kepek düzeyine kadar ekmek içi gözenek yapısının iyi olduğunu, ancak %10 ve daha yüksek kepek düzeyinin ekmek içi yapısını bozduğunu, katılan kepek düzeyi ile orantılı olarak ekmek içi yumuşaklığının azaldığını bildirmişlerdir.

Nelles ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada (1998), lif içeriği yüksek ekmeklerde kepek ilavesi ile meydana gelen zararlı etkileri azaltabilmek amacıyla kepek örneklerine hidrasyon, yaş ısıtma ve yaş oksidasyon (kepek materyalinin oksijen içeriği artırılmış su içerisinde 60 °C'de 15 dakika bekletilmesi) işlemleri uygulanmıştır. Bütün bu işlemler kepekli ekmek kalitesini önemli düzeyde arttırmış, daha hacimli ve daha yumuşak ekmekler elde edilmiştir. Araştırmacılar, belirlenen iyileşme üzerinde çok sayıda mekanizmanın etkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bunlar; ısıtma ile kepek-un karışımındaki bileşenlerin tamamının hidrasyonunun gerçekleştiği, lipoksigenaz aktivasyonunun arttığı ve serbest indirgenmiş glutationun uzaklaştırılabildiğidir.

Zhang ve Moore (1999); buğday kepeğinin partikül boyutunun ekmek nitelikleri ve duyu karakteristikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında; buğday kepeğini kalın (609 µm), orta (415 µm) ve ince (278 µm) olmak üzere üç ayrı fraksiyona ayırarak ekmek yapımında kullanmışlardır. Kepek boyutunun ekmeğin özgül hacmini önemli düzeyde etkilediğini, orta irilikte kepek içeren ekmeklerin daha yüksek spesifik hacim ve ekmek hacmi değerine sahip olduğunu

belirlemişlerdir. Araştırmacılar tarafından yapılan duyu analizlerin sonucunda ise, ince kepek ilave edilerek yapılan ekmeklerin orta ve kalın kepek ilave edilen ekmeklere göre daha fazla beğenildiği, ekmek kabuğunun daha düzgün olduğu ve kalın kepeğe göre ağızda çiğnenme özelliklerinin daha iyi olduğu saptanmıştır.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre genel olarak buğday ve mısır kepeğinin pentozan ve selüloz oranı yüksektir. Pentozanlar minör bileşenlerden olmalarına rağmen, hidrofilik doğaları nedeniyle, hamur ve ekmek kalitesi üzerinde önemli işlevsel özelliklere sahiptirler (Gül, 2002). Pentozanlar kendi ağırlıklarının yaklaşık 6-10 katı kadar su absorbe edebilirler (Jeleca ve Hlynka, 1971; Kim ve D'Appolina 1977a ve 1977b; Meuser ve Suckow 1986).

Kepeğin bileşiminde yer alan ve yüksek düzeyde su absorbe edebilen polisakkarit yapısındaki bu bileşenler; hamurdaki suyu absorbe etmek için gluten proteinleriyle yarış halindedir. Miksograf cihazıyla belirlenen miktarda su katılan kepekli hamurlar, yoğurma sırasında yeterince ıslak ve yumuşak görünmelerine rağmen, bu şekilde yoğrulan hamurların gluten proteinleri, gelişmeleri için yeterli suyu alamazlar ve tam olarak gelişemezler (Lai, 1986).

Kepekli ekmek üretiminde; kepek, nişasta ve gluten arasında su için yarış olması nedeniyle gluten yeterince hidrate olamaz ve bu da ekmek hacminde azalmaya neden olur (Lai ve ark., 1989a ve 1989c). Gluten ancak tamamen hidrate olduğu zaman elastik ve plastik özelliğini kazanır. Bu özellikleri kazanması da hamurun düzenli bir şekilde kabarmasını ve gaz tutma kabiliyetinin artmasını sağlar. Ayrıca hamurdaki serbest su miktarı az olduğu zaman maya hücrelerinin adaptasyonları gecikir, dolayısıyla böyle hamurların fermantasyon hızları azalır (Hoseney, 1986; Ünal ve Boyacıoğlu, 1991).

Kepekli ekmeklerin niteliklerin artırılması amacıyla yapılan uygulamalardan birisi de; glutenin yeterince hidrate olmasını sağlamak amacıyla kepeğin önceden su ile ıslatılmasıdır. Aşağıda bu konuda yapılan çalışmalara kısaca değinilmiştir.

Lai ve ark. (1989c), miksografda belirlenen miktarda su ilave edilen kepek içeren hamurların kuru bir görünümde olduğunu, fazladan %2 oranında su ilave edildiği zaman ekmek hacminin iyileştiğini belirlemişlerdir. Kepek tarafından suyun absorbe edilmesi bir hayli yavaş olduğu için araştırmacılar kepeği uygun miktarda su

ile önceden ıslatmışlar ve daha sonra hamura yoğurma aşamasında ilave etmişlerdir. Su absorbe etme hızını arttırmak amacıyla kepeği ince öğütmüşlerdir. İnce öğütülen kepeğin önceden ıslatılmasının ekmek hacmi üzerinde kuru olarak ilave edilen kalın öğütülmüş kepeğe göre daha az zararlı etkisi olduğunu saptamışlardır.

Lai ve ark. (1989a), bon kalite fraksiyonlarının (shorts: embriyo, aleron ve perikarp tabakalarının karışımı) zararlı etkisinin bu kısımların ıslatılması ile azaltılabileceğini, ıslatma işleminin lipoksidaz enziminin aktivite göstermesine ve glutation ve metoksihidroquinonun okside olmasına neden olduğunu, ıslatma ile bon kalite fraksiyonunun zararlı etkisinin tamamen ortadan kalktığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kontrol ekmeğinin hacminin 866 cm^3 olduğunu, %11 oranında bon kalite fraksiyonu ilavesi ile ekmek hacminin 839 cm^3 'e düştüğünü, fakat bu fraksiyonun önceden ıslatılarak aynı oranda kullanılması sonucu ekmek hacminin 913 cm^3 'e yükseldiğini belirlemişlerdir. Galliard (1986a ve 1986b) buğday kepeğinde ve embriyosunda lipaz ve lipoksidaz aktivitesinin yer aldığını, muhtemelen, bon kalite fraksiyonunda bulunan lipoksidaz enziminin serbest yağ asitlerini okside ederek peroksitleri açığa çıkardığını bunun da embriyoyu okside ettiğini bildirmiştir. Araştırmacı, hamurlara embriyo olmadan lipoksidaz enzimi ilave edildiği zaman ekmek hacmi üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını, %3 oranında embriyo içeren hamurlarda ise esasen lipoksidaz enziminin embriyonun zararlı etkisini azalttığını belirlemiştir.

Lai ve ark. (1989b), tarafından yapılan çalışmada, yeniden yapılandırılmış (%16.3 kepek ve %12.7 bon kalite fraksiyonu içeren) tam buğday unu kullanılarak kontrol amaçlı üretilen beyaz buğday ekmeği ile aynı hacimde ekmek elde edilebilmiştir. Bu işlem un haricindeki diğer fraksiyonların ıslatılarak, yapılarında var olan lipoksidazın aktif hale getirilmesi ya da dışarıdan lipoksidaz (enzimce aktif soya unu) ilave edilmesi ile embriyodan glutationun okside edilmesi ve optimum su absorpsiyonu kullanılması suretiyle gerçekleştirilmiştir.

Diğer bir çalışmada ise (Wootton ve Shams-Ud-Din, 1986) buğday kepeğinden çeşme suyu ile ekstrakte edilebilen materyalin özellikle ekmek hacmi üzerinde olumsuz etkilerde bulunduğu bildirilmiştir.

Chen ve ark. (1988), elma lifini fiziksel, kimyasal ve ekmek pişirme özellikleri açısından buğday ve yulaf kepeği ile karşılaştırmışlardır. Denemelerde kullanılan kepek örnekleri kuru ve yaş olarak iki ayrı şekilde uygulanmıştır. Islatılmış elma lifinin ekmek hacmi üzerinde kuru olarak ilave edilene göre daha az zararlı olduğu belirlenmiştir.

Park ve ark. (1997), genellikle Avrupa ve Asya kıtalarında yetiştirilen bir bitkinin (psyllium) kavuzundan elde ettikleri lifi, su içerisinde ıslattıktan sonra diğer katkı maddeleriyle birlikte karıştırıp ekmek yapımında kullanmışlardır. Kuru formda ilave edilen life göre önceden ıslatma su absorpsiyonunu % 2-6 oranında arttırmıştır. Kepek fraksiyonuna uygulanan 24 saatlik ıslatma işlemi 2 saatlik ıslatma işlemine göre ekmek hacmi üzerinde daha olumlu etkiye bulunmuştur.

Sosulski ve Wu (1988), buğday, mısır, yulaf kepeği ve bezelye kavuzunu kuru ve önceden ıslatma işlemi uygulayarak ekmek yapımında kullanmışlar ve diyet lif kaynaklarının önceden ıslatılması ve daha sonra buğday unu ile karıştırılmasının su absorpsiyonunu, ekmek hacmini ve ekmek kalitesini olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Kepeğin maya ya da kısmen maya ve laktik asit bakterileri ile ön fermentasyona tabi tutulması ekmek hacmini artırır ve ekmek içi yapısının daha yumuşak olmasını sağlar (Marttila ve ark., 2001). Bu nedenle kepekli ekmek üretiminde ekşi maya tekniğinden de yararlanılabilir. Ekşi mayada bulunan laktik asit bakterileri (Gül, 1999; Gül ve ark., 2004), hamurun asitliğinin artmasına, glutenin proteolizine ve nişastanın hidrolizinin dengeli bir düzeyde olmasını sağlar. Ekşi hamurdaki ani pH düşüşü, amilolitik aktivitenin azalmasına neden olur (Wehrle ve Arendt, 1998). Hamur bileşenlerinde meydana gelen bu değişimler, ekmeğin raf ömrü süresince meydana gelen fizikokimyasal değişimleri etkiler (Salovaara ve Valjakka, 1987; Siljeström ve ark., 1988; Hansen ve Hansen, 1994; Eynard ve ark., 1995; Corsetti ve ark., 1998).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan materyalin ayrıntılı özellikleri aşağıda ifade edilmiştir.

Un : Araştırmada Güney Un San. ve Tic. A.Ş. (Adana)’den temin edilen Tip 650 ekmeklik buğday unu kullanılmıştır. Yeni öğütülmüş olan unlar yaklaşık 25 °C’de 3 hafta süreyle depoda olgunlaştırmak amacıyla bekletilmiş, kullanılabileceği kadar +4 °C’deki depoda muhafaza edilmiştir.

Buğday Kepeği : Buğday kepeği olarak Güney Un San. ve Tic. A.Ş. (Adana)’nin kırma valslerinde ayrılan kaba kepek kullanılmıştır. Fabrikadan temin edildikten sonra laboratuvara getirilen örnekler öncelikle çok kalın ve çok ince materyalin uzaklaştırılması amacı ile 2 mm ve 125 µm delik çaplı elekten eelenmiş, daha sonra ticari taş değirmende öğütme ve tasnif işlemlerini takiben 20’şer kg’lık kısımlar halinde kraft torbalara (2 kat kraft kağıt arasında 1 kat polietilen torba konularak üretilmiş) konulmuş ve ağızları sıkıca kapatılmıştır. Ambalajlama işlemi tamamlanan kepek örnekleri kullanılabileceği kadar +4 °C’deki depoda muhafaza edilmiştir.

Mısır Kepeği : Araştırmada kullanılan mısır kepeği örnekleri Sunar Mısır Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş. (Adana)’den temin edilmiştir. Laboratuvara getirildikten sonra yıkanıp, kurutulan mısır kepeği örneklerinin, kaba ve ince materyalinin uzaklaştırılması, öğütülmesi, tasnif edilmesi, ambalajlanması ve depolanması işlemleri buğday kepeğine uygulandığı şekilde yapılmıştır.

Kuru Gluten : Denemelerde Amylum Nişasta San. ve Tic. A.Ş.’den temin edilen “Amylum-Amy 90” marka kuru gluten kullanılmıştır. 5’er kg’lık torbalarda alınan kuru gluten özelliklerinin değişmemesi amacıyla laboratuvarında kraft torbalara konularak ağızları sıkıca kapatılmıştır. Daha sonra kuru gluten kullanılabileceği kadar +4 °C’deki depoda muhafaza edilmiştir.

DATEM : Quest International firması tarafından üretilen “Admul 1982” marka DATEM kullanılmıştır. 5 kg olarak alınan DATEM, laboratuvarında 1’er kg’lık kısımlara ayrılmış, ambalajlanması ve depolanması kuru glutene uygulandığı şekilde yapılmıştır.

L-Askorbik Asit : Basf firması tarafından üretilen gıda saflığında L-Askorbik Asit kullanılmıştır. 500 g'lık orijinal ambalajı içerisinde temin edilen Askorbik Asit +4 °C'deki buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Glikoz Oksidaz : Denemelerde Novozymes firmasından temin edilen “Gluzyme Mono 10000 BG” marka glikoz oksidaz kullanılmıştır.

Heksoz Oksidaz : Danisco firmasından temin edilen “GriandamylTM Surebake 800” marka heksoz oksidaz kullanılmıştır.

Glikoz : Denemelerde kullanılan “C* Dry GL 01924” marka kurutulmuş toz yapıda glikoz Pendik Nişasta San. A.Ş.'den temin edilmiştir.

Maya : “Özmaya” firması tarafından üretilen, TS 3522 (TSE, 1992) pres yaş maya standardına uygun ve en az %30 kuru maddeye sahip olduğu bildirilen pres yaş maya kullanılmıştır.

Tuz : Rafine kristal tuz kullanılmıştır.

Su : Çukurova Üniversitesi kampüsü içme suyu kullanılmıştır.

Yoğurucu : Günsa Makine San. A.Ş. tarafından üretilen 1 kg un kapasiteli ve ~160 d/d hızındaki spiral milli (diosna tipi) yoğurma makinası kullanılmıştır.

Fermantasyon Kabini : Fermantasyon işlemi Çukurova Üniversitesi Döner Sermaye Atölye'sinde ısı yalıtımına sahip malzemeden yapılmış, ısıtma donanımlı ve buhar ünitesi içeren fermantasyon kabininde gerçekleştirilmiştir.

Fırın : “Wiesheu” marka, “EBO 1-64R” model taş tabanlı fırın kullanılmıştır.

Pişirme Tavaları : AACC Metod 10-10B (2000)'ye uygun ısıya dayanıklı, iç yüzeyi teflon kaplı, üst uzunluğu 14.3 cm, üst genişliği 7.9 cm, alt uzunluğu 12.9 cm, alt genişliği 6.4 cm ve derinliği 5.7 cm ebatlarında galvaniz saçtan özel olarak yaptırılan pişirme tavaları kullanılmıştır.

3.2. Teknolojik İşlemler

3.2.1. Buğday ve Mısır Kepeği'nin Hazırlanması

Denemelerde kullanılan buğday kepeğinin hazırlanması işleminde; kaba kepek laboratuvara getirildikten sonra öncelikle çok kalın ve çok ince materyalin uzaklaştırılması amacı ile 2 mm ve 125 µm delik çaplı elekten elenmiş ve homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Adana'da bulunan ticari taşlı değirmende (Altınöz

Değirmeni) öğütüldükten sonra önce delik çapı 265 µm olan elekten elenmiş, elek altına geçen kısım daha sonra delik çapı 125 µm olan elekten elenmiştir. 265 µm delik çaplı eleğin üstünde kalan kısım ikinci bir defa daha değirmenden geçirildikten sonra aynı elekten elenerek bir önceki kepek fraksiyonuna dahil edilmiştir. 125 µm eleğin altında kalan kısım ise kullanılmamıştır. Denemelerde 265 µm ile 125 µm delik çaplı elekler arasında kalan fraksiyon kullanılmıştır.

Mısır kepeği örnekleri; fabrikanın günlük üretiminden ıslatma sonrası öğütülmüş, yıkanmış, fakat kurutulmamış, %56.9 nem ve 500 mg/kg kükürtdioksit (SO₂) içeren fraksiyondan alınmıştır. Polietilen torbalar içerisinde laboratuvara getirilen örnekler, aşağıda belirtilen SO₂ miktarını azaltmada en iyi sonucun elde edildiği yöntem (C) ile yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Söz konusu yöntem; mısır kepeğinin içerdiği SO₂ miktarını, Türk Gıda Kodeksi yönetmeliğinde kuru gıdalar (kuru bisküvi, nişasta, hububat veya patates bazlı çerezler) için izin verilen maksimum dozun (50 mg/kg) altına düşürebildiği için seçilmiştir.

Mısır kepeğinin içerdiği SO₂ miktarının en aza indirilebilmek amacıyla üç farklı işlem denenmiştir. Bu amaçla nişasta fabrikasından %56.9 nemli 15 kg kepek numunesi alınmış, 5'er kg'lık eşit parçalara bölünerek her bir gruba aşağıda maddeler halinde açıklanan işlemler uygulanmıştır. Kurutulan mısır kepeği örneklerinde kalan bağlı ve serbest SO₂ miktarı TS 485 (TSE, 1974)'e göre belirlenmiştir.

Birinci grup kepek hiçbir yıkama işlemine tabi tutulmaksızın (fabrikadan alındığı şekli ile) kurutma dolabında nem içeriği %7.5'e düşene kadar $85 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 1.5 saat süre ile kurutulmuştur.

- A. İkinci gruba ayrılan numune; önceden 50°C 'ye ısıtılmış çeşme suyu ile dolu bir kap içerisinde 5 dakika bekletilip, elekten süzülüp, nem içeriği belirlendikten sonra (%84.7) kurutma dolabında bu değer %7.5'e düşene kadar $85 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 2 saat süre ile kurutulmuştur.
- B. Üçüncü grupta yer alan numune ise; çeşme suyu ile doldurulan kap içerisinde yaklaşık 5 dakika sürekli karıştırılarak bekletilmiş ve tekrar çeşme suyu altında elek üzerinde 3 dakika yıkandıktan sonra nem içeriği belirlenmiştir.

(% 85.2). Daha sonra kurutma dolabında nem içeriği %7.5'e düşene kadar $85\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 2 saat süre ile kurutulmuştur.

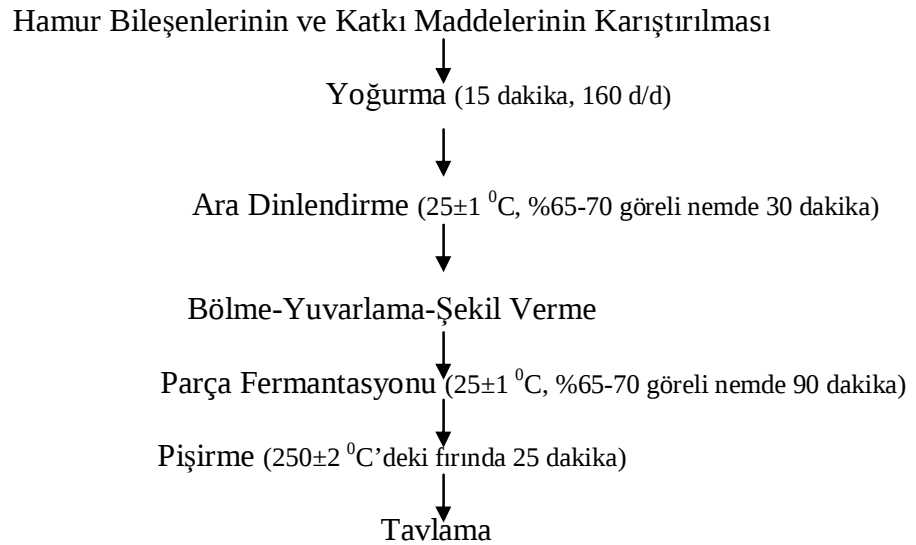
Yıkanan ve kurutulan mısır kepeği örneklerinin öğütülmesi, elenmesi ve ambalajlanması buğday kepeğinde olduğu şekilde yapılmıştır.

Denemelerde kullanılan kepek kitlesinin parçacık boyut dağılımının belirlenmesi işlemi, laboratuvar koşullarında delik çapları 265, 200, 180 ve 125 μm olan elekler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Ekmek Yapma Yöntemi

Ekmek yapımı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Fırın Ünitesi'nde, mekanik hamur olgunlaştırma yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Yoğurma işlemi için Günsa Makine San. A.Ş. tarafından üretilen 1 kg un kapasiteli ve ~160 d/d hızındaki "DIOSNA" tipi yoğurma makinası kullanılmıştır.

Ekmek yapımında; un esasına göre %3 maya, %1.5 tuz ve farinografta her bir formül için ayrı ayrı belirlenen oranda su kullanılmıştır. Hamur yapımında kullanılacak suyun sıcaklığı, yoğrulması tamamlanmış hamurun sıcaklığı $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3.1. Ekmek Yapımında Uygulanan İşlem Basamakları

15 dakikalık yoğurma süresi sonunda hamurlar 30 dakika ara dinlendirilmeye bırakılmıştır. 100 g un esasına göre eşit parçalara bölünen hamur parçalarına elle yuvarlak şekil verilerek 5 dakika dinlendirilmiştir. Bu hamurlara; birbirine zıt yönde dönen (aralarındaki açıklığı yaklaşık 0.7 mm olan 316 kalite 18/10 krom nikelden yapılmış) iki silindir arasından geçirilerek daire şekli verilmiştir. Daha sonra yaklaşık 1 cm kalınlığında ve daire şeklinde olan hamur parçalarına pişirme tavaına uygun olacak şekilde elle şekil verilmiş, %65-70 görel nem ve 25 ± 1 °C sıcaklıktaki fermentasyon kabininde 90 dakika süreyle parça fermentasyonuna bırakılmıştır. Fermentasyonunu tamamlayan hamurlar 250 ± 2 °C sıcaklıktaki fırında 25 dakika pişirilmişlerdir. Fırından çıkarılan ekmekler 5 dakika bekledikten sonra tavalardan çıkarılmış, sıcaklıkları oda sıcaklığına düşene kadar tahta ızgaralar üzerinde soğutulmuş ve amaca uygun tahta dolaplar içerisinde analiz edilene değin tavlammışlardır.

Yukarıda verilen yoğurma süresi, kitle ve fermentasyon süreleri ile pişirme sıcaklığı ve süresi ön denemeler sonucunda belirlenmiştir. Ekmek denemelerinin her biri beşer tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Ön Denemeler

Ön denemeler, denemeler sırasında uygulanacak bazı temel işlemler için uygun değerler ile denemelerde kullanılacak uygun katkı oranlarının belirlenebilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1. Yoğurma ve Parça Fermentasyonu ile Pişirme Süresi ve Sıcaklığının Belirlenmesi

Denemelerde kullanılacak standart yoğurma süresinin belirlenmesi amacıyla; kepek içermeyen tanık ekmek ile en üst düzeyde kepek içeren %30 buğday kepeği katkılı un-kepek karışımları ile hazırlanan formüller kullanılmıştır. Her iki deneme için de 10-11-12-13-14-15 ve 16 dakikalık yoğurma süreleri uygulanmıştır. Yoğrulması tamamlanan hamurlar 30 dakika ara dinlendirmeye bırakıldıktan sonra

100 g un esasına göre bölünüp yuvarlanmış, uygun şekil verildikten sonra 90 dakikalık bir parça fermentasyonu sonunda pişirilmişlerdir. Her yoğurma süresi için işlem 3 defa yinelenmiştir. Bu şekilde elde edilen ekmeklerin hacim verimleri ölçülmüştür.

Parça fermentasyonu sürelerinin seçilmesi çalışmalarında; yoğurma denemelerinde en iyi sonuçları gösteren sürelerde (14-15 dakika) yoğrulan hamurlar 60, 90 ve 120 dakika arasında değişen sürelerde parça fermentasyonuna bırakılmışlardır. Üretilen ekmeklerin hacim, kabuk yapısı, kabuk rengi, gözenek değeri ve elastikiyet özellikleri de göz önüne alınarak yoğurma, ara dinlendirme ve parça fermentasyonu süreleri belirlenmiştir.

Uygun pişirme sıcaklığını ve süreyi belirleyebilmek amacıyla 240-250-260 ve 270°C sıcaklık değerleri ile 21-23-25 ve 27 dakikalık pişirme süreleri uygulanmıştır. Ekmeklerin değerlendirilmesi sonucu uygun pişirme sıcaklığı ve süresi saptanmıştır.

3.2.3.2. Uygun DATEM ve Askorbik Asit Oranlarının Belirlenmesi

Denemelerde kullanılan Askorbik Asit ve DATEM oranlarının belirlenmesi işleminde; una Askorbik Asit 0-25-50-75-100-125 mg/kg, DATEM ise %0.25-0.50-0.75-1.00-1.50 oranlarında katılarak farinograf çizimleri ve ekmek denemeleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.3. Uygun Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Glikoz Oranlarının Belirlenmesi

Denemelerde kullanılan glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz'ın uygun kullanım düzeylerini belirleyebilmek amacıyla her bir enzim una; 0-10-20-30-40-50-60 ve 90 mg/kg düzeylerinde ilave edilerek farinograf ve ekstensograf çizimleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın 0-15-30 ve 45 mg/kg düzeyleri kullanılarak her birisi ile ayrı ayrı ekmek denemeleri yapılmıştır.

Denemelerde substrat olarak kullanılan glikoz oranının belirlenmesi aşamasında ise glikoz una %0.25-0.50-1.00 ve %2.00 oranlarında ilave edilerek ekmek denemeleri gerçekleştirilmiş ve en iyi sonucun elde edildiği oran belirlenmiştir.

3.2.4. Denemeler

3.2.4.1. Birinci Grup Denemeler: Un ile Buğday ve Mısır Kepeği Karışımlarına %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit ve SGPT Edecek Düzeyde Kuru Gluten Katılmasının Etkileri

Una farklı düzeylerde (%0-10-20-30) buğday ve mısır kepeği karıştırılmasının hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla; un-kepek karışımları ile farinograf ve ekstensograf analizleri, ekmek yapımı ve ekmek analizleri gerçekleştirilmiştir.

Denemeler katkısız ve katkılı olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmıştır. Katkı içeren denemelerde sabit katkı olarak %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit ve un-kepek karışımlarına, unun yerine kullanılan kepek miktarıyla orantılı olarak azalan gluten proteinleri kadar (%10 kepek içeren her 1 kg karışım için 9.2 g, %20 için 18.4, %30 kepek için 27.6 g olmak üzere) kuru gluten (SGPT) kullanılmıştır. Birinci grup denemelerde uygulanan deneme deseni Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Birinci Grup Deneme Deseni

Kepek Miktarı (%)	Uygulama					
	Tanık		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı ¹	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
0	x	x	-	-	-	-
10			x	x	x	x
20			x	x	x	x
30			x	x	-	-

¹ : Katkı içeren denemelerde sabit katkı olarak 75 mg/kg Askorbik Asit, %1 DATEM ve SGPT edecek düzeyde kuru gluten kullanılmıştır.

3.2.4.2. İkinci Grup Denemeler: Un-Kepek Karışımlarına Askorbik Asit ile Birlikte Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmasının Etkileri

Çalışmanın ikinci aşamasında, farklı oranlarda buğday (%0-10-20-30) ve mısır kepeği (%0-10-20) katılmış ekmeklerin niteliklerini iyileştirebilmek amacıyla oksidatif enzimlerden glikoz oksidaz ve heksoz oksidazdan yararlanılmıştır. Söz konusu enzimlerin her birisi ayrı ayrı oksidan bir madde olan Askorbik Asit ile birlikte kullanılarak hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Denemelerde enzimler un-kepek karışımlarına 0-15-30-45 mg/kg düzeylerinde ilave edilirken, Askorbik Asit düzeyi sabit tutulmuştur (75 mg/kg). Ayrıca karışıma sabit katkı olarak; %0.5 oranında glikoz ve seyrelen gluten proteinlerini telafi edecek (SGPT) düzeyde kuru gluten ilave edilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. İkinci Grup Denemelerde Uygulanan Deneme Deseni¹

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	x	x	x	x	x	x	x
Buğday Kepeği							
10	x	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	x
30	x	x	x	x	x	x	x
Mısır Kepeği							
10	x	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	x

¹ : Una ve un-kepek karışımlarına sabit katkı olarak 75 mg/kg Askorbik Asit, %0.5 glikoz ve SGPT edecek düzeyde kuru gluten katılmıştır.

3.2.4.3. Üçüncü Grup Denemeler: Belirlenen Uygun Enzim Düzeyleri ile Birlikte %1 Oranında DATEM Kullanılmasının Etkileri

Üçüncü grup denemelerde; ikinci grup denemeler sonucunda belirlenen uygun glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz düzeyleri ile birlikte un-kepek karışımlarına %1 oranında DATEM katılmasının hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın her birisi ayrı ayrı 0-15 ve 30 mg/kg düzeyinde kullanılmıştır. Karışımlara ilave edilen sabit katkılarda

herhangi bir değişiklik yapılmamış; 75 mg/kg Askorbik Asit, %0.5 oranında glikoz ve SGPT edecek düzeyde kuru gluten ilave edilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2. Üçüncü Grup Denemelerde Uygulanan Deneme Deseni¹

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg)				
	Kontrol 0	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
		15	30	15	30
0	x	x	x	x	x
Buğday Kepeği					
10	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x
30	x	x	x	x	x
Mısır Kepeği					
10	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x

¹ : Una ve un-kepek karışımlarına sabit katkı olarak 75 mg/kg Askorbik Asit, %1 DATEM, %0.5 glikoz ve SGPT edecek düzeyde kuru gluten katılmıştır.

3.3. Analiz Metodları

3.3.1. Un, Kepek ve Un-Kepek Karışımlarında Yapılan Analizler

Un ve kepeklerde; su (ICC Standart No. 110/1, 1967), kül (ICC Standart No. 104, 1967), ham protein (ICC Standart No. 105/1, 1967), nişasta (Özkaya ve Kahveci, 1990) toplam lipid (Özkaya ve Kahveci, 1990), Toplam Diyet Lif (TDF) [TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda Enstitüsünde AOAC 991.43 (1994)’e göre], Nötral Deterjan Lif (NDF), Asit Deterjan Lif (ADF), ham lif, [“Ankom Fiber Analyzer” cihazı ile Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü Laboratuvarında Van Soest ve ark. (1991)’na göre] ve mısır kepeğinde kurutma işleminden sonra kalan bağlı ve serbest SO₂ miktarı [TS 485 (TSE, 1974)’e göre] analizleri yapılmıştır.

Denemelerde kullanılan unlarda; yaş ve kuru gluten (AACC Metod 38-10, 2000), farinograf [su absorpsiyonu, gelişme ve stabilite süresi, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama değerleri (AACC Metod 54-21, 2000)], ekstensograf [hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç (Rmax), sabit deformasyondaki direnci (R₅), uzama kabiliyeti (E), enerji değeri (A) (AACC metod 54-10, 2000)],

sedimentasyon testi (AACC Metod 56-60, 2000) ve amilaz aktivitesi - düşme sayısı olarak - (AACC Metod 56-81B, 2000) analizleri yapılmıştır.

Katkısız ve katkılı olarak hazırlanan farklı düzeylerdeki un-kepek karışımlarında ise farinograf (AACC Metod 54-21, 2000) ve ekstensograf (AACC metod 54-10, 2000) analizleri uygulanmıştır.

3.3.2. Ekmeklerde Yapılan Analizler

Denemelerde değişik kombinasyonlar kullanılarak üretilen ekmeklerin hacim verimleri, 6., 24. ve 48. saatlerdeki nem içerikleri (Uluöz, 1965) ile ekmek içi yumuşaklık (penetrometre) değerleri (Özer ve Altan, 1995) belirlenmiştir. Ayrıca üretilen ekmeklerin gözenek değerleri (TSE, 1987), hamur ve ekmek verimleri ve pişme kaybı değerleri de saptanmıştır.

Denemelerde üretilen ekmekler, duyuşsal olarak da değerlendirilmiştir. Duyuşsal değerlendirmede kullanılan “Ekmek Değerlendirme Tablosu” Özer (1998)’den yararlanılarak hazırlanmış ve ekmekler 15 kişilik bir panelist grubunca değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan ölçütler ve değerlendirme tablosu Ek-2’de verilmiştir.

3.3.3. İstatistiksel Analizler

Analizlerde elde edilen bulgular; “SAS” istatistik enstitüsünce geliştirilen ve aynı adı taşıyan istatistik paket programı ile (The SAS System for Windows v6.12; SAS Institute, 1982) Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuşlardır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda aralarındaki farklılıklar 0.01 güven sınırına göre önemsiz bulunan değerler, ilgili çizelgelerde aynı harfle işaretlenmişlerdir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Denemelerde Kullanılan Un ve Kepeklerin Özellikleri

Denemelerde kullanılan buğday unu ile buğday ve mısır kepeklerinin bazı özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Birinci grup çalışmada kullanılan materyal Çizelgede A, ikinci ve üçüncü grup denemelerde kullanılan materyal ise B harfi ile ifade edilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemelerde Kullanılan Un ve Kepeklerin Bazı Özellikleri

Özellik (%)	Buğday Unu		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	A ⁽¹⁾	B ⁽²⁾	A	B	A	B
Nem	13.92	13.80	9.95	9.69	7.65	7.86
Kül	0.64	0.62	5.76	5.28	1.20	1.28
Ham Protein ⁽³⁾	10.31	10.28	14.48	12.77	16.03	16.72
Nişasta	72.03	72.11	20.89	20.64	33.05	27.84
Toplam Lipid ⁽⁴⁾	1.05	1.02	4.88	4.59	3.28	3.29

⁽¹⁾ : A: Birinci grup denemelerde kullanılan un örneği

⁽²⁾ : B: İkinci ve üçüncü grup denemelerde kullanılan un örneği

⁽³⁾ : Un için dönüştürme katsayısı 5.70, kepek için dönüştürme katsayısı : 6.31

⁽⁴⁾ : Petrol eteri ekstraktı olarak

Çizelge 4.1’den de görülebileceği gibi her iki grup denemede kullanılan un örnekleri nem (sırasıyla %13.92 ve 13.80) ve kül (%0.64 ve %0.62) değerleri bakımından Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Anon., 1999)’ne uygun bulunmuş, protein miktarları bakımından ise tebliğde belirtilen değerden daha düşük oldukları saptanmıştır.

Buğday kepeğinin kül içeriğinin yaklaşık %5.50, mısır kepeğinin yaklaşık %1.20 oranında olduğu, protein oranları bakımından iki kepek çeşidi karşılaştırıldığı zaman; mısır kepeğinin buğday kepeğine göre protein içeriğinin yaklaşık %20, nişasta içeriğinin ise yaklaşık %45 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Her iki grup denemede kullanılan buğday kepeği örneklerinin toplam lipid değerleri yaklaşık %4.74, mısır kepeği örneklerinin toplam lipid içerikleri yaklaşık %3.28 olarak belirlenmiştir.

Özkaya ve ark., (1989) tarafından yapılan bir çalışmada; muhtelif ticari değirmenlerde öğütülen buğday örneklerinden elde edilen kepeklerin protein miktarı %13.10-16.40 ve kül miktarı %4.01-5.89 arasında bulunmuştur.

Sosulski ve Wu (1988), araştırmalarında kullandıkları buğday ve mısır kepeğinin kimyasal bileşiminde; sırasıyla %16.0 ve %4.7 oranında ham protein, %6.4 ve %1.9 oranında lipid, %7.03 ve %0.42 kül ile %0.3 ve %2.8 oranında nişasta bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2. Denemelerde Kullanılan Un ve Kepeklerin Bazı Özellikleri

Özellik	Buğday Unu		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	A	B	A	B	A	B
Toplam Diyet Lif (%)	2.67	3.02	42.80	45.26	41.80	51.05
Nötral Deterjan Lif (%)	1.93	1.87	38.99	42.58	39.35	50.32
Asit Deterjan Lif (%)	0.73	0.69	12.58	15.25	12.11	14.57
Ham Lif (%)	0.07	0.04	3.03	3.63	3.32	4.40
Suda Çözünmeyen Hemisellüloz ⁽¹⁾	1.86	1.83	35.96	38.95	36.03	45.92
Suda Çözünbilir Nişasta Dışı Polisakkaritler ⁽²⁾	0.74	1.15	3.81	2.68	2.45	0.73
Yaş Gluten (%)	29.64	30.47	-	-	-	-
Kuru Gluten (%)	9.20	9.62	-	-	-	-
Gluten İndeks (%)	95.13	93.94	-	-	-	-
Sedimentasyon (ml) ⁽³⁾	35	30	-	-	-	-
Düşme Sayısı (sn)	491	498	-	-	-	-
Kükürt dioksit (SO ₂) (mg/kg) ⁽⁴⁾	-	-	-	-	42	46

⁽¹⁾ : Nötral deterjan lif içeriğinden ham lif içeriğinin çıkartılması yolu ile hesaplanmıştır.

⁽²⁾ : Toplam diyet lif içeriğinden nötral deterjan lif içeriğinin çıkartılması yolu ile hesaplanmıştır.

⁽³⁾ : %14 nem esasına göre düzeltilmiştir.

⁽⁴⁾ : Bağlı SO₂, serbest SO₂ belirlenememiştir.

Özboy (1992) tarafından yapılan bir çalışmada, Bezostoya ve Gerek buğdaylarından elde edilen ince ve kalın kepeklerin kimyasal bileşimleri belirlenmiş, örneklerin protein içeriklerinin %13.70-17.10, kül içeriklerinin %2.40-5.00, ham lif miktarlarının ise %3.20 ile 9.80 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Özer (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday kepeğinin ham protein içeriği yaklaşık %15.21, ham lif içeriği %14.13, toplam lipid içeriği yaklaşık %4.87, kül içeriği ise yaklaşık %4.60 olarak belirlenmiştir.

Kullanılan un örnekleri kuru gluten değerleri bakımından (%9.20 ve %9.62) TS 4500 Buğday Unu Standardı'na uygundur. Sedimentasyon değerleri (sırasıyla 35 ve 30 ml) incelendiğinde her iki un örneğinin de iyi kalitede olduğu, düşme sayısı değerleri bakımından ise ekmeklik unlarda olması istenilen 250 ± 25 sn değerinden daha yüksek bir değere (sırasıyla 491 ve 498 sn) sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Ham lif değeri (%0.07 ve %0.04) bakımından un örneklerinin TS 4500 buğday unu standardında belirtilen (kuru maddede en çok %0.20) değerin altında olduğu saptanmıştır.

Un ve kepek örneklerinin suda çözünmeyen hemisellüloz oranı, nötral deterjan lif içeriğinden ham lif içeriğinin çıkarılması yolu ile hesaplanmıştır.

Nötral deterjan lif analizi ile geri kazanılamayan, ancak memelilerin enzimleri tarafından sindirilmeye karşı dayanıklı olan maddeler suda çözünebilir nişasta dışı polisakkaritler olarak adlandırılır (Van-Soest ve ark., 1991). Çizelge 4.2'de verilen suda çözünebilir nişasta dışı polisakkaritler, örneklerin toplam diyet lif içeriğinden nötral deterjan lif içeriklerinin çıkartılması yolu ile bulunmuştur (Sosulski ve Wu, 1988).

Birinci grup denemelerde kullanılan buğday ve mısır kepeğinin toplam diyet lif ve nötral deterjan lif değerleri arasında önemli bir fark olmadığı, ikinci grup denemelerde kullanılan mısır kepeğinde ise söz konusu değerlerin buğday kepeğine göre sırasıyla yaklaşık %5 ve 7.5 oranında daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Bu durum muhtemelen ikinci grup denemelerde kullanılan mısır kepeğinin nişasta içeriğinin (%27.84) ilk denemelerde kullanılan kepek örneğine göre (%33.05) daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Asit deterjan lif değerleri bakımından ise kepek

örnekleri arasında yaklaşık %2.5 oranında bir fark olduğu, ham lif değerleri açısından ise kepek örnekleri arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Sosulski ve Wu (1988), tarafından yapılan bir çalışmada araştırmacılar kullandıkları buğday kepeğinin ve mısır kepeğinin toplam diyet lif içeriğinin sırasıyla %54.2 ve %90.3, nötral deterjan lif içeriğini %52.7 ve %87.6, asit deterjan lif içeriğini %18.4 ve %22.4, ham lif değerlerini ise %13.7 ve %18.3 olarak belirlemişlerdir.

Stauffer (1990), buğday kepeği ile kalın ve ince olarak öğütülmüş mısır kepeğinin bileşiminde sırasıyla; %46.0, %55.0 ve %88.0 oranında toplam diyet lif, %42.4, %55.0 ve %87.0 oranında çözünmez diyet lif ile %3.6, %0 ve %1 oranında çözünür diyet lif bulunduğunu bildirmiştir.

Martilla ve ark. (2001); kepeğin fermentasyon işlemine tabi tutulmasının yüksek lifli ekmeklerin kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; kullandıkları buğday kepeğinin ve buğday ununun bileşiminde sırasıyla %2.7 ve %52.0 oranlarında toplam diyet lif ile %1.2 ve %1.9 oranlarında çözünür diyet lif bulunduğunu saptamışlardır.

Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda (Artz ve ark., 1990; Saulnier ve ark., 1993; Chanliaud ve ark., 1995; Chanliaud ve ark., 1997; Saulnier ve ark., 2001; Singh ve ark., 2003); yaş öğütme ile elde edilen mısır kepeğinin bileşiminde; %40.00-55.70 hemisellüloz, %12.00-16.60 sellüloz, %10.40-25.00 nişasta, %8.50-10.00 protein, %4.50 nem, %4.10 serbest şekerler, %3.0 lipid ve %0.20 oranında lignin ve kül bulunduğu bildirilmiştir.

Mısır kepeklerine öğütme öncesi uygulanan yıkama ve kurutma işlemleri sonrasında, örneklerde serbest SO₂ bulunmadığı, yaklaşık 45 mg/kg düzeyinde bağlı SO₂ bulunduğu belirlenmiştir.

Literatür ile karşılaştırıldığında; denemelerde kullanılan buğday kepeği örneklerinin kül, ham protein, toplam lipid, toplam diyet lif ve nötral deterjan lif içeriklerinin literatür ile uyum içerisinde olduğu, ancak ham lif içeriğinin diğer araştırmacılar tarafından belirlenen değerlerden daha düşük olduğu, mısır kepeği örneklerinin ise nem, kül, protein, nişasta içeriklerinin literatürlerde belirlenen

değerlerden daha yüksek, toplam lipid değerlerinin hemen hemen aynı, toplam diyet lif, nötral deterjan lif ve ham lif değerlerinin ise daha düşük olduğu saptanmıştır.

Mısır ve buğday kepeğinin bileşimindeki farklılıkların; kepeğin elde edildiği buğday ve mısırın çeşidine, yetiştirme koşullarına, iklime ve öğütme sırasında uygulanan işlemlere bağlı olarak değişiklik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı araştırmacılar (Özkaya ve Ercan, 1985; Stauffer, 1985; Weegels ve Hamer, 1989) tarafından yapılan çalışmalarda ticari kuru glutenin %63.4-84.9 protein, %3.10-10.20 nem ve %0.44-1.11 arasında kül içerdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada kuru glutenin bileşimine yönelik olarak elde edilen sonuçlar (kuru madde esasına göre %69.06 protein, %7.40 nem ve %1.02 oranında kül) farklı araştırmacılar tarafından belirlenen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Denemelerde kullanılan unların farinografik özellikleri Çizelge 4.3’de, farinogramları ise Şekil 4.1’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi ile de görülebileceği gibi; her iki un partisinin (A ve B) gelişme süresi ve yoğurma tolerans sayısı değerleri arasında önemli bir fark olmadığı, ilk grup denemelerde kullanılan unun su absorpsiyonu ve yumuşama derecesinin ikinci parti una göre daha fazla olduğu, ancak stabilite süresinin daha düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Denemelerde Kullanılan Unların Farinogram Değerleri

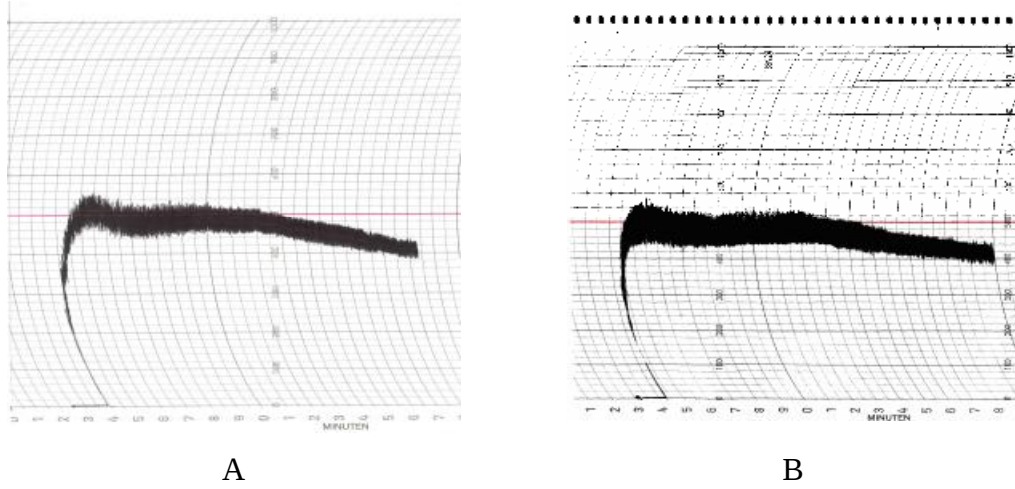
Özellikler	Un Örneği	
	A	B
Su Absorpsiyonu (%)	58.5 ^{a (1)}	56.2 ^b
Gelişme Süresi (dakika)	1.4 ^a	1.4 ^a
Stabilite Süresi (dakika)	6.7 ^b	9.5 ^a
Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) ⁽²⁾	38.3 ^a	36.7 ^a
Yumuşama Derecesi (B.U.)	86.7 ^a	66.7 ^b

⁽¹⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

⁽²⁾ : Brabender Ünitesi

Her iki grup denemede kullanılan unların bazı özelliklerine ilişkin elde edilen bulgular, ülkemiz buğday unları üzerinde konuya ilişkin daha önce yapılan

çalışmalarda (Atlı, 1985; Ercan ve ark., 1988b; Ercan, 1989; Ercan ve Bildik, 1990; Ünsal, 1993; Özer ve ark., 2002) belirlenen sonuçlar ile uyum göstermektedir.



Şekil 4.1. Denemelerde Kullanılan Unların Farinogramları

Kullanılan unların ekstensografik özellikleri Çizelge 4.4’de, ekstensogramları ise Şekil 4.2’de verilmiştir. A ununun B ununa göre R_5 , R_{max} , enerji ve oran değerleri bakımından daha yüksek, uzama yeteneği bakımından ise daha düşük bir değere sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. Denemelerde Kullanılan Unların Ekstensogram Değerleri Ortalaması (45-90-135 dakika)

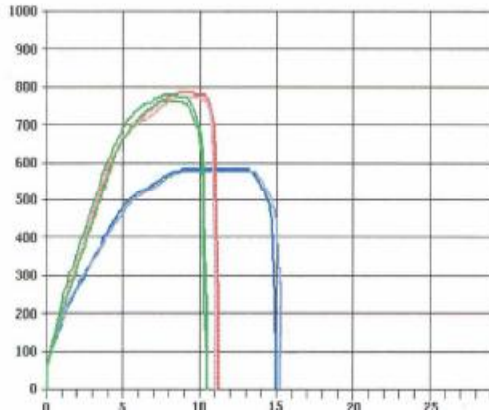
Özellikler	Un Örneği	
	A	B
R_5 (Sabit Deformasyondaki Direnç) (B.U.) ⁽¹⁾	587.8 ^{a (2)}	420.0 ^b
R_{max} (Maksimum Direnç) (B.U.)	678.3 ^a	512.3 ^b
Uzama Yeteneği (mm)	128.0 ^b	147.0 ^a
Enerji Değeri (cm ²)	126.0 ^a	112.7 ^b
Oran (B.U./mm)	5.3 ^a	3.5 ^b

⁽¹⁾ : Brabender Ünitesi

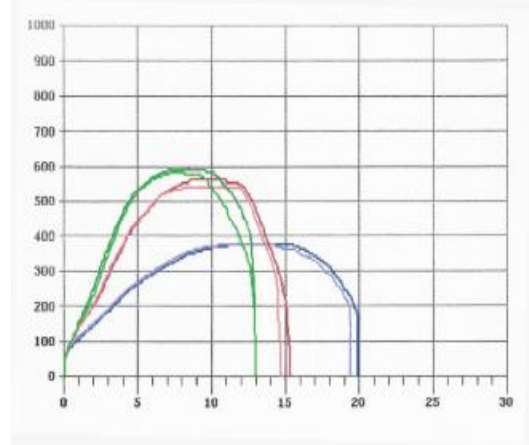
⁽²⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Ülkemizde yetiştirilen başlıca buğday çeşitlerinin kalitesini belirlemeye yönelik olarak yapılan bir çalışmada (Ercan, 1989), 15 buğday çeşidinin öğütülmesi

ile elde edilen unların R_5 değerlerinin 70-485 BU, R_{max} değerlerinin 80-570 BU, uzama kabiliyetinin 128-172 mm, enerji değerinin 16.1 cm^2 ile 119.5 cm^2 arasında değiştiği saptanmıştır.



A



B

Şekil 4.2. Denemelerde Kullanılan Unların Ekstensogramları

4.1.1. Mısır Kepeğinde SO_2 Miktarları

Mısır kepeğinin içerdiği SO_2 miktarını azaltabilmek amacıyla farklı yıkama ve kurutma işlemleri uygulanmış ve takiben serbest ve bağlı SO_2 miktarı (mg/kg) belirlenmiştir. Bu amaçla üç farklı işlem uygulanmıştır. Her bir işlem sonrasında kepek örneklerinin başlangıçta (kurutma öncesinde) ve kurutma sonrası içerdikleri serbest ve bağlı SO_2 miktarları belirlenmiştir. Uygulanan üç farklı işlem (3.2.4.1’de belirtildiği gibi) sonrasında mısır kepeğinin serbest SO_2 içermediği, SO_2 ’nin tamamının bağlı formda bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Mısır Kepeklerinin SO_2 Değerleri

Uygulanan İşlem	SO_2 Değerleri(mg/kg)			
	Başlangıçta		Kurutulduktan Sonra	
	Serbest	Bağlı	Serbest	Bağlı
A	342	201	-	188
B	321	82	-	53
C	308	63	-	42

Çizelge 4.5'den de görülebileceği gibi, A işleminde yani hiç bir yıkama işlemine tabi tutulmayan kepek örneğinin başlangıçta toplam SO₂ miktarı 543 mg/kg (yaklaşık %62'si serbest formda) iken, uygulanan kurutma işlemi (85 ±1⁰C'de 1.5 saat) sonrasında serbest SO₂ bulunmadığı, 188 mg/kg düzeyinde bağlı SO₂ bulunduğu belirlenmiştir.

Önceden 50 ⁰C'ye ısıtılmış çeşme suyu ile dolu bir kap içerisinde 5 dakika bekletildikten sonra elekten süzülen ikinci grup numunenin, başlangıçtaki toplam SO₂ miktarı 403 mg/kg, kurutma işlemi sonrasında ise 53 mg/kg (bağlı SO₂) olarak belirlenmiştir. 50 ⁰C'deki su içerisinde bekletme ve takiben yıkama işlemleri bir miktar serbest ve bağlı SO₂'nin uzaklaşmasına neden olmuştur.

C örneğinin başlangıçtaki toplam SO₂ içeriği 371 mg/kg olarak belirlenirken, son örnekte serbest SO₂ bulunmadığı, sadece 42 mg/kg düzeyinde bağlı SO₂ bulunduğu belirlemiştir. Bu grup işlemlerde kepeğin su içerisinde 5 dakika süresince sürekli karıştırılarak bekletilmesi ve takiben çeşme suyu altında 3 dakika yıkanması kepeğin başlangıçta içerdiği SO₂ miktarının diğer iki grup denemeye göre daha çok azalmasını sağlamıştır. Bu durum suda çözünen bazı maddeler ile birlikte bulunan SO₂'nin eleme işlemi sonrasında onlarla birlikte uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.5'den de görülebileceği gibi, fabrikadan alınan kepeğin SO₂ miktarını azaltmada en iyi sonuç 42.0 mg/kg değeri ile C uygulamasından elde edilmiştir.

Bağlı formda bulunan SO₂ mayaların ölmesinde ya da gelişimlerinin engellenmesinde etkili değildir (Romano ve Giovanna Suzzi, 1993), mayalar üzerinde etkili olabilmesi için serbest formda bulunması gerekir (Canbaş, 1992). Bu nedenle mısır kepeğinde kurutma sonrası kalan SO₂'nin bağlı formda bulunması ekmek yapımında maya gelişimi açısından bir engel teşkil etmez. Ayrıca mısır kepeğinin içerdiği SO₂ miktarının azaltılması üretilen ekmeklerin duyu özellikleri bakımından da önemlidir. Yapılan duyu değerlendirmeler sonucunda C işlemi uygulanarak üretilen ekmeklerde SO₂ kokusu ve tadı hissedilmemiştir.

4.1.2. Buğday ve Mısır Kepeğinin Parçacık Boyut Dağılımları

Denemelerde kullanılan buğday ve mısır kepeği öğütülüp, elendikten sonra parçacık boyut dağılımının belirlenmesi işlemi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6’da verilmiştir. Buğday kepeğinin ortalama %58.5, mısır kepeğinin ise ortalama %47.5’lik bölümünün 125-180 μm ’ler arasında bir parçacık boyutuna sahip olduğu, dolayısıyla mısır kepeğinin parçacık boyutunun buğday kepeğine göre biraz daha fazla olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Denemelerde Kullanılan Kepeklerin Parçacık Boyutları Dağılımı (%)

Parçacık Boyutları	Parçacıkların Kepek Kitesindeki Miktarları (%)			
	Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	A	B	A	B
265- 236 μm arasında	10.7	11.2	13.0	12.6
236 – 200 μm arasında	8.8	9.1	11.2	10.8
200 - 180 μm arasında	20.7	22.3	29.3	28.4
180 – 125 μm arasında	59.8	57.4	46.5	48.2

4.2. Ön Denemeler

4.2.1. Yoğurma ve Parça Fermentasyonu ile Pişirme Süresi ve Sıcaklığı

Denemelerde kullanılan standart yoğurma süresinin belirlenmesi amacıyla 7 farklı yoğurma süresi uygulanarak üretilen ekmeklerin hacim verimleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi hacim verimi bakımından en iyi sonuçlar her iki ekmek çeşidinde de 14 ve 15 dakikalık yoğurma sürelerinde elde edilmiştir. Parça fermentasyonu sürelerinin seçilmesi çalışmalarında bu iki yoğurma süresi kullanılmıştır.

Çizelge 4.7. Farklı Yoğurma Sürelerinin Ekmeklerin Hacim Verimleri Üzerine Etkileri

Ekmek Çeşidi	Yoğurma Süreleri (Dakika) ve Hacim Verimleri (cm ³ /100 g un ya da un-kepek karışımı)						
	10	11	12	13	14	15	16
Tanık	605 ^{f (1)}	620 ^e	637 ^d	665 ^c	710 ^{a,b}	718 ^a	703 ^b
%30 Buğday Kepeği (Katkısız)	312 ^j	314 ⁱ	320 ^{i,j}	326 ^{i,h}	333 ^{g,h}	338 ^g	326 ^{i,h}

⁽¹⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

60-120 dakika arasında değişen sürelerde parça fermentasyonuna bırakılarak pişirilen ekmeklere ait bulgular Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı Parça Fermentasyonu Sürelerinin Ekmeklerin Hacim Verimleri Üzerine Etkileri

Fermentasyon Süresi (Dakika)	Hacim Verimleri (cm ³ /100 g un ya da un-kepek karışımı)			
	Tanık		%30 Buğday Kepeği (Katkısız)	
	14 ⁽¹⁾	15	14	15
60	694 ^{d (2)}	699 ^{c,d}	297 ^{i,h}	303 ^g
90	715 ^b	723 ^a	330 ^f	338 ^e
120	700 ^c	703 ^c	293 ⁱ	300 ^{g,h}

⁽¹⁾ : Yoğurma süresi (dakika)

⁽²⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.8’den de görülebileceği gibi ekmek hacmi bakımından en iyi sonuç 90 dakikalık fermentasyon süresinde bulunmuştur. Üretilen ekmeklerin kabuk yapısı, kabuk rengi, gözenek değeri ve elastikiyet özellikleri de göz önüne alınarak, çalışmada 15 dakikalık yoğurma, 30 dakikalık ara dinlendirme ve 90 dakikalık parça fermentasyonu süresine, ayrıca pişirme sıcaklığı olarak 240-270 °C arasında değişen sıcaklık parametreleri ile 20-27 dakikalık pişirme sürelerinin uygulanması neticesinde 250 °C pişirme sıcaklığı ve 25 dakika pişirme süresinin kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir.

4.2.2. Uygun DATEM ve Askorbik Asit Oranları

Denemelerde kullanılan Askorbik Asit ve DATEM oranlarının belirlenmesi işleminde; una Askorbik Asit 0-25-50-75-100 ve 125 mg/kg, DATEM %0-0.25-0.50-0.75-1 ve %1.5 oranlarında katılarak farinograf çizimleri yapılmıştır. Denemeler sonucunda elde edilen farinogram değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi farklı düzeylerde ilave edilen Askorbik Asit ve DATEM’in un örneğinin su absorpsiyonu ve gelişme süresi değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($p<0.01$).

Askorbik Asit 50 mg/kg ve daha fazla düzeylerde DATEM ise %0.75 ve daha üzeri değerlerde kullanıldığı zaman un örneğinin stabilite süresini arttırdığı, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerlerini ise azalttığı belirlenmiştir. Bu nedenle ekmek denemelerinde Askorbik Asit 0-50-75-100 mg/kg ve DATEM %0-0.75-1 ve % 1.5 oranlarında kullanılmıştır. Belirtilen kombinasyonlar ile üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ilişkin olarak elde edilen bulgular Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi en yüksek hacim değerine (725 cm^3) Askorbik Asitin 75 mg/kg, DATEM’in %1 oranında kullanıldığı denemelerde ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında denemelerin tamamında sabit katkı olarak 75 mg/kg Askorbik Asit ve %1 oranında DATEM kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.9. Değişik Düzeylerde Askorbik Asit ve DATEM Katılmış Un Örneğinin Farinogram Değerleri

DATEM Miktarları (%)	Askorbik Asit Düzeyi (mg/kg) ve Farinogram Değerleri					
	0	25	50	75	100	125
Su Absorbsiyonu (%)						
0	58.5 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a
0.25	58.5 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a	58.7 ^a
0.50	58.6 ^a	58.6 ^a	58.5 ^a	58.7 ^a	58.7 ^a	58.7 ^a
0.75	58.6 ^a	58.6 ^a	58.5 ^a	58.8 ^a	58.7 ^a	58.7 ^a
1.00	58.5 ^a	58.5 ^a	58.7 ^a	58.9 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a
1.50	58.4 ^a	58.5 ^a	58.6 ^a	58.6 ^a	58.5 ^a	58.4 ^a
Gelişme Süresi (dakika)						
0	1.4 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a	1.5 ^a	1.4 ^a
0.25	1.3 ^a	1.1 ^a	1.2 ^a	1.4 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a
0.50	1.3 ^a	1.2 ^a	1.4 ^a	1.3 ^a	1.4 ^a	1.4 ^a
0.75	1.3 ^a	1.2 ^a	1.4 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a
1.00	1.3 ^a	1.1 ^a	1.3 ^a	1.4 ^a	1.2 ^a	1.2 ^a
1.50	1.3 ^a	1.3 ^a	1.4 ^a	1.4 ^a	1.2 ^a	1.2 ^a
Stabilite Süresi (dakika)						
0	6.7 ^t	7.8 ^{rs}	8.3 ^{qr}	9.4 ^{mnp}	9.6 ^{klmnop}	9.5 ^{lmnop}
0.25	7.3 st	8.2 ^{qrs}	8.8 ^{pqr}	9.8 ^{jklmno}	9.9 ^{jklmno}	9.8 ^{jklmno}
0.50	8.9 ^{opq}	9.3 ^{nop}	9.9 ^{jklmno}	10.2 ^{jklmn}	10.4 ^{jklm}	10.5 ^{ijkl}
0.75	9.6 ^{lmnop}	10.2 ^{jklmn}	10.6 ^{hijk}	12.0 ^{def}	11.9 ^{def}	11.7 ^{efg}
1.00	10.8 ^{ghij}	11.4 ^{fghi}	12.1 ^{cdef}	13.5 ^a	13.1 ^{abc}	12.9 ^{bcd}
1.50	11.5 ^{efgh}	11.7 ^{efg}	12.3 ^{cdef}	12.6 ^{bcd}	12.8 ^{bcd}	12.5 ^{cde}
Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.)						
0	41.3 ^a	34.3 ^{bc}	32.0 ^{bcd}	25.0 ^{efghi}	21.7 ^{fghij}	25.7 ^{defgh}
0.25	35.0 ^b	34.7 ^b	27.3 ^{defg}	25.0 ^{efghi}	25.0 ^{efghi}	30.0 ^{bcde}
0.50	30.0 ^{bcde}	30.0 ^{bcde}	25.0 ^{efghi}	20.0 ^{ghij}	25.0 ^{efghi}	26.7 ^{defgh}
0.75	25.0 ^{efghi}	25.0 ^{efghi}	24.3 ^{efghij}	13.0 ^{lm}	20.0 ^{hijk}	25.0 ^{efghi}
1.00	17.7 ^{ijkl}	19.0 ^{ijkl}	14.0 ^{kl}	6.0 ^m	20.0 ^{hijk}	22.0 ^{efghij}
1.50	25.0 ^{efghi}	28.0 ^{defgh}	30.0 ^{bcde}	12.0 ^{lm}	20.0 ^{hijk}	18.0 ^{ijkl}
Yumuşama Derecesi (B.U.)						
0	91.7 ^a	87.7 ^{ab}	85.0 ^{bc}	80.0 ^{cd}	76.7 ^d	74.3 ^{de}
0.25	80.0 ^{cd}	80.0 ^{cd}	75.0 ^{de}	75.0 ^{de}	70.0 ^{ef}	65.0 ^{fg}
0.50	65.0 ^{fg}	60.0 ^{gh}	59.0 ^{gh}	50.0 ⁱ	55.0 ^{hi}	50.0 ⁱ
0.75	43.3 ^j	43.3 ^j	35.0 ^k	30.0 ^{kl}	35.0 ^k	30.0 ^{kl}
1.00	20.0 ^{mn}	25.0 ^{lmn}	20.0 ^{mn}	20.0 ⁿ	25.0 ^{lm}	27.0 ^{lmn}
1.50	25.0 ⁱ	29.0 ^{kl}	30.0 ^{lmn}	25.0 ^{kl}	30.0 ^{lmn}	30.0 ^{kl}

(1) : Çizelgede her bir ölçüt için gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

(2) : B.U. : Brabender Ünitesi

Çizelge 4.10. Değişik Düzeylerde Askorbik Asit ve DATEM Katılarak Üretilen Ekmeklerin Hacim Verimleri

DATEM (%)	Askorbik Asit Düzeyi (mg/kg) ve Hacim Verimleri (cm ³ /100g un)			
	0	50	75	100
0	588.3 ^{l(1)}	618.3 ^k	680.0 ⁱ	688.3 ^{gh}
0.75	625.0 ^k	640.0 ^j	700.0 ^{def}	703.3 ^{cd}
1.00	683.3 ^{hi}	691.7 ^{fgh}	725.0 ^a	716.7 ^{ab}
1.50	680.0 ⁱ	693.3 ^{efg}	701.7 ^{cde}	710.0 ^{bc}

⁽¹⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

4.2.3. Uygun Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Glikoz Oranları

Denemelerde kullanılan glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz'ın uygun kullanım düzeylerini belirleyebilmek amacıyla her bir enzim una 0-10-20-30-40-60 ve 90 mg/kg düzeylerinde ilave edilerek farinograf ve ekstensograf denemeleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen farinogram değerlerine ait bulgular Çizelge 4.11'de, ekstensogram değerlerine ait bulgular ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11'de verilen farinogram değerlerinin incelenmesi ile de görülebileceği gibi enzimler 40 mg/kg düzeyinden daha fazla kullanıldıkları zaman stabilite süresi, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerleri üzerinde olumsuz etkilerde bulunmuşlardır. Aynı şekilde belirtilen kullanım düzeyinin üzerine çıkıldığı zaman ekstensogram değerlerinden R₅, R_{max} ve enerji değerleri de azalmıştır (Çizelge 4.12). Belirli bir kullanım düzeyinden sonra farinogram ve ekstensogram değerlerinde meydana gelen azalma enzimlerin neden olduğu aşırı oksidasyondan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ekmek denemelerinde enzimler en fazla 45 mg/kg düzeyine kadar kullanılmışlardır.

Çizelge 4.11. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un Örneğinin Farinogram Değerleri

Enzim Düzeyi (mg/kg)	Farinogram Değerleri ve Enzim Çeşidi				
	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (Dakika)	Stabilite Süresi (Dakika)	Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.)	Yumuşama Derecesi (B.U.)
0	56.2^{c(1)}	1.5^e	9.7^d	33.3^c	66.7^{cd}
Glikoz Oksidaz					
10	56.3 ^c	1.5 ^e	11.4 ^a	25.0 ^d	35.0 ^f
20	57.9 ^b	5.0 ^d	10.6 ^b	33.3 ^c	100.0 ^b
30	57.4 ^{bc}	7.0 ^c	9.8 ^{cd}	33.0 ^c	130.0 ^a
40	58.4 ^{ab}	8.2 ^b	7.0 ^e	58.3 ^a	136.7 ^a
60	59.3 ^a	8.5 ^a	6.0 ^f	61.7 ^a	138.3 ^a
90	59.6 ^a	8.6 ^a	6.0 ^f	65.0 ^a	136.7 ^a
Heksoz Oksidaz					
10	56.3 ^c	1.5 ^e	10.1 ^c	38.3 ^{bc}	58.3 ^{de}
20	56.5 ^c	1.4 ^e	10.7 ^b	36.7 ^{bc}	58.3 ^{de}
30	56.6 ^c	1.5 ^e	10.8 ^b	16.7 ^e	53.3 ^e
40	56.5 ^c	1.4 ^e	10.9 ^b	15.0 ^e	51.7 ^e
60	56.5 ^c	1.4 ^e	10.0 ^c	41.7 ^b	70.0 ^c
90	56.5 ^c	1.4 ^e	9.9 ^{cd}	43.3 ^b	68.3 ^c

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda, aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Denemeler sonucunda üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ilişkin olarak elde edilen bulgular Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelge 4.13’den de görülebileceği gibi glikoz oksidaz 15 mg/kg düzeyinde kullanıldığı zaman en iyi ekmek hacmi değerini verirken, enzim düzeyinin daha fazla arttırılması hacim değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Heksoz oksidaz ise 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı zaman en iyi hacim değerine ulaşılmıştır. Kepek içeren denemelerde enzim oranının belirlenen uygun düzeyden biraz daha fazla miktarda kullanılmasının ekmek özellikleri üzerinde olumlu etkilerde bulunabileceği varsayımından hareketle buğday ve mısır kepeği katkılı denemelerde kepeklerin hamur niteliklerini zayıflatılabileceği de göz önüne alınarak enzimlerin 0-15-30 ve 45 mg/kg düzeylerinde kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.12. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un Örneğinin Ekstensogram Değerleri

Enzim Düzeyi (mg/kg)	Ekstensogram Değerleri ve Enzim Çeşidi				
	R _s (B.U.)	R _{max} (B.U.)	Uzama Değeri (mm)	Enerji Değeri (cm ²)	Oran (B.U./mm)
0	423.3^j	513.0^{f (1)}	146.3^a	115.0^a	3.5^d
Glikoz Oksidaz					
10	515.0 ^a	564.3 ^b	137.3 ^{cd}	113.0 ^{ab}	4.1 ^{ab}
20	502.3 ^b	530.0 ^{cd}	128.7 ^f	99.0 ^c	4.1 ^{ab}
30	471.7 ^d	514.3 ^{ef}	132.0 ^{def}	100.0 ^c	3.9 ^{bc}
40	492.0 ^c	520.0 ^{def}	129.7 ^{ef}	102.3 ^c	4.0 ^{ab}
60	457.7 ^{fg}	494.3 ^g	117.7 ^g	89.0 ^d	4.2 ^a
90	452.7 ^{gh}	481.7 ^h	121.3 ^g	86.0 ^d	4.0 ^{abc}
Heksoz Oksidaz					
10	444.7 ^h	540.0 ^c	144.0 ^{ab}	110.0 ^b	3.8 ^c
20	457.0 ^{fg}	568.3 ^{ab}	135.0 ^{cde}	100.7 ^c	4.2 ^a
30	462.0 ^{ef}	579.7 ^a	143.0 ^{ab}	113.7 ^{ab}	4.1 ^{ab}
40	467.7 ^{de}	568.3 ^{ab}	140.0 ^{bc}	110.7 ^{ab}	4.0 ^{ab}
60	434.7 ⁱ	526.3 ^{de}	136.0 ^{cd}	101.3 ^c	3.9 ^{bc}
90	435.0 ⁱ	524.0 ^{def}	133.3 ^{def}	99.3 ^c	4.0 ^{abc}

(1): Çizelgede aynı sütunda, aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.13. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri

Enzim Düzeyi (mg/kg)	Kullanılan Enzim Çeşidi ve Hacim Verimleri (cm ³ /100g un)	
	Glikoz Oksidaz	Heksoz Oksidaz
0	540.0 ^{e (1)}	540.0 ^k
15	605.0 ^a	555.0 ^d
30	545.0 ^{ed}	593.0 ^b
45	452.0 ^f	576.0 ^c

(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Denemelerde substrat olarak kullanılan glikoz oranının belirlenmesi aşamasında ise glikoz una %0-0.2-0.5-1.0 ve %2.0 oranlarında ilave edilerek ekmek denemeleri gerçekleştirilmiş ve ekmeklerin hacim verimlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Değişik Düzeylerde Glikoz Katılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri

Glikoz Oranı (%)	Kullanılan Enzim Çeşidi ve Hacim Verimleri (cm ³ /100g un)		
	Kontrol	Glikoz Oksidaz (15 mg/kg)	Heksoz Oksidaz (30 mg/kg)
	538.3^{e (1)}		
0		565.0 ^{cd}	555.0 ^d
0.2		570.0 ^c	565.0 ^{cd}
0.5		605.0 ^{ab}	594.3 ^b
1.0		611.7 ^a	598.3 ^b
2.0		613.3 ^a	603.3 ^{ab}

⁽¹⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Ön denemelerde belirlenen en iyi hacim değerlerinin elde edildiği enzim düzeyleri (glikoz oksidaz için 15 mg/kg, heksoz oksidaz için ise 30 mg/kg) kullanılarak ekmek denemeleri gerçekleştirilmiştir. Glikozun %0.2 oranında kullanılmasının enzimler için yeterli olmadığı, %0.5 oranında kullanıldığı zaman hacim değerinde önemli bir artış sağladığı, bu orandan sonraki artışların da hacim değerlerinde bir miktar iyileşme sağladığı ancak glikoz kullanımının ekonomik boyutu göz önünde bulundurularak glikozun %0.5 düzeyinde kullanılmasının daha uygun olacağı görüşüne varılmıştır.

4.3. Denemeler

4.3.1. Birinci Grup Denemeler: Un ile Buğday ve Mısır Kepeği Karışımlarına %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit ve SGPT Edecek Düzeyde Kuru Gluten Katılmasının Etkileri

4.3.1.1. Farinogram Değerleri

Farklı düzeylerde (%0-10-20-30) buğday ve (%0-10-20) mısır kepeği ile katkısız ve katkılı olarak hazırlanan hamurların farinografik özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bulgular Çizelge 4.15’de, farinogramları ise Şekil 4.3 ve 4.4’te verilmiştir. Katkı içeren denemelerde

sabit katkı olarak 75 mg/kg Askorbik Asit, %1 DATEM ve SGPT edecek düzeyde kuru gluten kullanılmıştır.

Çizelge 4.15. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımlarının Farinogram Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Sabit Katkı İlavesi ¹	Farinogram Değerleri				
		Su Abs. (%)	Gelişme Süresi (Dakika)	Stabilite Süresi (Dakika)	Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.)	Yumuşama Derecesi (B.U.)
Kontrol ²	-	58.4 ^{j(4)}	1.3 ^j	6.7 ^{ef}	41.0 ^f	92.0 ^c
Tanık ³	+	58.9 ⁱ	1.4 ^j	13.5 ^a	6.0 ^g	20.0 ^e
Buğday Kepeği						
10	-	60.9 ^h	5.9 ^g	6.4 ^f	64.0 ^{cd}	110.0 ^b
	+	63.0 ^f	8.8 ^e	12.5 ^b	40.0 ^f	86.0 ^c
20	-	64.4 ^e	6.5 ^f	6.2 ^f	60.0 ^d	108.0 ^b
	+	68.1 ^c	10.3 ^c	9.3 ^c	40.0 ^f	90.0 ^c
30	-	69.4 ^b	11.3 ^b	5.6 ^g	63.0 ^{cd}	103.0 ^b
	+	73.0 ^a	14.6 ^a	6.9 ^e	44.0 ^f	86.0 ^c
Mısır Kepeği						
10	-	61.8 ^g	4.9 ⁱ	5.1 ^h	114.0 ^a	132.0 ^a
	+	64.5 ^e	8.6 ^e	8.4 ^d	67.0 ^c	104.0 ^b
20	-	65.0 ^d	5.6 ^h	2.4 ^j	86.0 ^b	89.0 ^c
	+	68.1 ^c	9.8 ^d	4.6 ⁱ	50.0 ^e	70.0 ^d

(¹): Katkı içeren denemelere sabit katkı olarak %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit ve SGPT düzeyde kuru gluten ilave edilmiştir.

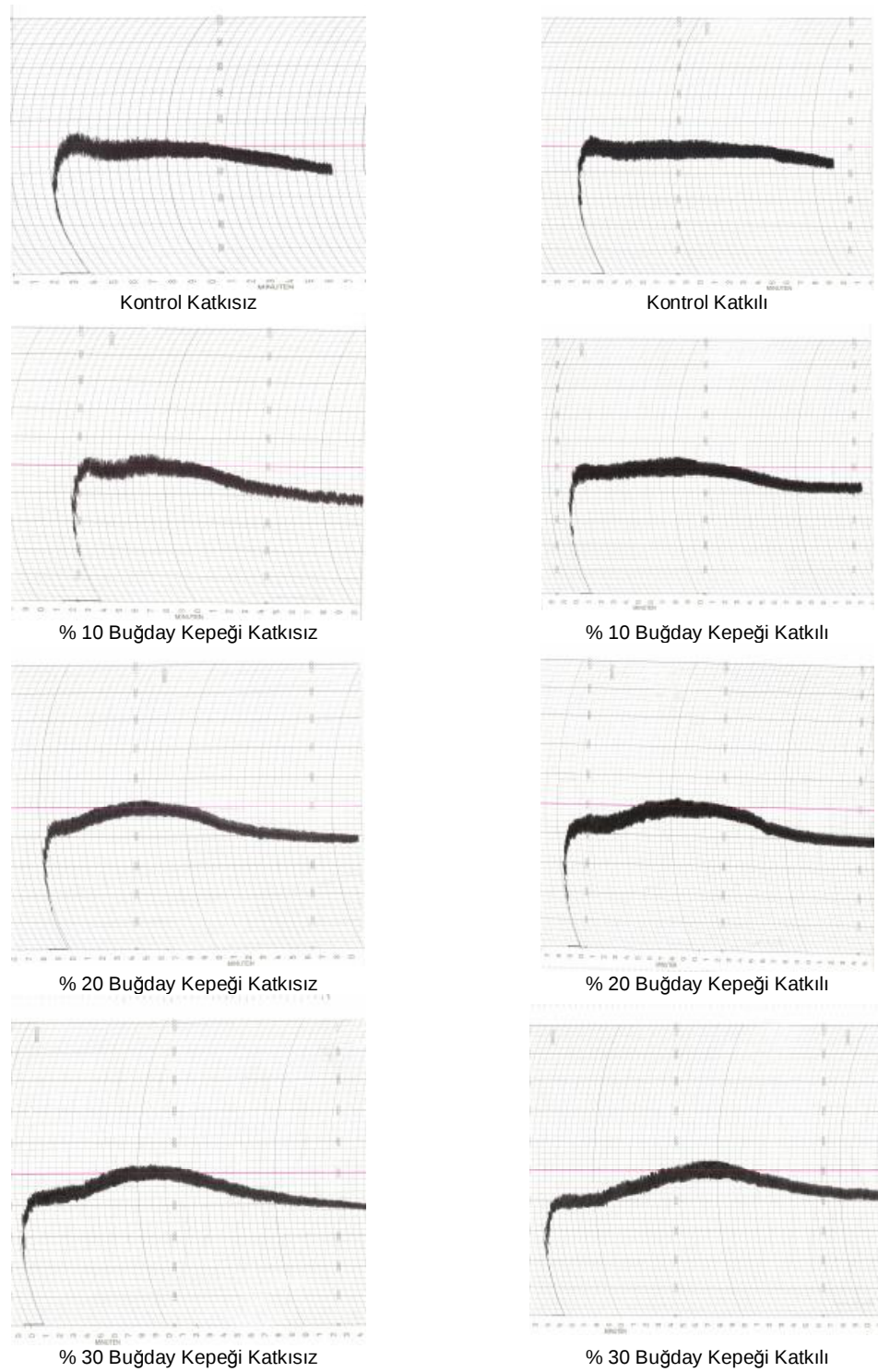
(²): Unun katkısız farinogram değerleri

(³): Una %1 DATEM ve 75 mg/kg Askorbik Asit katılarak elde edilen farinogram değerleri

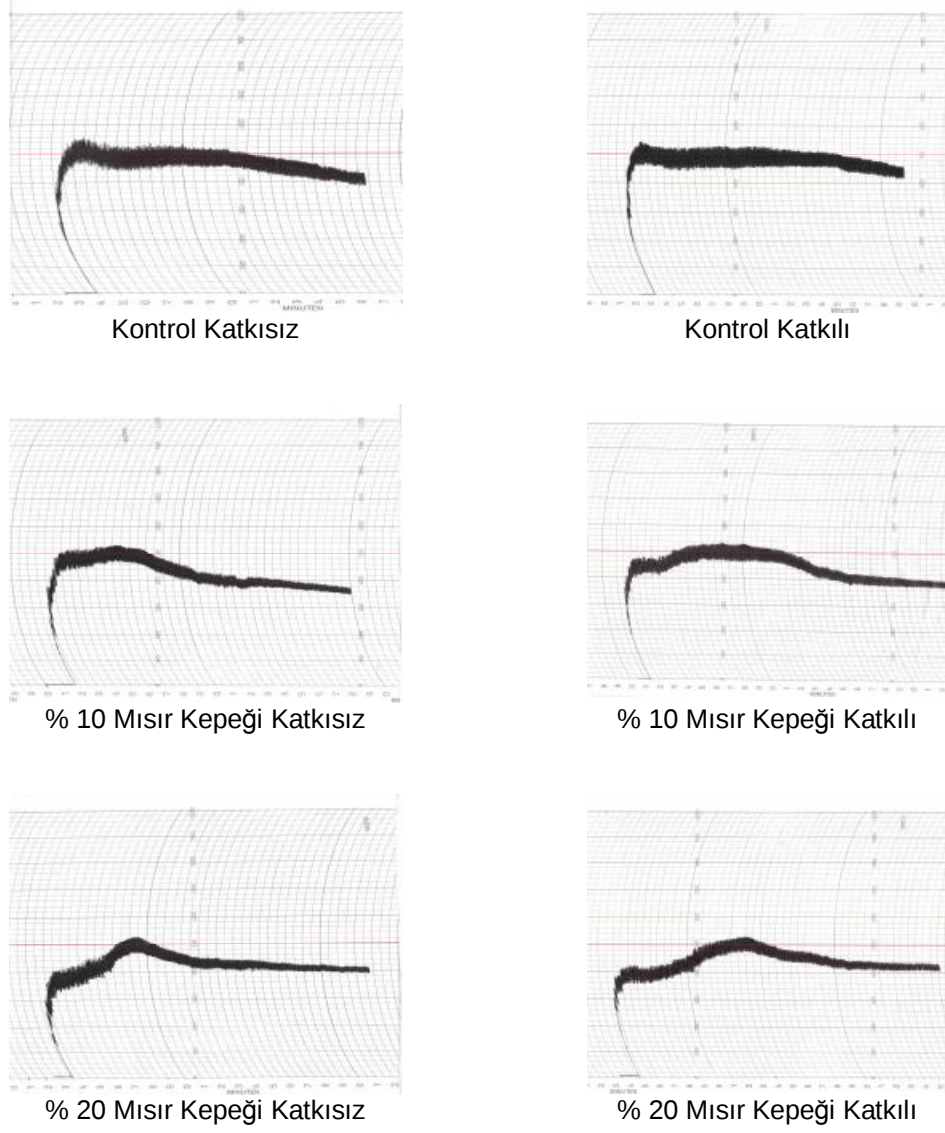
(⁴): Çizelgede aynı sütunda, aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Su Absorbsiyonu.

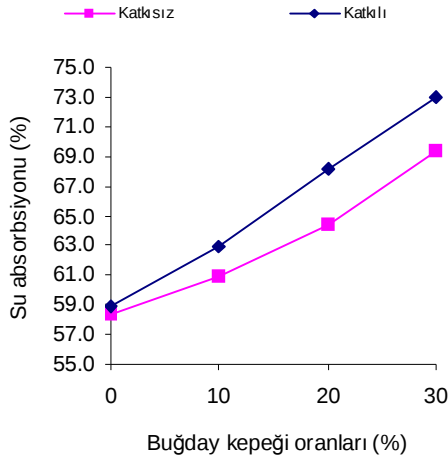
Çizelge 4.15, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'nın incelenmesiyle de görülebileceği gibi hem buğday hem de mısır kepeği artan kepek düzeyi ile orantılı olarak su absorpsiyonu değerini yükseltmiştir ($p<0.01$). Kepeğin su absorpsiyon değerini arttırma nedeni, una göre bileşiminde bulunan nişasta dışı polisakkaritlerin daha fazla olmasıdır. Kullanılan kepek örneklerinin hemisellüloz içeriği yaklaşık %36 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Hemisellülozların (pentozanlar) kendi ağırlıklarının yaklaşık 6-10 katı kadar su absorbe ettikleri (Jeleca ve Hlynka, 1971; Kim ve D'Appolonia, 1977a) göz önüne alındığında un-kepek karışımlarının su absorpsiyonu değerlerinin artan kepek oranına paralel olarak yükselmesi de beklenen bir sonuçtur.



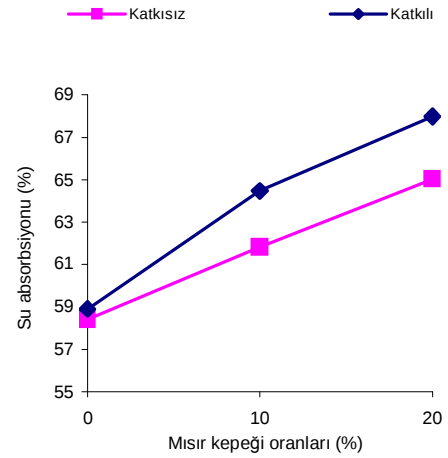
Şekil 4.3. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları



Şekil 4.4. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları



Şekil 4.5. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Su Absorbsiyonu Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 4.6. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Su Absorbsiyonu Değerleri Üzerine Etkisi

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da (Pomeranz ve ark., 1977; Pomeranz ve ark., 1977; Shogren ve ark., 1981; Rao ve Rao, 1991; Özboy, 1992; Özer, 1998) una kepek ilavesi ile su absorpsiyon değerinin arttığı ve bu artışın ilave edilen kepek oranı ile doğru orantılı olduğu belirlenmiştir.

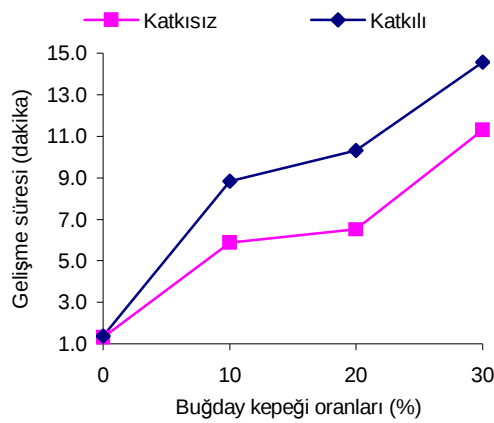
Her iki kepek çeşidinde de un-kepek karışımlarına katkı ilave edilmesi ile su absorpsiyonu değerleri yükselmiştir. Bu yükselme, kepek oranına paralel olarak un-kepek karışımlarına ilave edilen kuru gluten miktarının artmasından ve kuru glutenin su absorpsiyon kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Buğday ve mısır kepeğinin su absorpsiyonu değerleri karşılaştırıldığında; mısır kepeği içeren karışımların su absorpsiyon değerini aynı oranda buğday kepeği içeren karışımlara göre daha fazla arttırdığı görülmüştür. Bu durum muhtemelen mısır kepeğinin suda çözünmeyen hemisellüloz oranının buğday kepeğine göre yüksek olmasından (Çizelge 4.2), dolayısıyla buğday kepeğine göre dallanma derecesinin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

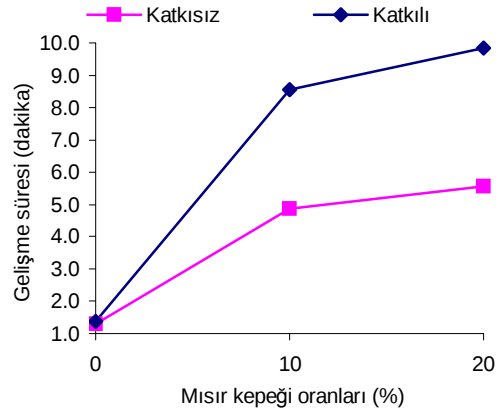
Buğday ununa ilave edilen mısır kepeğinin, beklenildiği üzere su absorpsiyon değerini yükselttiğini bildiren çeşitli çalışmalar (Shogren ve ark., 1981; Sosulski ve Wu 1988) mevcuttur.

Gelişme Süresi.

Değişik düzeylerde kepek kullanılan un-kepek karışımlarının gelişme sürelerine ait ortama değerler Çizelge 4.15’de verilmiştir. Gelişme süresi de su absorpsiyonunda olduğu gibi artan kepek düzeyi ile ve un-kepek karışımlarına sabit katkı ilave edilmesi ile yükselmiştir (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8) ($p<0.01$).



Şekil 4.7. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 4.8. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri Üzerine Etkisi

Gelişme süresi, hamurun yoğurmanın en etkin olduğu noktaya gelmesi için gereken suyu alma hızıdır. Gelişme süresi kısa ise bu hidrasyonun çok çabuk gerçekleştiğini, uzun ise suyun unun içinde bulunan çeşitli maddeler tarafından çok daha yavaş alındığını göstermektedir. Başlıca hamur bileşenlerinin su alma kapasiteleri; granül nişastanın 0.44 g/g, zedelenmiş nişastanın 2.0 g/g, proteinin 2.2 g ve pentozanların 15 g/g’dır (Bushuk, 1966; Kunerth ve D’Appolonia, 1985’den). Denemelerde kepek katkılı hamurların gelişme sürelerinin uzun olmasının nedeni, kepeğin bileşiminde bulunan ve toplam diyet lif olarak adlandırılan maddeler tarafından suyun daha geç absorbe edilmesine atfedilebilir.

Hamurda bulunan ve öz yapısının oluşumunda sorumlu olan, matriks oluşturacak gluten moleküllerinden daha büyük boyutlu olan kepek parçacıkları (Pylar, 1988), hamurun yoğrulması sırasında tesadüfi olarak gluten moleküllerinin arasına girerek moleküller arasındaki mesafeleri artırırlar. Gluten proteinleri, öz

yapısının oluşması ve gelişmesi için yapmaları gereken çeşitli kimyasal bağları, moleküller arasındaki mesafelerin çekim kuvvetine engel olabilecek bir uzaklığa erişmesi durumunda yapamazlar (Özer, 1998) ya da sınırlı ölçüde yaparlar bu durumda uygun kıvamda hamur oluşumu için gerekli olan süre uzar.

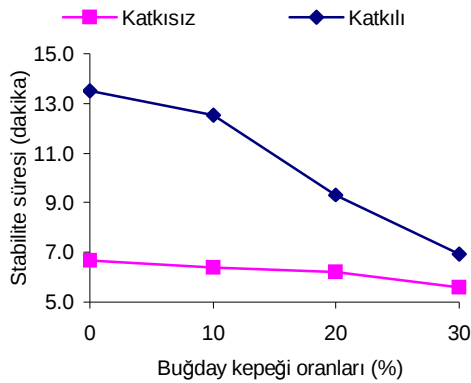
Un kepek karışımlarının farinografik ölçümlerinde, kepek miktarının artışına koştur olarak gelişme süresinin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından da ortaya konmuştur (Pomeranz ve ark., 1976; Pomeranz ve ark., 1977; Shogren ve ark., 1981; Moder ve ark., 1984; Rao ve Rao, 1991; Özer, 1998). Ancak diğer araştırmacılar farklı olarak; Lai (1986) 4 farklı buğday ununa, %14 düzeyinde kepek ilave ederek yaptığı miksoğraf ölçümlerinde, kepeğin hamurların su absorpsiyonlarını ve yoğurma sürelerini azalttığını, Özboy (1992) ise, Bezostoya ununa ilave edilen kepek miktarı arttıkça, gelişme süresinin büyük ölçüde azaldığını bildirmiştir.

Mısır kepeğinin gelişme süresi değerleri; %10 kepek ve katkı içeren hamurlar hariç diğer denemelerin hepsinde buğday kepeğine göre daha düşük bulunmuştur ($p < 0.01$). Aradaki farkın; buğday kepeğinde bulunan suda çözünebilir nişasta dışı polisakkaritlerin (%3.81) mısır kepeğine göre (%2.45) daha fazla bulunmasına, dolayısıyla bu maddeler tarafından suyun daha geç absorbe edilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir.

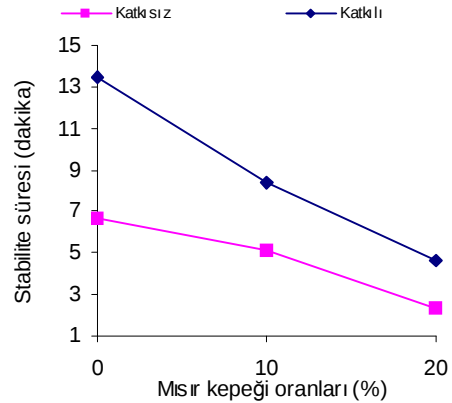
Stabilite Süresi.

Denemeler sonucu elde edilen stabilite süreleri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Su absorpsiyonu ve gelişme süresinin tersine artan kepek oranına karşılık hem katkılı hem de katkısız çizimlerde stabilite süresi azalmıştır (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10).

Hamurun yoğrulma özelliklerini etkileyen etmenlerin başında gluten miktarı ve kalitesi gelmektedir (Wieser ve ark., 1998). Gluten miktarı ve kalitesi yüksek olan unların stabiliteleri de yüksek olur. Ancak karışımlara ilave edilen kepek, toplam protein miktarı bakımından una göre daha zengin olmasına rağmen, öz oluşturan gliadin ve glutenin proteinlerini içermez (Pyler, 1988), dolayısıyla hamura kepek katılmasıyla gluten proteinleri oransal olarak seyrelir, gluten ağının oluşumu engellenir ve/ya da sınırlandırılır. Buna bağlı olarak da hamurun stabilitesi azalır.



Şekil 4.9. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 4.10. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri Üzerine Etkisi

Un-kepek karışımlarına sabit düzeyde katkı ilave edilmesi stabilite süresini önemli derecede arttırmıştır ($p<0.01$).

Mısır kepekli karışımların stabilite sürelerinin buğday kepeği kullanılan karışımlara göre daha kısa olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Katkı kullanılması mısır kepekli denemelerde de stabilite süresini arttırmıştır, ancak aynı oranda buğday kepeğinin kullanıldığı denemelerin stabilite sürelerine ulaşamamıştır.

Mısır kepeğinin, 180-225 μm arası elekler arasında kalan kısmının buğday kepeğine göre yaklaşık %13 oranında daha fazla bir parçacık boyutuna sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Kepek parçacıklarının boyutunun büyümesi ile, gluten moleküllerinin aralarındaki mesafe daha fazla artar, buna bağlı olarak da gluten ağının oluşumu engellenir ve/ya da sınırlandırılır. Mısır kepeği kullanılan karışımların stabilite değerinde; buğday kepeğine göre, %10 kepek düzeyinde yaklaşık %25, %20 kepek düzeyinde ise yaklaşık %55 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Mısır kepeği oranının arttırılması stabilite değerini buğday kepeğine göre daha olumsuz yönde etkilemiştir. Bu olumsuz etkinin nedenlerinden birinin; mısır kepeğinin parçacık boyutunun buğday kepeğine göre biraz daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mısır kepeğinin buğday kepeğine göre stabilite değeri üzerinde olumsuz etkide bulunmasının diğer bir nedeninin de; mısır kepeğinin yapısında bulunan

hemisellülozların ferulik asit aracılığı ile hücre duvarlarında yer alan sellüloza bağlanmaları neticesinde daha dallanmış bir yapı sergilemeleri (Markwalder ve Neukom, 1976; Watson, 1994'den; Annie ve ark., 1997) sonucunda gluten molekülleri daha fazla kesintiye uğratarak gluten ağının oluşumunu sınırlandırmaları ve/ya da engellemeleri olarak düşünülmektedir.

Mısır kepeğinin stabilite süresini azaltma nedenlerinden bir tanesi de, mısır tanesinin yapısında öz oluşturabilme yeteneğine sahip gluten proteinlerinin bulunmamasına atfedilebilir. Çünkü tahıllar içerisinde gluten sadece buğday ununda oluşur. Diğer tahıl unlarında bulunmaz (He ve Hoseney, 1991). Buğdayın öğütülmesi işleminde her ne kadar tanenin endosperm tabakası, kabuk ve kabuğa yakın kısımlarından uzaklaştırılmaya çalışılsa da buğday kepeğinde bir miktar un partikülleri kalabilmektedir. Buğday kepeği içerisinde yer alan bu un partikülleri içerisinde az miktarda da olsa gluten proteinlerinin bulunması, buğday kepeğinin mısır kepeğine göre hamur ve ekmek özellikleri üzerinde daha olumlu etkilerde bulunmasını sağladığı düşünülmektedir.

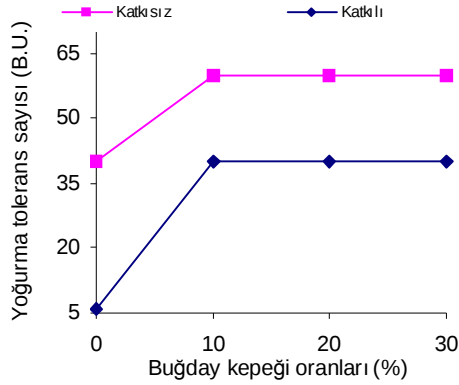
Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri (YTS) .

Denemeler sonucu elde edilen yoğurma tolerans sayısı değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Buğday kepeğinin kullanıldığı denemelerde; katkı kullanılan ve kullanılmayan karışımların her ikisinde de kepek oranının artması YTS değerleri üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir ($p < 0.01$). Ancak formüle katkı ilave edilmesi bu değerlerin azalmasını sağlamış, katkısız karışımlarda YTS ortalama 60 B.U iken katkı ilave edilmesi ile bu değer 40 B.U'ne düşmüştür.

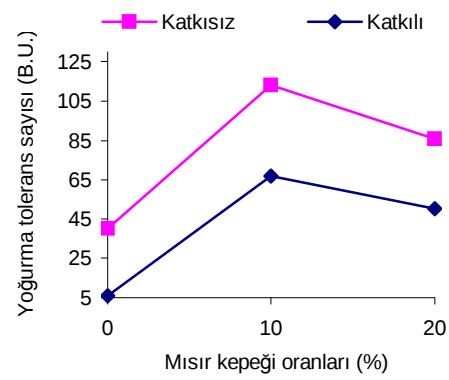
Ravi ve ark. (2000), buğday ununa ilave ettikleri SSL, GMS ve DATEM'in hamurun gelişme süresini etkilememesine karşın, stabilite süresini arttırdığını ve YTS değerini azalttığını ve bu konuda DATEM'in kullanılan diğer yüzey aktif maddelere göre daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'den de görülebileceği gibi buğday kepeği içeren farinogramların incelenmesi ile, kepek oranının YTS değeri üzerinde önemli bir fark yaratmadığı, mısır kepeği katkılı çizimlerde beklenenin tersine kepek oranının arttırılmasının YTS değerinin azalmasına neden olduğu görülmüştür. Bu azalma

muhtemelen mısır kepeğinin bileşiminde bulunan nişasta ve zamksı maddelerin artan kepek oranı ile birlikte oransal olarak artmalarından, farinografin paletlerine yapışarak paletlere normal de beklenilenin dışında bir direnç uygulamalarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.11. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 4.12. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri Üzerine Etkisi

Mısır kepeğinin suda çözünmez diyet lif içeriği daha fazladır. Suda çözünür diyet lif oranı hemen hemen yok denecek kadar azdır (yaklaşık %1) (Stauffer, 1990). Alörön, testa ve perikarp tabakalarını içeren mısır kepeği yaklaşık %40 oranında 1,4- β -D-ksiloz zincirinden oluşan heteroksilanlardan meydana gelmiştir. Bu düz zincir büyük oranda O-2 ve/ya da O-3 pozisyonunda tek birimlik arabinoz, ksiloz ya da glikuronik asit üniteleri ve 2 yada 3 birimlik arabinoz, ksiloz ve galaktoz üniteleri ile dallanmış bir yapı gösterir. Bazı arabinoz birimleri fenolik asitler (yaklaşık kuru maddenin %4'ü oranında esas olarak ferulik asit ve diferulik asit) aracılığı ile esterleşmiş konumdadır ve arabinoksilanlara oksidatif olarak bağlanır (Markwalder ve Neukom, 1976; Watson, 1994'den; Saulnier ve ark., 1993; Chanliaud ve ark., 1995; Annie ve ark., 1997; Chanliaud ve ark., 1997).

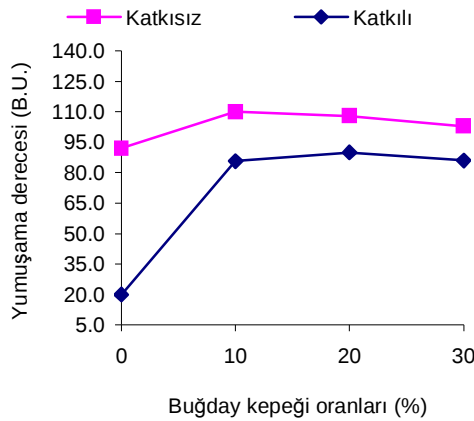
Son yıllarda sellüloz dışında hemisellüloz içeriği yüksek olan sanayi yan ürünleri, şeker, gıda gamı, hidrofilik filmler ve furfural üretiminde, kağıt, ilaç ve kozmetik sanayinde potansiyel bir kaynak olarak kullanılmaya başlanmıştır (Fredon ve ark., 2002). Bu amaçla üzerinde durulan ürünlerden bir tanesi de nişasta fabrikalarının yan ürünü olan mısır kepeğidir. Boundy ve ark. (1967); mısırın

perikarp tabakasından az bir miktarda mukopolisakkarit ya da glikopeptid izole etmişlerdir. Fredon ve ark. (2002); mısır kepeği hemisellülozlarını kullanarak hidrofobik filmler üretmişlerdir.

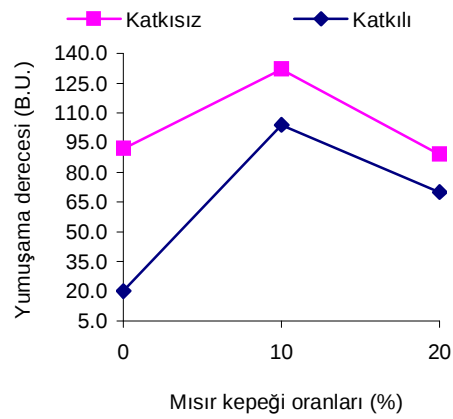
Mısır kepeği kullanılan denemelerde farinografra yoğurma süresi ilerledikçe, artan kepek oranı ile birlikte yoğurma tolerans sayısının azalma nedeninin kepeğin bileşiminde bulunan ve yukarıda kısaca açıklanmaya çalışılan heteroksilanlardan yani gamlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yumuşama Derecesi Değerleri (YD) .

Yumuşama derecesi değerleri de YTS değerleri ile paralellik göstermektedir (Çizelge 4.15; Şekil 4.13 ve Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 4.14. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri Üzerine Etkisi

Buğday kepeği kullanılan denemelerde kepek oranının artması hem katkısız hem de sabit katkılı karışımların yumuşama derecesi değerleri üzerinde belirgin bir etki meydana getirmezken, mısır kepeği içeren kombinasyonlarda kepek oranının artması yumuşama derecesi değerinde azalmaya neden olmuştur ($p<0.01$). Tahıl kepeğinde un-kepek karışımlarına sabit düzeyde katkı ilave edilmesi ile yumuşama derecesi değerinde katkısız karışımlara göre önemli derecede bir azalma meydana gelmiştir ($p<0.01$).

Artan mısır kepeği oranına karşın, yumuşama derecesinin azalması, mısır kepeğinin bileşiminde bulunan gılgar nadeniyle hamurun daha az elastik bir hal alarak, farinografin yoğurucu paletlerine karşı daha az direnç uygulamasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir.

4.3.1.2. Ekstensogram Değerleri

Denemeler sonucunda ekstensogram değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.16’da ekstensogram şekilleri ise Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımlarının Ekstensogram Değerleri

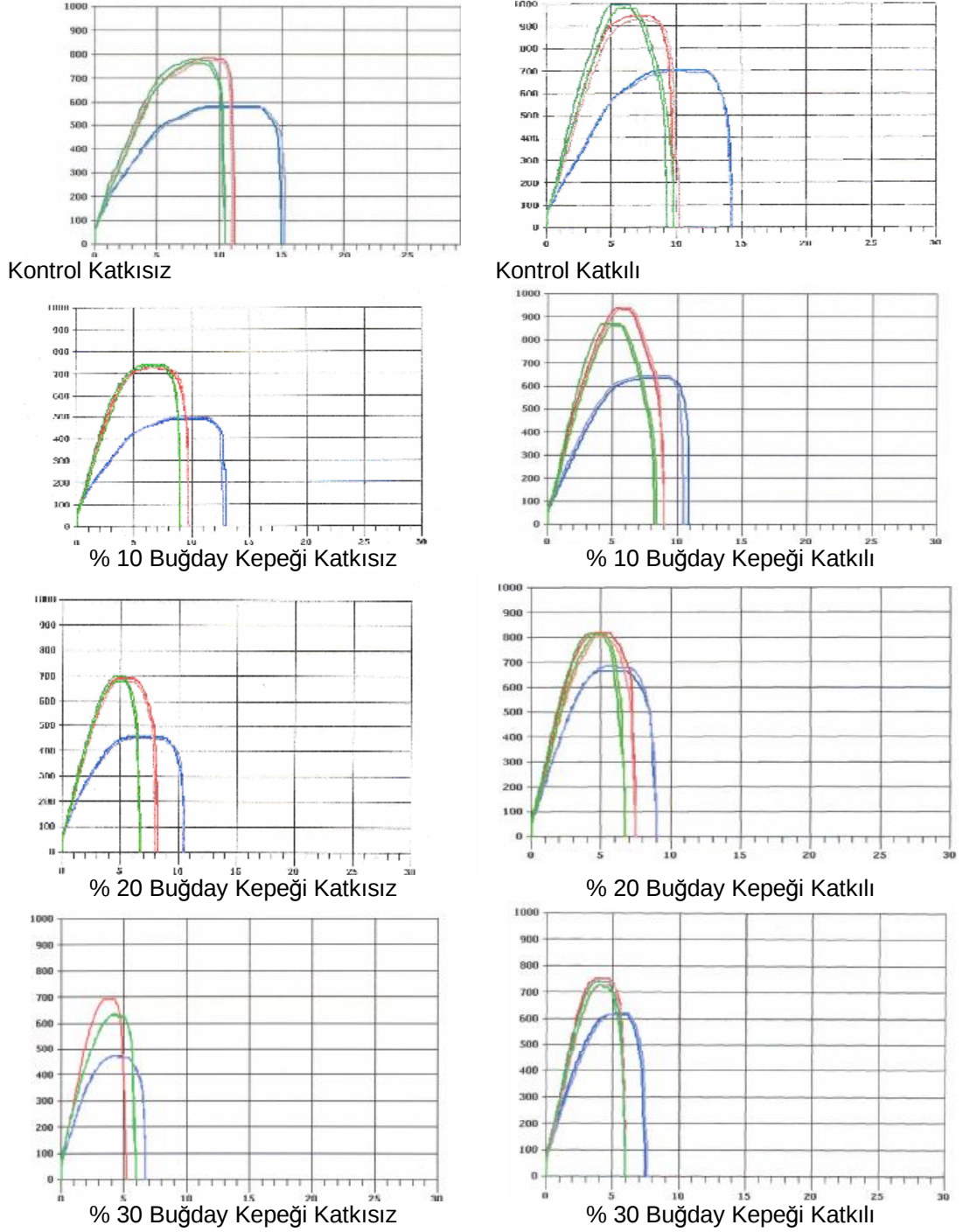
Kepek Miktarı (%)	Sabit Katkı İlavesi ¹	Ekstensogram Değerleri				
		R ₅ (B.U.)	R _{max} (B.U.)	Uzama Değeri (mm)	Enerji Değeri (cm ²)	Oran (B.U./mm)
Kontrol ²	-	587.8 ^e	678.9 ^{e (4)}	128.3 ^a	126.4 ^b	5.3 ^h
Tanık ³	+	816.0 ^a	886.1 ^a	111.3 ^b	136.8 ^a	8.0 ^{ed}
Buğday Kepeği						
10	-	630.7 ^d	661.8 ^{ef}	102.2 ^c	94.7 ^d	6.5 ^g
	+	793.4 ^b	814.1 ^b	94.6 ^d	108.7 ^c	8.6 ^{cd}
20	-	604.3 ^e	607.1 ^g	81.8 ^e	70.1 ^f	7.4 ^{ef}
	+	774.9 ^b	777.5 ^c	75.9 ^e	82.0 ^e	10.3 ^b
30	-	536.7 ^f	586.2 ^h	64.2 ^f	52.7 ^g	9.2 ^c
	+	692.3 ^c	715.9 ^d	63.7 ^f	63.8 ^f	11.3 ^a
Mısır Kepeği						
10	-	372.5 ^g	379.2 ⁱ	105.8 ^{bc}	63.9 ^f	3.6 ⁱ
	+	627.6 ^d	645.6 ^f	93.4 ^d	85.9 ^e	6.9 ^{gf}
20	-	318.8 ^h	342.3 ^j	62.5 ^f	33.7 ^h	5.5 ^h
	+	550.3 ^f	591.4 ^{gh}	63.2 ^f	52.3 ^g	9.3 ^c

⁽¹⁾: Katkı içeren denemelere sabit düzeyde %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit ve SGPT düzeyde kuru gluten ilave edilmiştir.

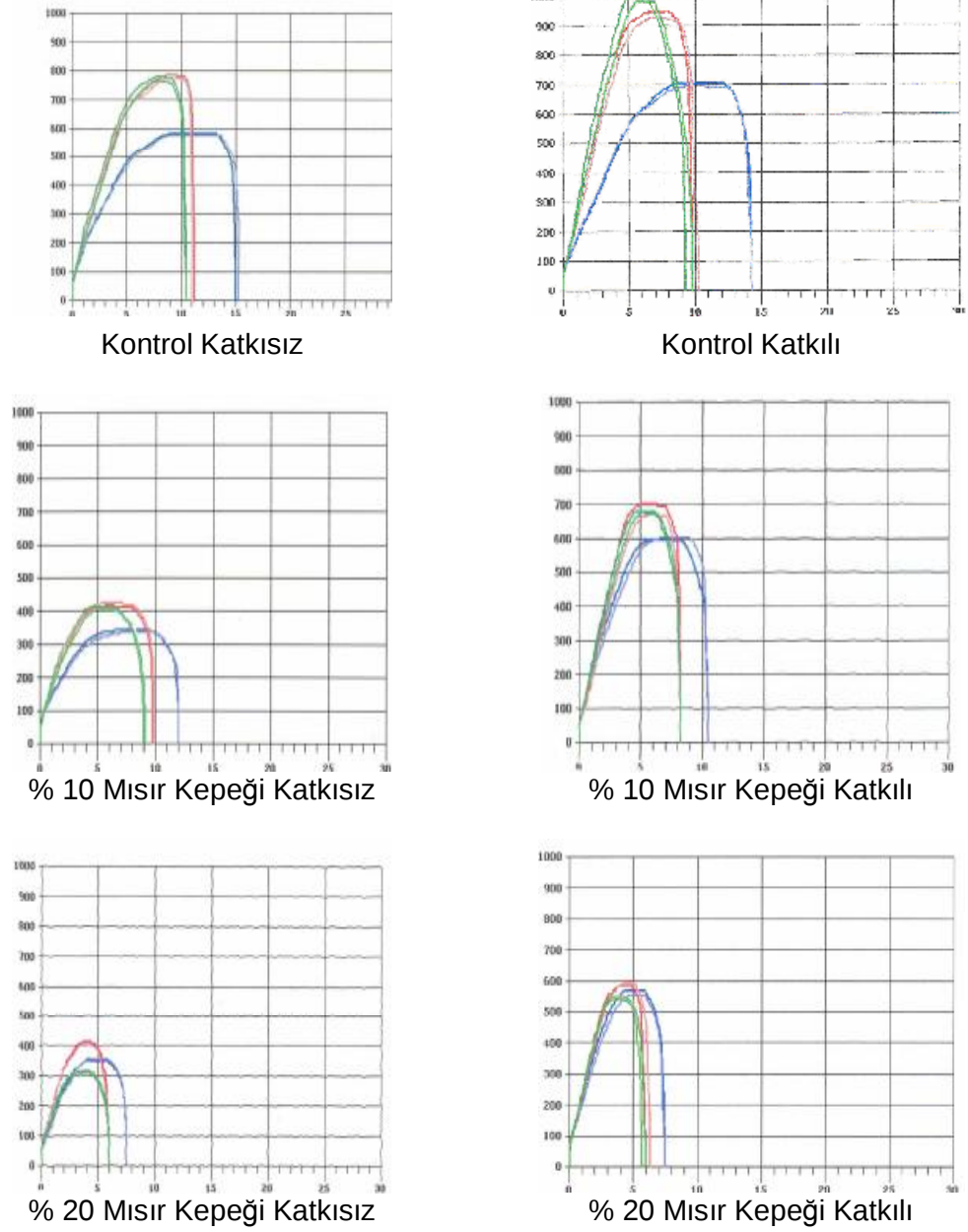
⁽²⁾: Unun katkısız ekstensogram değerleri

⁽³⁾: Una %1 DATEM ve 75 mg/kg Askorbik Asit katılarak elde edilen ekstensogram değerleri

⁽⁴⁾: Çizelgede aynı sütunda, aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.



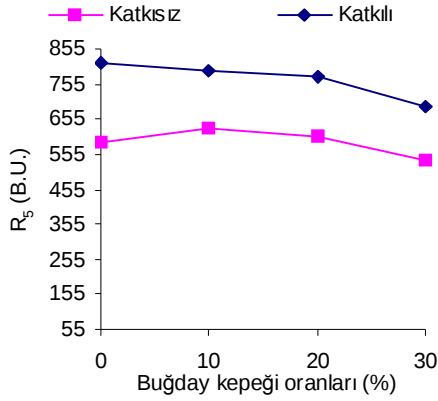
Şekil 4.15. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



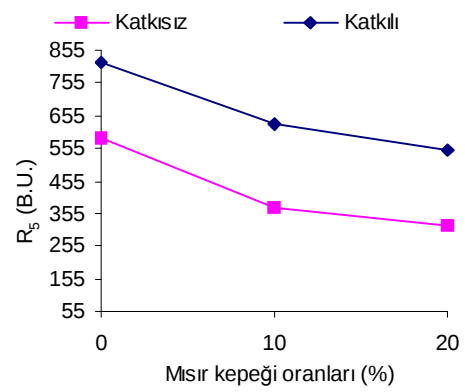
Şekil 4.16. Birinci Grup Denemelerde Kullanılan Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları

Sabit Deformasyondaki Direnc (R_5) Değerleri .

R_5 değerleri artan kepek oranına karşılık azalırken, kombinasyonlarda sabit katkı kullanılması ile iyileşme sağlanmıştır (Çizelge 4.16). Denemelerin tamamında buğday kepeğinin R_5 değerlerinin mısır kepeğine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.17 ve Şekil 4.18) ($p<0.01$).



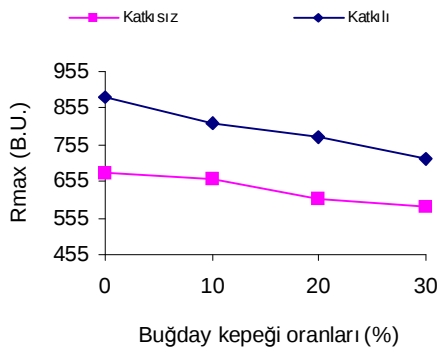
Şekil.4.17. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_5 Değerleri Üzerine Etkisi



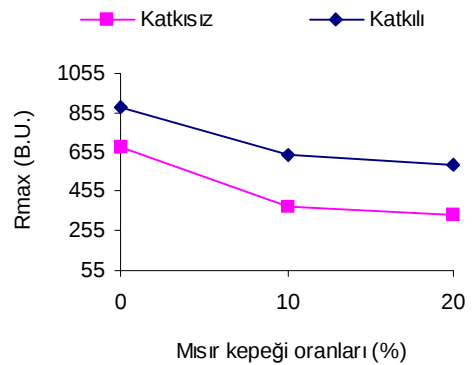
Şekil.4.18. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_5 Değerleri Üzerine Etkisi

Maksimum Direnc (R_{max}) Değerleri .

R_{max} değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelge 4.16'dan da görülebileceği gibi; hamura kepek ilave edilmesi ile ve artan kepek oranına karşılık R_{max} değerleri azalırken, karışıma katkı ilave edilmesi ile önemli derecede yükselme göstermiştir (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20) ($p<0.01$).



Şekil 4.19. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_{max} Değerleri Üzerine Etkisi



Şekil 4.20. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin R_{max} Değerleri Üzerine Etkisi

Hamura kepek katılmasıyla, hamurdaki gluten proteinlerinin oransal olarak seyrelmesi ve kepek parçacıklarının boyutlarına ve miktarına bağlı olarak gluten ağının oluşumunun engellenmesi ve/ya da sınırlandırılmasının (Özer, 1998) bir sonucu olarak gluten ağı zayıflar ve hamurun maksimum direnç değerleri azalır.

Hamura ilave edilen L-askorbik asit unda bulunan L-askorbik asit oksidaz etkinliğiyle, hamurda bulunan atmosferik oksijenle reaksiyona girerek dehidro L-askorbik asite yükseltgenir. Oluşan bu DL-askorbik asit unda bulunan -SH gruplarıyla reaksiyona girerek bunları disülfite yükseltir ve hamurun öz (gluten) yapısının oluşmasında önemli rol oynar.

Nakamura ve Kurata, (1997a,b), askorbik asitin hamuru kuvvetlendirici etkisinin askorbik asitin oksidasyonu sırasında açığa çıkan oksijen radikallerinden (O_2^-) ileri geldiğini, oksidasyon sırasında üretilen oksijenin hamurdaki protein molekülleri arasında meydana gelen molekül içi ve moleküller arası SH/S-S değişim reaksiyonlarını etkilediği ve sonuçta üç boyutlu ağ yapısının oluşumunu sağladığını, L-AA'nın oksidasyon oranının hamura ilave edilen L-AA konsantrasyonundan etkilendiğini ve ilave edilme oranına bağlı olarak hamurun kuvvetini arttırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, (O_2^-) radikallerinin hamur kuvveti üzerindeki etkisini, (O_2^-) üreten ve (O_2^-) tüketen sistemler üzerinde incelemişler ve (O_2^-) üreten sistemlerde hamur sertliğinin arttığını buna karşılık (O_2^-) tüketen sistemlerde hamur sertliğinin kontrol hamuru ile aynı olduğunu belirlemişlerdir.

Düşük randımanlı unların oksijen alma kapasiteleri 200 mg/kg düzeyinde iken, yüksek randımanlı unların oksijen alma kapasiteleri 880 mg/kg düzeyindedir. Hamurun sıvı fazındaki oksijen konsantrasyonu, doyma noktası olan 0.2 $\mu\text{mol O}_2 \text{ ml}^{-1}$ değerini aşamaz. Depolanmış kepekli unların oksijen tüketme kapasiteleri ise 2 $\mu\text{mol O}_2 \text{ dakika}^{-1} \text{ g}^{-1}$ 'dir. Bu nedenle yüksek randımanlı (kepekli) unlar ile hazırlanan hamurlar yoğurmanın henüz başlangıcında anaerobik hale gelirler ve hamurdaki serbest oksijen miktarı azalır. Bunun sonucunda hamur oluşumu ve gelişimi için gerekli olan L-AA'nın DHL-AA'ya dönüşümü ve S-S'lerin oluşumu ile mayaların hamurda çoğalmaları ve yeterli miktarda gaz oluşturmaları kısıtlanır. Dolayısıyla hamur ve ekmek nitelikleri bozulur (Pyler, 1988; Özer, 1998).

DATEM anyonik karakterli bir katkı maddesi olduğu için, unda bulunan proteinler ile kolayca reaksiyona girebilir. Bununla birlikte hidrofilik grupların lipofilik gruplara oranı pratik olarak 1:1 olduğundan söz konusu yüzey aktif madde yağda ve suda eşit düzeyde çözünebilir. Bu denge yüzey aktif maddenin ekmek hamuru içerisinde daha iyi dağılmasını sağlar. Böylece iç kısımlarında daha az nişasta partikülü bulunan daha ince gluten fibrilleri oluşur. Bu da glutenin elastikiyetinin ve uzamaya karşı direncinin artmasına yardımcı olur (Pyler, 1988).

DATEM'in hamur kuvvetlendirici etkisi nedeniyle katkı ilave edilen karışımlarda gluten ağının kuvvetlenmesinin bir sonucu olarak hamurun maksimum direnç değerlerinin artış gösterdiği saptanmıştır.

Mısır kepeğinin parçacık boyutunun hemen hemen buğday kepeği ile aynı olmasına karşın, hamura aynı oranlarda ilave edildiği zaman hamur yapısı üzerinde daha olumsuz etkilerde bulunduğu gözlenmiştir ($p < 0.01$). Özellikle bu olumsuz etki %20 kullanım düzeyine çıkıldığı zaman çok daha belirgin bir hal almıştır. Bu iki kepek çeşidi arasındaki farkın mısır kepeğinin bileşiminde yer alan maddelerin buğday kepeğine göre biraz farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mısır kepeğinin oransal olarak hem hemisellüloz oranının hem de bu hemisellülozların neredeyse tamamının suda çözünmez formda bulunması bu konuda etkili faktörlerden bir tanesidir. Suda çözünemeyen pentozanların çözünmemelerinin bir nedeni; yapılarında yer alan arabinoksilanın, komşu arabinoksilan molekülleri ve diğer hücre duvarı bileşenleri ile (örneğin proteinler, sellüloz, lignin gibi) kovalent olan ve kovalent olmayan bağlar oluşturmalarıdır (Courtin ve Delcour, 2001). Suda çözünmeyen pentozanların dallanma derecelerinin ve molekül ağırlıklarının daha fazla olmasının bir sonucu olarak; buğday kepeğine göre gluten ağının daha fazla kesintiye uğratarak gluten ağının oluşmasında engel teşkil ettikleri dolayısıyla hamurun stabilite süresinde ve R_{max} değerlerinde önemli derecede bir azalmaya neden oldukları düşünülmektedir.

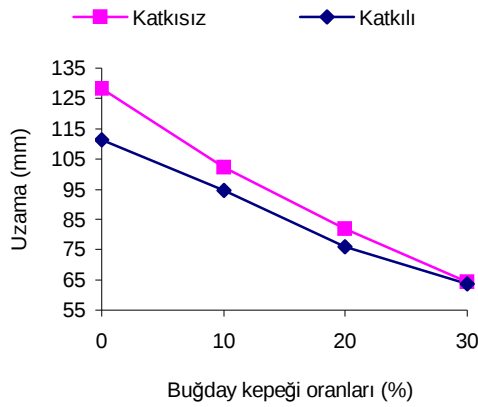
Uzama (E) Değerleri .

Birinci grup denemeler sonucu hamur örneklerinin uzama kabiliyetine ilişkin elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.16'da verilmiştir. Yapılan ölçüm sonuçlarının

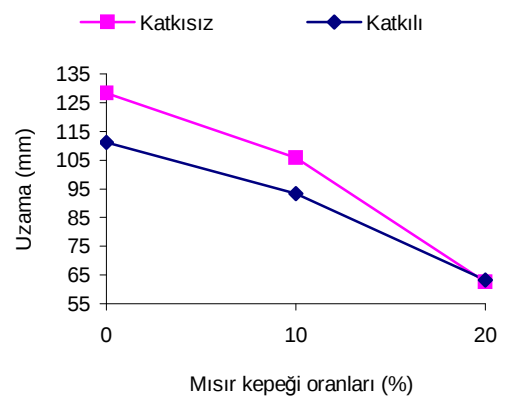
incelenmesi ile de görülebileceği gibi artan kepek düzeyine karşılık hamurun uzama yeteneği değeri azalma göstermiştir (Şekil 4.21 ve Şekil 4.22).

Kepek gluten ağını yer yer kesintiye uğratarak süreklilik göstermesine engel olduğu için, hamurun uzayabilirliğini sınırlandırıp elastikiyeti düşürmektedir. Ayrıca, daha önce de belirtildiği gibi ilave edilen kepekte bulunan hemisellülozlar, hamurda bulunan su için gluten ve diğer un bileşenleri ile yarış halindedir. Söz konusu rekabet ortamında hemisellülozların yüksek su bağlama kapasiteleri nedeniyle, gluten yeterince hidrate olamaz ve hamurun elastik özelliği tam olarak gelişemez (Spies, 1989).

Hamurun yoğrulması sırasında havada bulunan oksijen hamur reolojisi açısından önemli rol üstlenir. Oksijen varlığında yoğrulan hamurlar, oksijensiz ortamda yoğrulan hamurlara göre daha elastik ve uzamaya karşı daha dirençli olurlar (Smith and Andrews, 1952; Spies 1989'dan).



Şekil 4.21. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri Üzerine Etkisi



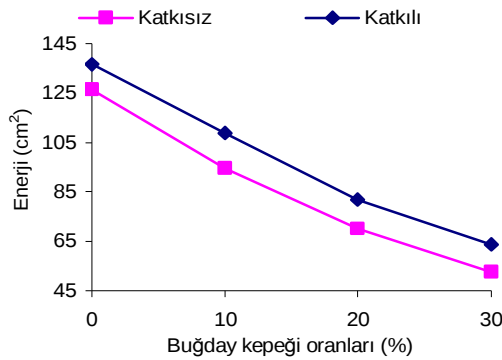
Şekil 4.22. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri Üzerine Etkisi

Denemelerde katkı kullanılması ile kontrol örneğinde ve %10 düzeyinde kepek içeren kombinasyonların uzama değerlerinde anlamlı bir azalma meydana gelmiş, ancak kepek oranının daha fazla arttırılması uzama değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamıştır ($p < 0.01$).

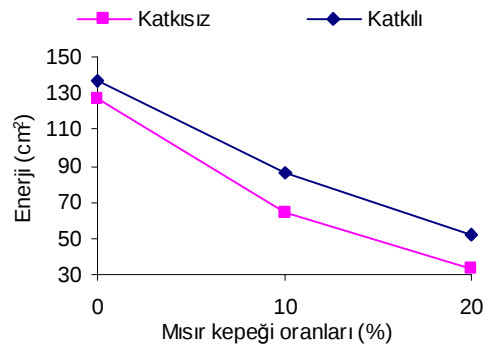
Rai ve ark. (2000) DATEM kullanılması ile hamurların uzamaya karşı gösterdikleri direncin arttığını, uzama yeteneğinin azaldığını saptamışlardır.

Enerji (A) Değerleri .

Enerji değerleri artan kepek oranına karşılık azalma gösterirken, sabit düzeyde katkı kullanılması ile bu değer üzerinde önemli derecede bir yükselme olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16) ($p<0.01$). Mısır kepeğinin R_{max} ve uzama yeteneklerini azaltmasının bir sonucu olarak enerji değeri üzerine etkisi buğday kepeğine göre daha olumsuz olmuştur (Şekil 4.23 ve Şekil 4.24).



Şekil 4.23. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Enerji Değeri (cm²) Üzerine Etkisi



Şekil 4.24. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Enerji Değeri (cm²) Üzerine Etkisi

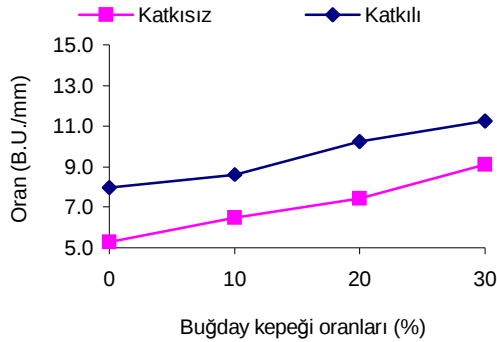
Oran (R_{max}/E) Değerleri .

Buğday ve mısır kepeği ile katkısız ve katkılı olarak hazırlanan hamurların ortalama oran değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi ile de görülebileceği gibi; artan kepek oranı ile birlikte oran değeri de yükselmiştir. Kepek ilavesi ile doğal olarak hamur daha kuru, sert ve daha az elastik bir yapı kazandığı için, oran değerleri de artan kepek oranı ile birlikte yükselmektedir.

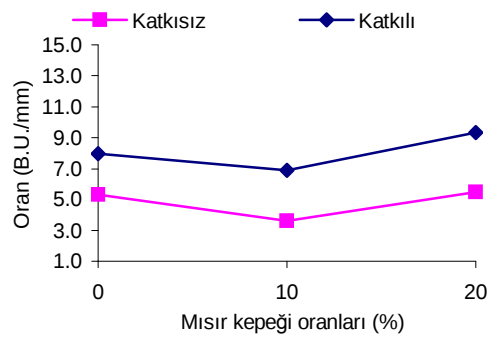
Denemelerin tamamında katkı kullanılması oran değerini arttırmıştır. Bu durum katkı ilave edilen örneklerin R_{max} değerlerinin katkısız örneklere göre daha yüksek olmasının, uzama değerlerinin ise daha düşük olmasının bir sonucudur. Yüksek oran sayıları (R_{max} değerinin uzama yeteneğine oranı) az uzayabilen hamur nitelikleri anlamına gelmektedir (Ünal ve Brümmer, 1996).

Ekstensogram değerlerinin tamamında olduğu gibi mısır kepeğinin oran değerlerinin de buğday kepeğine göre daha düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.25 ve Şekil 4.26).

Rao ve Rao (1991), tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa %0-10-20 ve 30 oranlarında buğday kepeği ilave edilmesi ile, uzamaya karşı direncin, uzama yeteneğinin ve enerji değerinin azaldığı, oran değerinin ise arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.25. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi



Şekil 4.26. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeğinin ve Katkı İlavesinin Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi

Ekstensogram değerlerinin genel olarak değerlendirilmesi sonucunda, buğday ununa buğday kepeği ve mısır kepeği katılması ile ve artan kepek oranı ile hamurların R_5 , R_{max} , uzama ve enerji değerlerinin azaldığı, bu azalma üzerinde mısır kepeğinin buğday kepeğine göre daha etkili olduğu, kombinasyonlarda katkı kullanılması ile; R_5 ve R_{max} değerleri bakımından unun başlangıçta sahip olduğu değerlerden daha yüksek değerler kazandığı, uzama ve enerji değerleri bakımından önemli ölçüde iyileşme sağlamakla birlikte, karışıma unun başlangıçta sahip olduğu değerleri kazandıramadığı görülmüştür.

L-AA'nın hamurun reolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Ünal, 1980b), 25 ile 50 mg/kg düzeylerinde kullanılan L-AA'nın hamurun ekstensogram değerlerine olumlu etki yaptığı; enerji değeri ve uzama mukavemetini arttırıp, uzama kabiliyetini düşürdüğü saptanmıştır.

Özboy (1992), una ilave edilen kepek miktarı arttıkça hamurun R_5 , R_{max} , uzama ve enerji değerlerinin düştüğünü, una farklı oranlarda kuru gluten ilave edilmesi ile bu olumsuz etkilerin bir miktar önüne geçilebildiğini bildirmiştir.

Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada (Özkaya ve Ercan, 1985) ise; araştırmacılar laboratuvar koşullarında elde ettikleri kuru glutenin hamurun Rmax ve enerji değerini katıldığı orana bağlı olarak arttırdığını, ancak ilave edilen kuru glutenin hamurların uzama yeteneği üzerinde anlamlı bir etki meydana getirmediğini saptamışlardır. Magnuson (1985), yüksek oranda lif içeren ekmeklere %2-10 arasında kuru gluten ilave edildiği takdirde hamurun işlenme özelliklerinin iyileştiğini bildirmiştir.

4.3.1.3. Ekmek Analiz Sonuçları

Değişik düzeylerde buğday ve mısır kepeği ile katkısız ve katkılı olarak üretilen ekmeklerin fotoğrafları Ek-1a ve Ek1-b’de verilmiş olup ekmek niteliklerine ilişkin bulgular aşağıda, ayrı alt başlıklar altında açıklanmıştır.

Hacim Verimi .⁻

Denemelerde üretilen ekmeklerin hacim verimlerine ilişkin değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

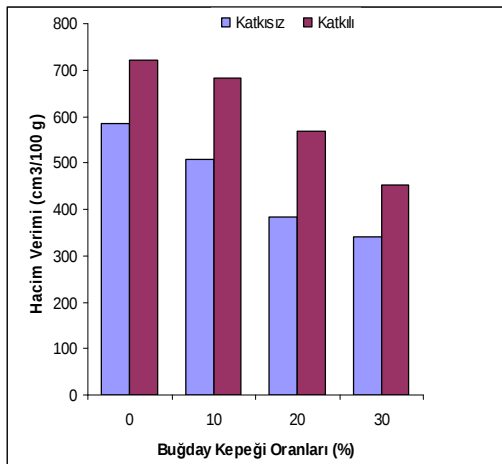
Çizelge 4.17. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri

Kepek Miktarı (%)	Hacim Verimleri (cm ³ /100g un ya da un-kepek karışımı)					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
0	585^{d (2)}	722^a				
10			507 ^f	682 ^b	419 ^h	597 ^c
20			385 ^j	568 ^e	301 ⁱ	401 ⁱ
30			340 ^k	452 ^g	-	-

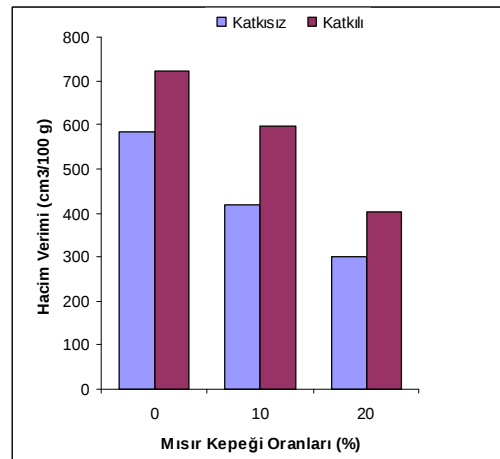
⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelgenin incelenmesi ile de görülebileceği gibi, her iki kepek çeşidinde de una kepek katılmasıyla ekmeklerin hacim verimleri azalmakta ve hamur bileşimine giren kepek miktarı arttıkça ekmekler daha fazla küçülmektedir (p<0.01). Mısır kepeği buğday kepeğine göre ekmek hacmi üzerinde daha olumsuz etkide bulunmuştur (Şekil 4.27 ve Şekil 4. 28).

Buğday ununa kepek ilave edilmesi ile ekmek hacminde gerileme meydana geldiği çok sayıda araştırma (Pomeranz ve ark., 1976; Shogren ve ark., 1981; Moder ve ark., 1984; Finney ve ark., 1985; Lai, 1986; Sosulski ve Wu, 1988; Sievert ve ark., 1990; Rao ve Rao, 1991; Rasco ve ark., 1991; Özboy, 1992; Czuchajowska ve Pomeranz, 1993; Özer, 1998) tarafından da ortaya konmuştur.



Şekil 4.27. Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Katkısız ve Katkılı Ekmeklerin Hacim Verimleri



Şekil 4.28. Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Katkısız ve Katkılı Ekmeklerin Hacim Verimleri

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

Katkı ilave edilmesi ile gerek beyaz gerekse kepekli ekmeklerde belirgin bir hacim artışı olduğu görülmüştür (Şekil 4.27 ve Şekil 4.28). Una ilave edilen Askorbik Asit yoğrulma sırasında molekül içi ve moleküller arası S-S bağlarının sayısını arttırarak hamurun; öz yapısını kuvvetlendirir, viskozitesini ve elastikiyetini arttırır, gaz tutma yeteneğini geliştirir ve ekmekte belirgin bir hacim artışı sağlar (Miller ve Hoseneý, 1999). Fermente olan hamurdaki CO₂ oluşumunu arttırmaz ama gluteni kuvvetlendirerek ve hamuru daha elastik hale getirerek hamurun gaz tutma yeteneğini arttırır. Bu da ekmek hacminin artmasını (yaklaşık %10 düzeyinde)

sağlar. Ayrıca, ekmek içinin homojen bir gözenek yapısına sahip olmasına ve daha beyaz bir görünüm kazanmasına yardımcı olur (Altan, 1986; Bahar, 2001).

Katkı içeren denemelerde Askorbik Asit ile birlikte ilave edilen DATEM (bölüm 2.3.2.2.(1)'de belirtildiği gibi)'de hamurun un kalitesindeki değişimlere karşı olan toleransını artırır, daha kolay işlenebilir bir hamur oluşumu sağlar, hamurun fermentasyon stabilitesini, elastikiyetini, fırın sıçramasını ve ekmek hacmini artırır (Mettler ve Seibel, 1993; Rai ve ark., 2000; Azizi ve Rao, 2004).

Una ilave edilen kepekte bulunan pentozanlar, hamurdaki suyu absorbe etmek için nişasta ve gluten proteinleriyle yarış yaparak gluten kompleksinin yeterince hidrate olmasını engellemekte böylece öz yapısı tam teşekkül edememektedir. Çünkü gluten ancak tamamen hidrate olduğu zaman kendine özgü özellikler (elastik ve plastik) kazanmakta, bu sayede hamurun düzenli bir şekilde kabarmasını ve gaz tutma kabiliyetinin artmasını sağlamaktadır (Hoseney, 1986; Lai, 1986). Kepek içeren karışımlarda ortamda bulunan su için belirtilen bileşenler arasında yarış olması nedeniyle hamurun görünümü değişmekte, gluten tam olarak hidrate olmadığı ve gelişmediği halde hamur ıslak bir görünüm kazanmaktadır. Katkı olarak ilave edilen DATEM'in diğer yüzey aktif maddeler gibi hamur üzerinde plastikleştirici etkisi vardır. Dolayısıyla hamur sistemini plastikleştirmek suretiyle ekmek hacmini iyileştirir (Lai, 1986).

Lai ve ark. (1989c), %14 oranında buğday kepeği içeren un-kepek karışımları ile yapılan ekmeklerin hacim değerlerinin, normal su absorpsiyon değerine ek olarak %6 oranında daha fazla su ve %2 SSL (Sodyum Steoril Laktilat) ilave edilmesi durumunda kontrol ekmeklerinin hacim değerleri ile aynı olduğunu saptamışlardır.

Mettler ve Seibel, (1993); hacim değeri yüksek, iyi bir gözenek yapısına ve raf ömrüne sahip tam buğday unu ekmeğinin; un esasına göre %0.3 monogliserid (MDG); %0.6 DATEM, %0.15 guar gam (GG) ve %0.6 karboksimetilsellüloz (CMC) kullanılarak üretilebileceğini bildirmişlerdir.

Askorbik Asit ve DATEM'in yanısıra un-kepek karışımlarına seyrelen gluten proteinlerini telafi edecek düzeyde kuru gluten ilave edilmesi de hacim değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Kuru glutenin ekmek hacmini olumlu yönde etkilediğini

bildiren çeşitli çalışmalar mevcuttur (Özkaya ve Ercan, 1985; Özkaya ve ark. 1989; Özboy, 1992; Czuchajowska ve Pomeranz, 1993; Özer, 1998).

Shogren ve ark. (1981), una %15 oranında buğday kepeği eklenmesi ile meydana gelen olumsuz etkinin; vital gluten ile birlikte yüzey aktif maddelerden DATEM, SSL ya da lesitinden herhangi birisinin veya bileşiminde bunlardan en az birini içeren “shortening” kullanılmasıyla önlenebileceğini belirlemişlerdir.

Kepekli ekmeklerde katkı ilave edilmesi ancak sınırlı ölçüde bir iyileşme sağlayabilmiştir. Çünkü kepek ilavesinin hacim üzerinde oluşturduğu olumsuz etki, sadece gluten proteinlerin seyrelmesine bağlanamaz. Kepek, gaz üretiminden ziyade açığa çıkan gazın tutulmasını olumsuz yönde etkiler (Pomeranz ve ark., 1977). Gan ve ark. (1989), kepek partiküllerinin nişasta-gluten ağına da zarar verdiğini ve gaz hücrelerinin genişlemesini sınırlandırdığını bildirmişlerdir. Özer (1998) ise; kepek ilavesi ile meydana gelen zayıflamada “glutathione”un S-S bağlanmalarına katılarak gluten proteinlerinin güçlü bir ağ oluşturmasını engellemesinin, sınırlı ölçüde de olsa proteazların gluten proteinlerini parçalamasının, aktif fenolik bileşiklerin ve lipidlerin kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonları sonucu hamurun redoks potansiyelinde meydana gelen değişimin değişik derecelerde etkili olduğunu bildirmiştir.

Kepekli unların oksijen tüketme hızlarının daha yüksek olması, dolayısıyla yoğurmanın daha başlangıcında anaerobik bir ortam yaratmaları neticesinde una ilave edilen L-AA’nin DHL-AA’e dönüşümü ve S-S bağlarının oluşumu kısıtlanır (Pyler, 1988; Özer, 1998). Sonuç olarak ekmek hacminde gerileme meydana gelir.

Nem İçeriği .

Birinci grup denemelerde üretilen ekmeklerin fırından çıktıktan 6, 24 ve 48 saat sonraki nem içeriklerine ilişkin olarak elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelgenin incelenmesiyle, her üç ölçüm zamanında da, hamur formülünde artan kepek düzeyine bağlı olarak ekmeklerin nem içeriklerinin yükseldiği ve mısır kepeği içeren ekmeklerin nem içeriğinin buğday kepekli ekmeklere nazaran daha düşük olduğu saptanmıştır. Denemelerde katkı kullanılması nem içeriği değerlerini

arttırmıştır ($p<0.01$). Beklenildiği üzere depolama süresi arttıkça ekmeklerin nem kayıpları da yükselmiştir. Kepeğin bileşiminde yer alan yüksek su tutma kapasitesine sahip maddeler nedeniyle, kepekli ekmeklerin nem içerikleri beyaz ekmeklere göre daha yüksek olmaktadır ve bu tip ekmekler kısa sürede küflenerek tüketilemez hale gelmektedir.

Çizelge 4.18. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Nem İçerikleri

Kepek Miktarı (%)	Nem İçerikleri (%)					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
6. Saat Ölçümleri						
0	35.6 ^{r (1)}	35.8 ^{q,r}				
10			37.2 ^{l,m}	37.8 ^{j,k}	36.4 ^p	37.3 ^l
20			38.8 ^{e,f}	39.3 ^d	38.2 ^{h,i}	39.0 ^e
30			40.2 ^b	40.9 ^a	-	-
24. Saat Ölçümleri						
0	35.2 ^s	35.6 ^r				
10			36.8 ^{n,o}	37.3 ^l	36.0 ^q	36.5 ^p
20			38.6 ^f	38.9 ^e	37.6 ^k	38.5 ^{f,g}
30			40.1 ^b	40.3 ^b	-	-
48. Saat Ölçümleri						
0	34.7 ^t	35.1 ^s				
10			36.0 ^q	36.5 ^{o,p}	35.5 ^r	35.9 ^q
20			38.0 ^{i,j}	38.3 ^{g,h}	37.0 ^{m,n}	37.8 ^{j,k}
30			39.5 ^d	39.8 ^c	-	-

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Ekmek İçi Yumuşaklığı .⁻

Değişik düzeylerde buğday kepeği ve mısır kepeği ile katkısız ve katkılı olarak üretilen ekmeklerin ekmek içi yumuşaklığına ilişkin olarak, ekmekler fırından çıktıktan 6, 24 ve 48 saat sonra, ölçülen penetrometre değerleri Çizelge 4.19’da

verilmiştir. Kepek çeşidinin, kepek oranının ve katkı kullanılmasının ekmeğin 6., 24. ve 48. saatlerdeki ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerine etkilerinin önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Ekmek İçi Yumuşaklığına İlişkin Penetrometre Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Penetrometre Değerleri (1/10 mm)					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
6. Saat Ölçümleri						
0	86^{d (1)}	152^a				
10			55 ^{h,i}	104 ^b	45 ^{j,k}	78 ^e
20			38 ^l	64 ^f	31 ^{n,o,p}	44 ^k
30			29 ^{n,q,o,p}	38 ^l	-	-
24. Saat Ölçümleri						
0	54^l	100^c				
10			34 ^m	78 ^e	31 ^{m,n}	58 ^{g,h}
20			26 ^{q,r}	48 ^j	22 ^s	31 ^{n,o}
30			21 ^{s,t}	32 ^{m,n}	-	-
48. Saat Ölçümleri						
0	39^l	77^e				
10			28 ^{q,o,p}	60 ^g	26 ^{q,r}	46 ^{j,k}
20			22 ^{s,t}	38 ^l	17 ^u	24 ^{r,s}
30			19 ^{u,t}	28 ^{q,p}	-	-

(1): Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Her üç saatte yapılan ölçüm sonuçlarına göre; kepeğin ekmek içi yumuşaklığını azalttığı, artan kepek düzeyine bağlı olarak örneklerin ekmek içi sertliklerinin yükseldiği saptanmıştır. Özellikle 24. saatten sonra %30 oranında buğday kepeği ve %20 oranında mısır kepeği ile katkısız olarak üretilen ekmeklerin tüketilemeyecek kadar sert oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte ekmeklerin sertleşme hızlarının 24. saate kadar çok hızlı, 24. saatten sonra daha yavaş olduğu, en hızlı sertleşmenin kontrol ekmeğinde olduğu, onu sırasıyla buğday kepeği ve mısır kepeği katkılı ekmeklerin izlediği bulunmuştur.

Un-kepek karışımlarına katkı ilave edilmesi ise ekmek içi yumuşaklık değerlerini önemli ölçüde arttırmıştır ($p<0.01$). Yüzey aktif maddeler, emülsiyon stabilitesini arttırarak hamurun yapısını iyileştirici ve ekmek iç yapısını yumuşatıcı

olarak görev yaparlar (Ercan, 1986). Ayrıca, nişasta ile kompleks oluşturmak suretiyle nişasta jellerinin retrogradasyon hızlarını azaltırlar (Pisesookbunterng ve D'Appolonia, 1983; Deffenbaugh, 1997). Genel olarak bayatlamının amiloz fraksiyonunun kristalizasyonundan ileri geldiği düşünülmektedir. Hamurun hazırlanması ve pişirme işlemi esnasında amiloz nişasta granülünden dışarı sızar. Soğuma ile birlikte amiloz polimerleri 10-12 saat gibi bir sürede katı bir jel oluştururlar. Yüzey aktif maddeler; amiloz ile kompleks oluşturmak suretiyle ortamda katı jel oluşturabilecek serbest amiloz oranını azaltarak, ekmek için yumuşaklığının artmasına katkıda bulunurlar ve ekmeğin bayatlama hızını azaltırlar (Pyler, 1988; Orthofer, 1997).

Katkı kullanılan ekmeklerin hacim değerlerinin katkısız ekmeklere göre daha fazla olması da ekmek içi yumuşaklığının artmasında önemli rol oynayan faktörlerden birisidir.

Genel olarak mısır kepeği içeren ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değerleri buğday kepeği içeren ekmeklere nazaran daha düşük olmakla birlikte söz konusu ekmeklerin sertleşme hızlarının buğday kepekli ekmeklere göre daha yavaş olduğu saptanmıştır.

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

Gözenek Değeri .

Ekmeklerin ortalama gözenek değerleri Çizelge 4.20'de verilmiştir. Çizelge 4.20'den de görülebileceği gibi una kepek katılması ekmeklerin gözenek yapısını olumsuz yönde etkilemiş ve bu olumsuz etki artan kepek düzeyi ile birlikte artış göstermiştir. Ancak bu olumsuz etki mısır kepeğinin kullanıldığı ekmeklerde daha belirgin bir hal almıştır.

Katkı kullanılması ile ekmeklerin gözenek yapılarında iyileşme meydana gelmiş, fakat mısır kepeği içeren kombinasyonlarda katkı kullanılması ile ancak aynı oranlarda buğday kepeği içeren fakat katkı kullanılmayan ekmeklerin gözenek

değerlerine ulaşılabilmiştir. En düşük gözenek değerini (4.0) %20 mısır kepeği ile yapılan katkısız ekmeklerin aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Gözenek Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Gözenek Değerleri (0-8 Puan)					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
0	6.7^{b,c (1)}	7.8^a				
10			6.4 ^{c,d}	6.9 ^b	5.8 ^e	6.4 ^d
20			5.4 ^f	5.8 ^e	4.0 ⁱ	5.2 ^f
30			4.5 ^h	4.8 ^g	-	-

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Kepek ilave edilmesi ile ekmek içi gözenek yapısında meydana gelen olumsuz etki çeşitli araştırmacıların (Pomeranz ve ark., 1976; Shogren ve ark., 1981; Özboy, 1992; Özer, 1998) bulguları ile aynı doğrultudadır.

Gluten ile yüzey aktif maddelerin reaksiyonu, hamura daha kuru, yumuşak ve uzayabilir özellikler kazandırarak gaz tutma kapasitesini arttırmaktadır. Bu da ekmek için ince gözenekli olmasını ve ekmek hacminin artmasını sağlamaktadır (Haften, 1979; Ercan 1986'dan).

Hamur Verimi Değerleri .

Çizelge 4.21'de hamur verimi değerleri verilmiştir. Hamur verimi beklenildiği üzere kepek oranının artışı ile ve katkı ilave edilmesi ile artmıştır ($p<0.01$). Bunun nedeni; artan kepek oranı ile birlikte hem su absorpsiyonun hem de katkı içeren denemelerde karışıma ilave edilen kuru gluten miktarının yükselmesidir.

Buğday ve mısır kepeği içeren katkısız ve katkılı denemelerin hamur verimi değerleri arasında da önemli bir fark olmadığı, sadece %10 kepek düzeyinde ve katkılı denemelerde iki kepek çeşidi arasında istatistiksel anlamda bir fark ortaya

çıktığı görülmüştür. Bu farkın muhtemelen denemeler sırasında, meydana gelen “belirli olmayan” hatalardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.21. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Hamur Verimi Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Hamur Verimi Değerleri (%)					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
0	164^{g (1)}	166^f				
10			168 ^e	171 ^d	169 ^e	173 ^c
20			171 ^d	177 ^b	172 ^{c,d}	178 ^b
30			176 ^b	183 ^a	-	-

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Pişme Kaybı Değerleri .

Değişik düzeylerde buğday kepeği ve mısır kepeği ile katkısız ve katkılı olarak üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ilişkin ortalama bulgular Çizelge 4.22’de verilmiştir. Kepek kullanılması ile pişme kaybı değerlerinin kontrol ekmeğine göre azaldığı, ancak katkı kullanılmayan değişik düzeylerdeki kepekli ekmeklerin pişme kaybı değerleri arasında belirgin bir fark olmadığı görülmüştür ($p<0.01$).

Çizelge 4.22. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Pişme Kaybı Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Pişme Kaybı Değerleri (%)					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
0	10.56^{c,d (1)}	11.59^a				
10			9.99 ^{d,e}	11.20 ^{a,b}	9.66 ^e	11.04 ^{a,b,c}
20			9.98 ^e	10.71 ^{b,c}	9.5 ^e	10.03 ^{e,d}
30			9.60 ^e	9.92 ^e	-	-

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Katkı ilave edilen ekmeklerde pişme kaybı değerlerinde artış meydana gelmiştir. Fakat %30 oranında buğday kepeği ve %20 oranında mısır kepeği kullanılarak üretilen katkısız ve katkılı ekmeklerin pişme kaybı değerleri arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Ekmek Verimi Değerleri .⁻

Çizelge 4.23'den de görülebileceği gibi ekmek verimi değerleri de hamur verimi değerleri gibi artan kepek oranı ile birlikte artış göstermiştir.

Çizelge 4.23. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Ekmek Verimi Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Ekmek Verimi Değerleri (%)					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
0	143^{f(1)}	144^f				
10			147 ^e	148 ^e	147 ^e	147 ^e
20			151 ^{c,d}	152 ^c	150 ^d	151 ^{c,d}
30			155 ^b	161 ^a	-	-

(1): Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Karışıma katkı ilave edilmesi ekmek verimi değerleri açısından önemli bir fark oluşturmamış, sadece %30 oranında buğday kepeği kullanılan ekmeklerin katkısız ve katkılı denemeleri arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Buğday ve mısır kepeği kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek verimi değerleri arasında da önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Neuman Pişme Katsayısı Değerleri .⁻

Denemelerde üretilen ekmeklerin Neuman Pişme Katsayısı (NPK) değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir. Hacim verimi ve gözenek değerlerinin una katılan kepek oranı arttıkça düşmesinin doğal bir sonucu olarak NPK değerleri de azalmıştır. Mısır kepeği kullanılan ekmeklerin NPK değerleri aynı oranda buğday kepeği içeren ekmeklere göre daha düşük olduğu, katkı ilave edilmesi ile NPK değerinin önemli ölçüde yükseldiği belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.24. Değişik Düzeylerdeki Un-Kepek Karışımları ile Yapılmış Ekmeklerin Neuman Pişme Katsayısı Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Neuman Pişme Katsayısı Değerleri					
	Tanık Ekmek		Buğday Kepeği		Mısır Kepeği	
	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı	Katkısız	Katkılı
0	164^{c (1)}	248^a				
10			131 ^e	215 ^b	82 ^f	169 ^c
20			64 ^g	138 ^d	1 ⁱ	75 ^f
30			23 ^h	82 ^f	-	-

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Ekmeklerin Duyusal Olarak Değerlendirilmesi .- Denemelerde üretilen ekmekler 15 kişilik bir panelist grubunca duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26’da, duyusal değerlendirmede kullanılan Ekmek Değerlendirme Ölçütleri Ek-2’de verilmiştir. Artan kepek oranına karşılık ekmeklerin hacim puanları azalmış, katkı ilave edilen ekmeklerin hacimleri katkısız ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur. Mısır kepeği içeren hem katkısız hem de katkılı ekmeklerin hacim puanlarının buğday kepeği kullanılan ekmeklere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Özellikle %20 mısır kepeği içeren katkısız ekmeklerin hacimlerinin hemen hemen hiç gelişmediği, bu karışıma katkı ilave edilmesinin de hacim üzerinde çok fazla olumlu etkide bulunmadığı saptanmıştır.

Yayılma oranı (taban genişliği/yükseklik oranı) bakımından da ekmeklerin hacim değerleri ile aynı özellikleri taşıdığı belirlenmiştir. Katkı ilavesi yapılan örneklerde kepek oranı azaldıkça yayılma oranı da azalmış, bu değer buğday kepeği içeren ekmeklerde mısır kepeği içeren ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur.

Kabuk rengi ve kabuk yapısı bakımından ekmekler kepek oranı arttıkça daha düşük puan almış, katkılı ekmeklerde verilen puanlar biraz daha yükselmiş, mısır kepeği içeren ekmekler buğday kepeğine göre daha az beğenilmiş, özellikle %10 düzeyinden %20 kepek düzeyine çıkıldığı zaman ekmeklerin kabuk rengi ve kabuk yapısı değerlerinde önemli bir azalma meydana geldiği görülmüştür.

Ekmek içi renklerinin genellikle homojen olduğu, katkılı ve katkısız ekmekler ile buğday kepeği ve mısır kepeği katkılı ekmekler arasında bu özellik açısından önemli bir fark olmadığı saptanmıştır.

Üretilen ekmekler gözenek yapısı açısından karşılaştırıldığı zaman; kepek düzeyinin artışı ile gözenek yapısının bozulduğu, söz konusu bozulmanın katkısız ekmeklerde daha belirgin olduğu, özellikle %20 mısır kepekli katkısız ekmeklerin gözenek yapısı bakımından en düşük puanı aldığı belirlenmiştir. Diğer taraftan karışımlara katkı ilave edilmesi ile gözenek yapısında iyileşme meydana geldiği görülmüştür.

Elastikiyet ve yumuşaklık (elde hissedilen ve ağızda hissedilen) değerlerinin incelenmesi ile; karışımlardaki kepek oranının artmasının söz konusu değerleri olumsuz yönde etkilediği ve katkı ilavesinin bu değerler üzerinde iyileşme sağladığı belirlenmiştir.

Buğday kepekli ekmeklerin kokuları panelistlerce yadırganmamış %10 ve %20 düzeyleri arasında belirgin bir fark görülmezken koku açısından %30 kepek katkılı ekmekler daha az beğenilmiştir. Ekmeklere katkı ilave edilmesi koku üzerinde önemli bir fark oluşturmamıştır. Mısır kepeği ise koku açısından; %10 kepek düzeyinde panelistler tarafından yadırganmamış, ancak %20 mısır kepeği ile katkısız olarak üretilen ekmekler daha az beğeni toplamıştır.

Buğday kepeğinin aroma ve tat üzerine etkisi incelendiği zaman, zaten tüketiciler tarafından alışlagelmiş bir tat olduğundan, panelistlerce de yadırganmamış, ancak artan kepek oranlarının panelist beğenisini azalttığı kanısına varılmıştır.

Rao ve Rao (1991) buğday kepeğinin %30 düzeyine kadar hoş a giden bir aroma verdiğini ancak az da olsa kepeksi bir tat bıraktığını, kepek oranının %40 düzeyine çıkarılması ile ekmeklerde önemli derecede kepeksi bir tadın hissedildiğini bildirmişlerdir. Lorenz (1976) ve Pomeranz ve ark. (1977), kabul edilebilir kalitede bir kepekli ekmek üretimi için ilave edilebilecek buğday kepeği düzeyinin %15 olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.25. Değişik Düzeylerdeki Un-Buğday Kepeği ile Yapılmış Ekmeklerin Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Ekmek Özellikleri	Kepek Miktarları (%) ve Duyusal Test Puanları							
	Katkısız				Katkılı			
	0	10	20	30	0	10	20	30
Hacim (0-15 Puan)	11.25 ^{c (1)}	7.00 ^d	5.50 ^e	3.75 ^f	14.63 ^a	13.19 ^b	10.50 ^c	5.88 ^{e,d}
Taban Genişliği /Yükseklik Oranı (0-10 Puan)	7.38 ^b	4.50 ^d	3.25 ^e	2.63 ^e	9.88 ^a	8.38 ^b	6.19 ^c	3.69 ^{e,d}
Kabuk Rengi (0-5 Puan)	4.44 ^a	3.50 ^{c,d}	2.50 ^e	1.25 ^f	4.69 ^a	3.94 ^{b,c}	2.81 ^{d,e}	2.44 ^e
Kabuk Yapısı (0-5 Puan)	4.31 ^a	3.88 ^{a,b}	3.38 ^{b,c}	1.75 ^d	4.44 ^a	4.38 ^a	4.00 ^{a,b}	3.19 ^c
Renk Homojenliği (0-5 Puan)	4.56 ^{a,b}	3.75 ^{b,c,d}	3.31 ^{c,d}	2.94 ^d	5.00 ^a	4.13 ^{b,c}	3.69 ^{c,d}	3.25 ^{c,d}
Gözenek Yapısı (0-10 Puan)	8.63 ^a	6.69 ^b	4.88 ^c	3.94 ^a	8.81 ^a	8.00 ^a	6.19 ^b	4.75 ^c
Elastikiyet (0-10 Puan)	8.56 ^a	6.56 ^b	4.81 ^{c,d}	3.94 ^d	9.06 ^a	8.25 ^a	6.69 ^b	5.56 ^{b,c}
Elde Hissedilen Yumuşaklık (0-5 Puan)	4.56 ^a	3.69 ^b	2.63 ^c	1.44 ^d	5.00 ^a	4.69 ^a	4.00 ^b	2.69 ^c
Ağızda Hissedilen Yumuşaklık (0-5 Puan)	4.56 ^a	3.81 ^b	3.06 ^c	2.00 ^d	4.88 ^a	4.63 ^a	4.00 ^b	3.13 ^c
Koku (0-10 Puan)	8.94 ^a	7.56 ^{b,c}	6.63 ^{c,d}	5.75 ^d	9.63 ^a	8.63 ^{a,b}	7.50 ^{b,c}	6.75 ^{c,d}
Aroma (0-10 Puan)	9.56 ^a	7.56 ^b	5.81 ^{c,d}	4.38 ^e	9.94 ^a	8.88 ^a	6.75 ^{b,c}	5.19 ^{d,e}
Tat (0-10 Puan)	9.50 ^a	7.50 ^b	5.75 ^c	3.94 ^d	9.94 ^a	8.81 ^a	6.56 ^{b,c}	5.38 ^c

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Katkı ilave edilmesi %10 kepek düzeyinde tat ve aroma puanını arttırırken %20 ve %30 düzeylerinde katkı ilavesi belirgin bir fark meydana getirmemiştir. Mısır kepeğinde ise %10 kepek düzeyinde ekmekler tat ve aroma açısından kontrol ekmeğine yakın değerler alarak panelistler tarafından beğeni kazanmış hatta bazı

panelistlerce bu özellikler bakımından aynı oranda buğday kepeği içeren ekmeklere göre daha üstün bulunmuştur.

Rao ve Rao (1991), kabul edilebilir nitelikte %30 oranında buğday kepeği içeren kepekli ekmeğin, %3 gluten, %0.5 guar gam, %0.5 SSL, 15 mg/kg potasyum bromat ve 60 mg/kg askorbik asit kullanılarak üretilebileceğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.26. Değişik Düzeylerdeki Un-Mısır Kepeği ile Yapılmış Ekmeklerin Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Ekmek Özellikleri	Kepek Miktarları (%) ve Duyusal Test Puanları					
	Katksız			Katklı		
	% 0	%10	%20	%0	%10	%20
Hacim (0-15 Puan)	12.50 ^{b (1)}	7.38 ^c	3.19 ^d	14.69 ^a	12.19 ^b	6.56 ^c
Taban Genişliği/ Yükseklik Oranı (0-10 Puan)	8.31 ^b	5.06 ^c	2.44 ^d	9.81 ^a	8.13 ^b	4.56 ^c
Kabuk Rengi (0-5 Puan)	4.63 ^a	2.94 ^c	1.69 ^d	5.00 ^a	3.69 ^b	2.75 ^c
Kabuk Yapısı (0-5 Puan)	4.56 ^a	3.00 ^b	2.13 ^c	4.81 ^a	4.25 ^a	3.31 ^b
Renk Homojenliği (0-5 Puan)	4.94 ^a	3.75 ^{b,c}	3.06 ^c	5.00 ^a	4.38 ^{a,b}	3.50 ^c
Gözenek Yapısı (0-10 Puan)	8.31 ^{a,b}	7.06 ^{b,c}	4.00 ^d	8.88 ^a	7.81 ^{a,b}	6.00 ^c
Elastikiyet (0-10 Puan)	8.63 ^{a,b}	6.13 ^c	4.06 ^d	9.38 ^a	7.88 ^b	5.75 ^c
Elde Hissedilen Yumuşaklık (0-5 Puan)	5.06 ^a	3.44 ^b	2.06 ^c	5.00 ^a	4.56 ^a	2.88 ^b
Ağızda Hissedilen Yumuşaklık (0-5 Puan)	4.63 ^{a,b}	3.69 ^c	2.31 ^d	4.88 ^a	4.31 ^b	3.38 ^c
Koku (0-10 Puan)	9.31 ^{a,b}	7.69 ^{c,d}	5.88 ^e	9.63 ^a	8.38 ^{b,c}	7.13 ^d
Aroma (0-10 Puan)	9.19 ^{a,b}	7.13 ^c	5.31 ^d	9.81 ^a	8.56 ^b	6.69 ^c
Tat (0-10 Puan)	9.31 ^a	6.81 ^b	4.50 ^c	9.75 ^a	8.56 ^a	6.56 ^b

(1): Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Birinci grup denemelerde yapılan farinograf, ekstensograf ve ekmek analiz değerlerinin bir arada incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Artan kepek oranına koşut olarak; farinogram değerlerinden, su absorpsiyonunun, yoğurma tolerans sayısının ve yumuşama derecesinin arttığı, gelişme ve stabilite sürelerinin ise azaldığı, ekstensogram değerlerinden Rmax, R₅, uzama ve enerji değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Kepek ilavesinin farinogram ve ekstensogram değerleri üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkilerin doğal bir uzantısı olarak, kepek artışı ile birlikte ekmeklerin hacim, gözenek, ekmek içi yumuşaklık ve NPK değerlerinin azaldığı, fakat hamur ve ekmek verimi ile nem içeriklerinin arttığı belirlenmiştir.
- Genel olarak hamur ve ekmek özellikleri üzerinde mısır kepeğinin olumsuz etkisi buğday kepeğine göre daha fazla olmuştur.
- Un-kepek karışımlarına sabit düzeyde katkı (%1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik asit ve SGPT düzeyde kuru gluten) ilave edilmesi ile kepeğin yol açtığı olumsuz etki sınırlı ölçüde de olsa ortadan kaldırılabilmiştir. Ancak hem hamur hem de ekmek analizlerinde tanık örneğinin değerlerine ulaşamadığı saptanmıştır.
- Ekmeklerin duysal olarak değerlendirilmesi sonucunda da farinogram, ekstensogram ve ekmek analiz değerleri ile paralel sonuçlar elde edilmiştir. Ekmek yapımında; buğday kepeği ile katkı ilave edilmeksizin %10 düzeyine kadar kabul edilebilir nitelikte, katkı ilave edilmesi durumunda ise %20 kepek düzeyine kadar beğenilir nitelikte ekmek yapılabildiği, mısır kepeğinin ise hamur ve ekmeğin teknolojik ve duysal özellikleri üzerindeki etkisi bakımından kabul edilebilir en üst sınırının %10 olduğu, %20 düzeyine çıkıldığı zaman ekmeklerin tüm bu özellikler bakımından kabul edilemeyecek derecede olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir.

4.3.2. İkinci Grup Denemeler: Değişik Oranlarda Buğday ve Mısır Kepeği İçeren Un-Kepek Karışımlarına Sabit Katkılar (75 mg/kg Askorbik Asit, SGPT Düzeyde Kuru Gluten ve %0.5 Glikoz) İle Birlikte Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmasının Etkileri

4.3.2.1. Farinogram Değerleri

%0-10-20-30 oranlarında buğday kepeği ile %0-10-20 oranlarında mısır kepeği ilave edilerek hazırlanan un-kepek karışımlarına farklı düzeylerde (0-15-30-45 mg/kg) glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz ilave edilmesi ile hazırlanan hamurların farinografik özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalara ilişkin bulgular Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, Çizelge 4.29, Çizelge 4.30 ve Çizelge 4.31’de, farinogramları ise Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32’de verilmiştir.

Su Absorbsiyonu.

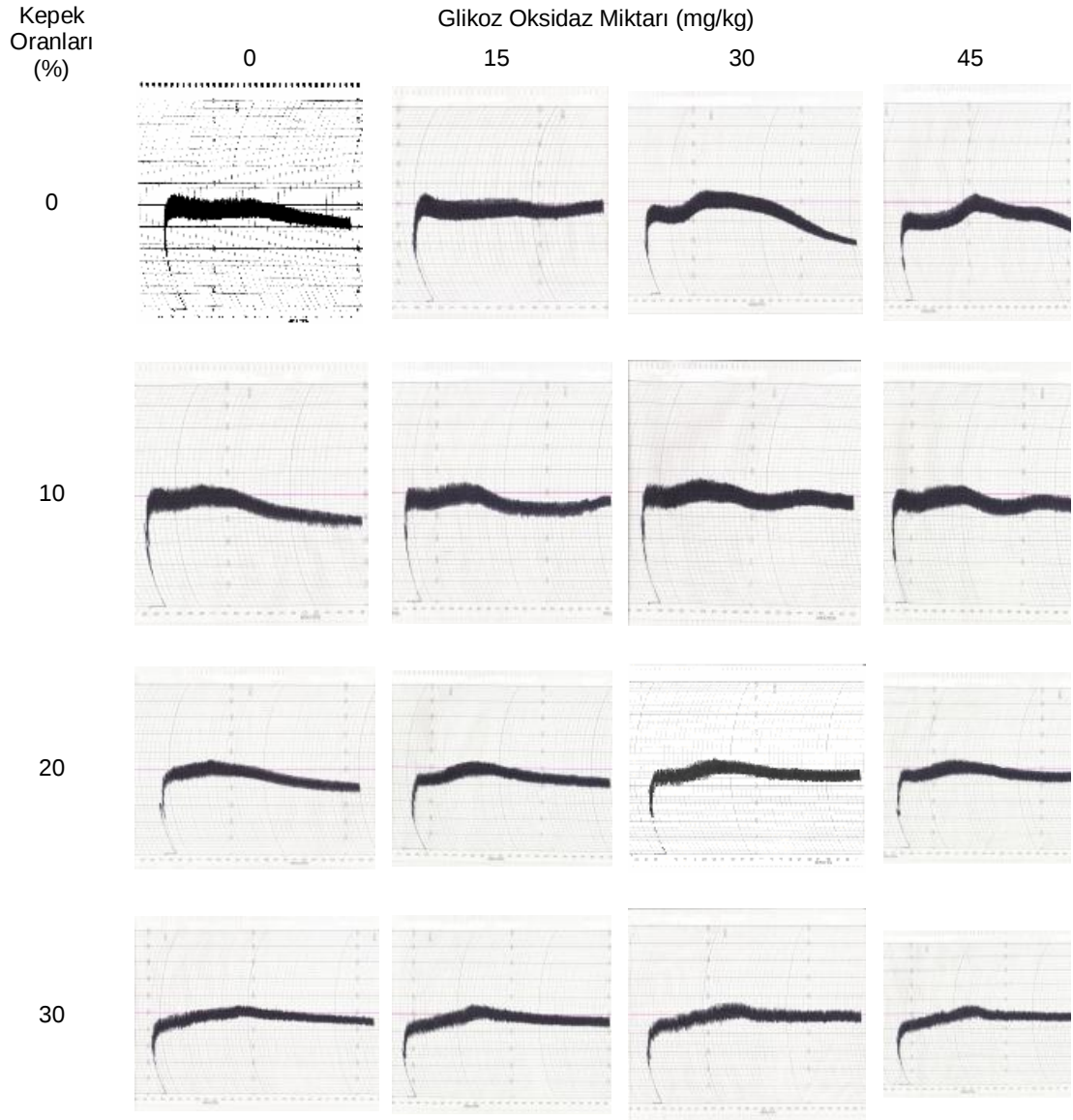
İkinci grup denemelerde hazırlanan hamurların su absorpsiyon değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Kontrol örneğinde 15 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz kullanılması ile su absorpsiyon değerlerinde belirgin bir artış gözlenmezken artan glikoz oksidaz düzeylerinde yaklaşık %1 (30 mg/kg) ve %2.5 (45 mg/kg) oranlarında yükselmeler saptanmıştır. Ancak belirtilen ilişkiyi heksoz oksidaz için kurmak mümkün olmamış, söz konusu enzimin her üç kullanım düzeyinde de absorpsiyon değerleri arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır ($p < 0.01$).

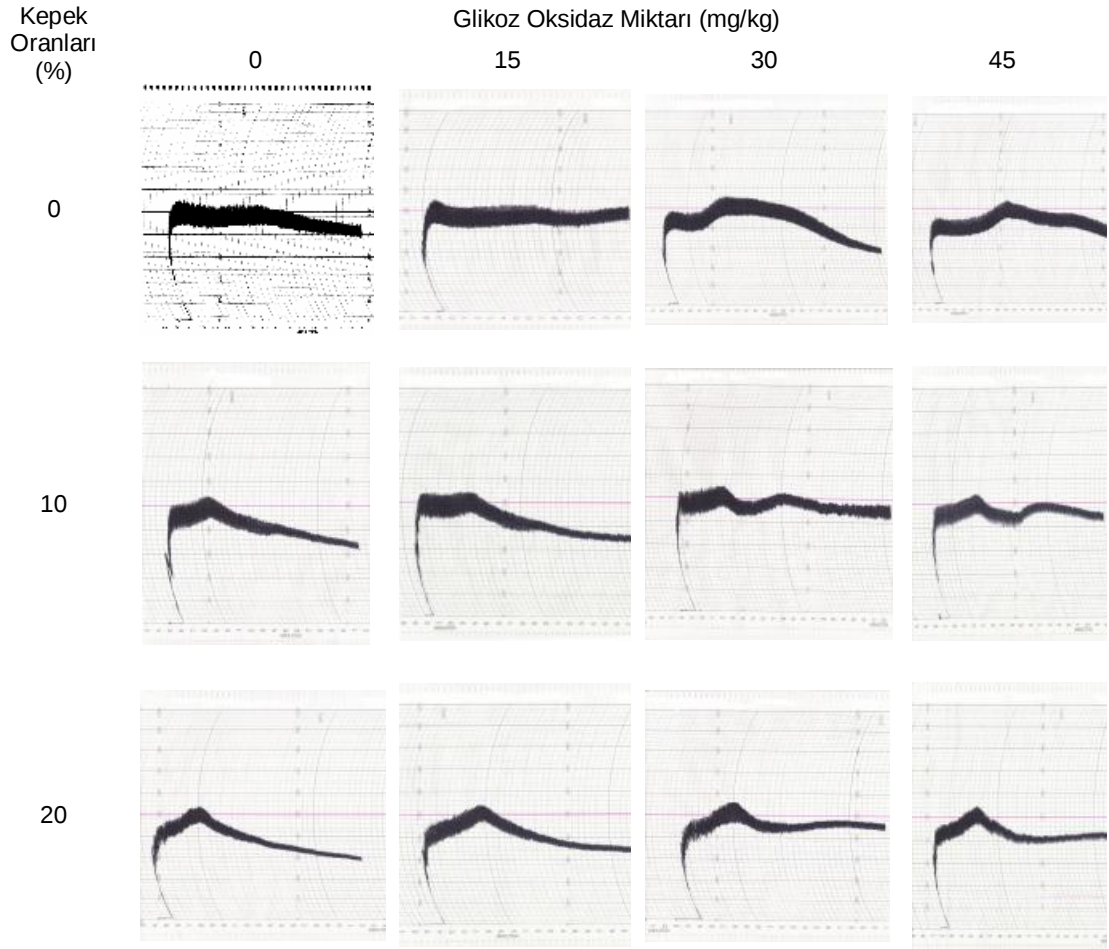
Çizelge 4.27. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyonu (%) Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Su Absorbsiyonu (%) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	56.2 ^{y (1)}	56.5 ^x	57.3 ^v	58.8 ^u	56.3 ^{xy}	56.5 ^x	56.3 ^{xy}
		Buğday Kepeği					
10	61.8 ^t	62.3 ^s	62.7 ^r	62.9 ^q	62.2 ^s	62.3 ^s	62.3 ^s
20	66.9 ⁱ	69.1 ^{hi}	69.3 ^{gh}	69.6 ^f	69.1 ^{hi}	69.2 ^{gh}	69.3 ^g
30	68.2 ^k	72.0 ^b	72.7 ^a	72.7 ^a	72.1 ^b	72.7 ^a	72.6 ^a
		Mısır Kepeği					
10	62.9 ^{qr}	63.9 ^o	64.2 ⁿ	64.5 ^m	63.6 ^p	63.9 ^o	64.1 ^{no}
20	68.8 ^j	70.1 ^e	70.5 ^{cd}	70.5 ^{cd}	70.2 ^e	70.4 ^d	70.7 ^c

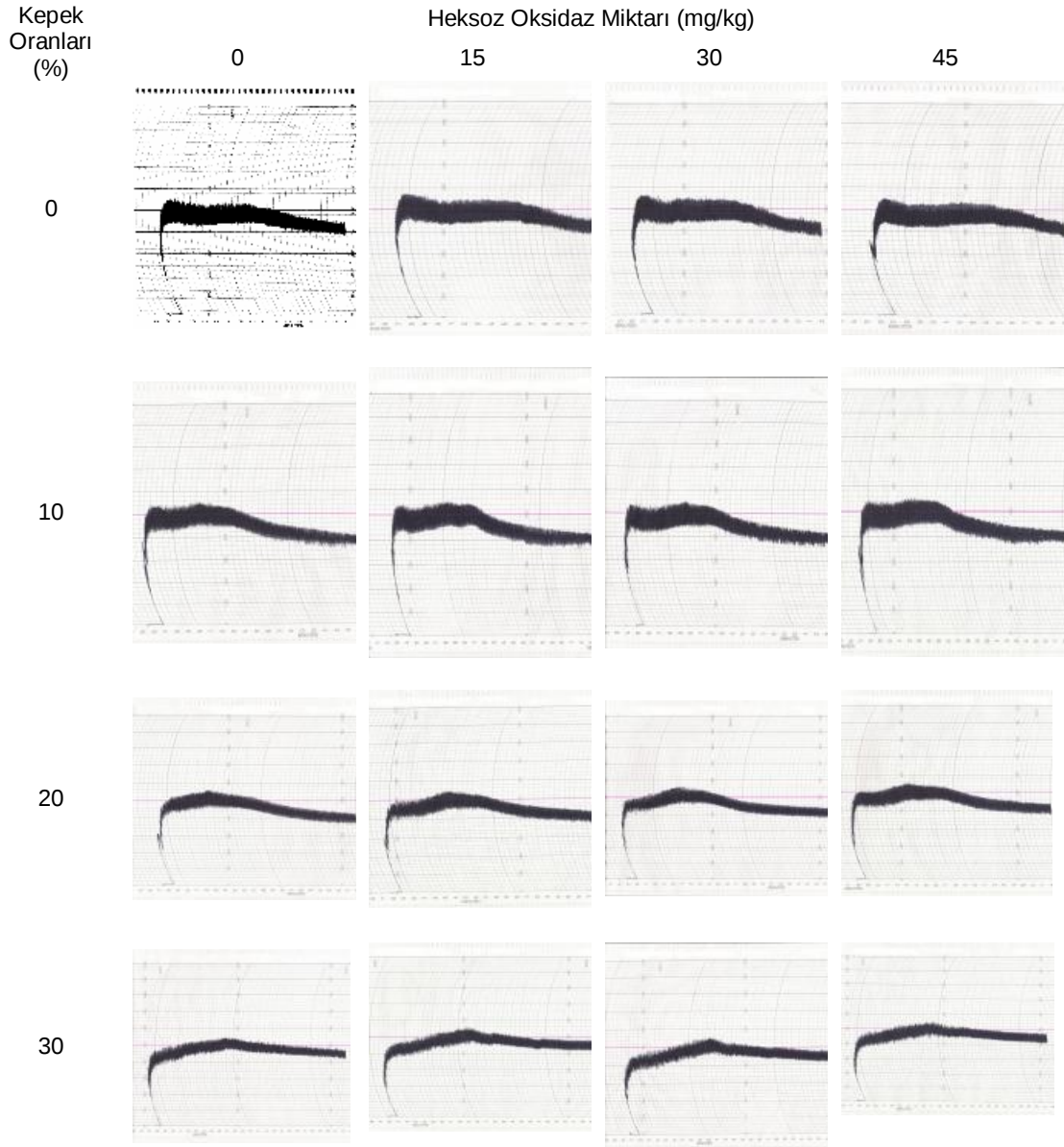
(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.



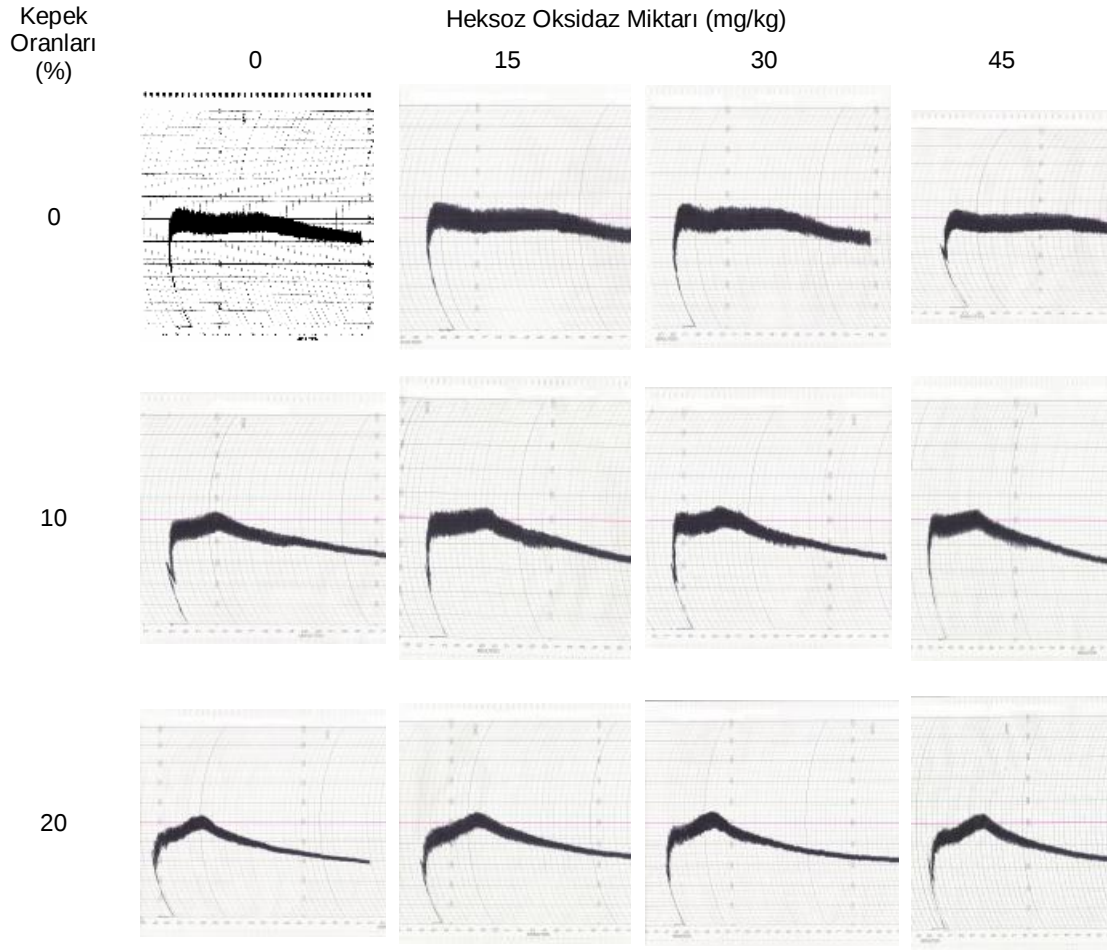
Şekil 4.29. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları



Şekil 4.30. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları

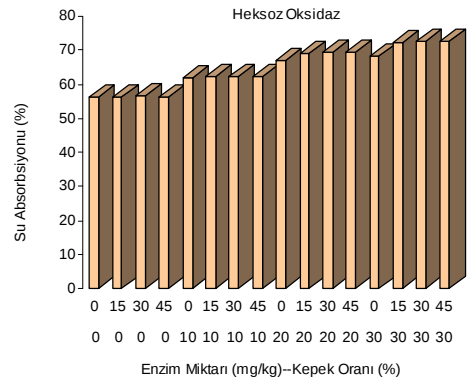
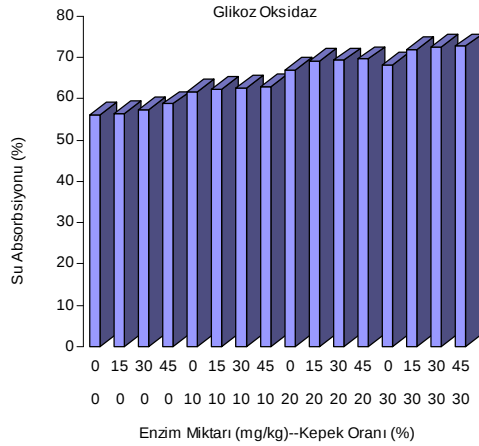


Şekil 4.31. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları



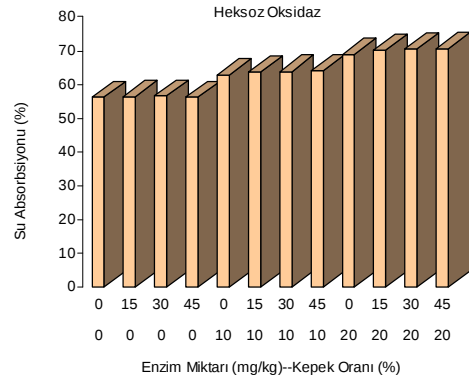
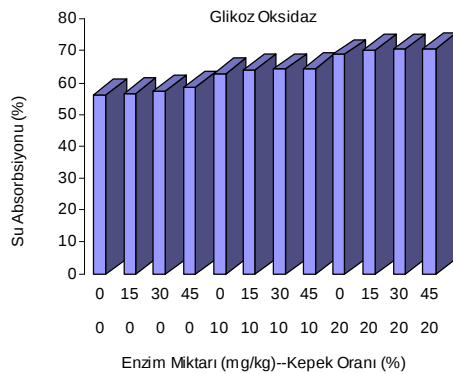
Şekil 4.32. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları

Glikoz oksidaz kullanılması ile buğday ve mısır kepekli hamurların su absorpsiyon değerleri kepek oranının artışına koşut olarak yükselmiş ancak artan enzim düzeylerinin belirgin bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.33 ve Şekil 4.35). Benzer ilişkiyi heksoz oksidaz kullanılan denemelerde de kurmak mümkündür (Şekil 4.34 ve Şekil 4.36) ($p < 0.01$).



Şekil 4.33. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorpsiyon Değerleri (%)

Şekil 4.34. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorpsiyon Değerleri (%)

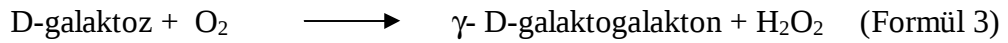
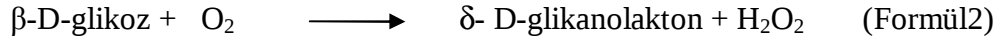


Şekil 4.35. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorpsiyon Değerleri (%)

Şekil 4.36. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorpsiyon Değerleri (%)

Glikoz oksidaz β -D-glikoz'u D-glikonik asit ve H_2O_2 'e okside ederken (formül 1) ortamdaki oksijen ve suyu kullanır ve yoğurma ilerledikçe hamurun kuru bir yapı kazanmasını sağlar. Enzim düzeyinin artışı paralel olarak hamurdaki serbest su kullanım miktarı da artar. Dolayısıyla hamur daha da kuru bir hal alır. Bu nedenle uygun kıvamda hamur oluşturabilmek için gerekli su miktarı da artar. Oysa heksoz oksidaz farklı şekerleri δ -D-glikanolakton ve H_2O_2 'e katalize ederken (formül

2 ve formül 3) sadece ortamdaki oksijeni kullanır, hamurdaki serbest suyu kullanmaz. Bu nedenle un örneklerine farklı düzeylerde ilave edilen glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz enzimlerinin su absorpsiyon değerleri üzerinde farklı etkilerde bulunduğu düşünülmektedir.



Hamurun kuvvetli ve kuru olma nedenlerinden bir diğeri de glikoz oksidaz aktivitesi sonucu açığa çıkan H_2O_2 'dir. H_2O_2 unda doğal olarak bulunan peroksidaz enzimi ile birlikte faaliyet göstererek unda bulunan suda çözünebilir pentozanların jel oluşturmalarına neden olur. Çünkü H_2O_2 'in peroksidazın varlığında suda çözünebilir pentozanların oksidatif jeletinizasyona neden olduğu yapılan çok sayıda araştırma (Patil ve ark., 1975a; Yeh ve ark., 1980; Hoseney ve Faubion, 1981; Ciacco ve D'Appolonia, 1982a, 1982b; Crowe ve Rasper, 1988; Izydorczyk ve ark., 1990; Izydorczyk ve ark., 1991a; Espinoza ve Rouau, 1998) ile ortaya konmuştur. Jeletinizasyon ise suyun hareketini sınırlandırır ve kuru bir hamur oluşumuna yol açar (Vemulapelli ve ark., 1998). Vemulapelli ve Hoseney (1998), glikoz oksidaz tarafından açığa çıkarılan H_2O_2 'in fazlasının hamurdan izole edilen suda çözünebilir fraksiyonun viskozitesinde düzenli bir şekilde azalmaya neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Gujral ve Rosell (2004)'in bildirdiğine göre; Painter ve Neukom (1968), fazla miktarda oksidan kullanıldığı zaman ya hiç jel oluşmadığını ya da oluşan jelin çok kısa sürede bozulduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle glikoz oksidaz da belirli bir kullanım düzeyine kadar suda çözünür fraksiyonun viskozitesini arttırırken, daha fazla miktarlarda ilave edildiği zaman göreceli viskozitede de önemli derecede bir azalmaya neden olmaktadır (Gujral ve Rosell, 2004).

Miller ve Hoseney (1999), 20 GU glikoz oksidaz içeren hamurların, reolojik özelliklerinde herhangi bir değişime neden olmaksızın su absorpsiyon değerlerinin %5 oranında arttığını, muhtemelen bu artışın oksidatif jeletinizasyon nedeniyle oluşan jel içerisinde suyun hareketinin sınırlandırılması nedeniyle hamurun kuru bir hal almasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Küçük (2003) tarafından yapılan bir çalışmada ise; farklı miktarlarda kullanılan glikoz oksidaz (0-10-20-30-40 ve 50 mg/kg) ve Askorbik Asitin (0-50-75 ve 100 mg/kg) un örneğinin su absorpsiyonu ve gelişme süresi değerleri üzerinde anlamlı bir etkide bulunmadığı saptanmıştır.

Bonet ve ark. (2006); ise hamura farklı oranlarda ilave edilen glikoz oksidazın 50 mg/kg kullanım düzeyinde su absorpsiyon değerini önemli ölçüde arttırdığını saptamışlardır.

Gelişme Süresi Değerleri .

Katılan kepek miktarına bağlı olarak gelişme süresi değerlerinin arttığı, buğday kepeğinde bu artışın daha belirgin olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.28).

Diğer taraftan, glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz'ın ayrı ayrı değerlendirilmesiyle; glikoz oksidazın kontrol örneğinde 15 mg/kg kullanım düzeyinden sonra gelişme süresini belirgin bir şekilde arttırmamasına karşılık, heksoz oksidaz gelişme süresi üzerinde anlamlı bir etki oluşturmamıştır ($p<0.01$). Glikoz oksidazın bu etkisi artan enzim düzeyi ile birlikte su absorpsiyonunun artmasının yanısıra uygun kıvamda hamur elde edebilmek için gerekli olan sürenin uzamasından kaynaklanmaktadır.

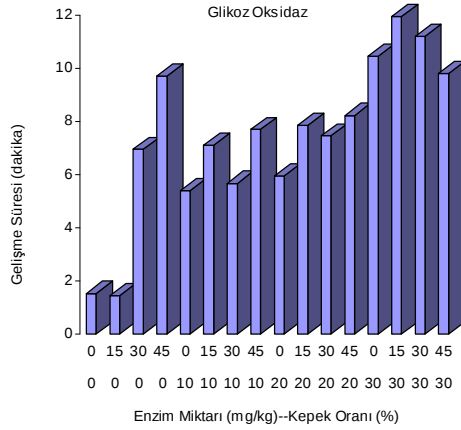
Ancak kepek içeren denemelerde enzim kullanımı ile gelişme süresi artış göstermesine rağmen, farklı enzim düzeylerinin gelişme süresi üzerinde düzenli bir değişime neden olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.28. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi (Dakika) Değerleri

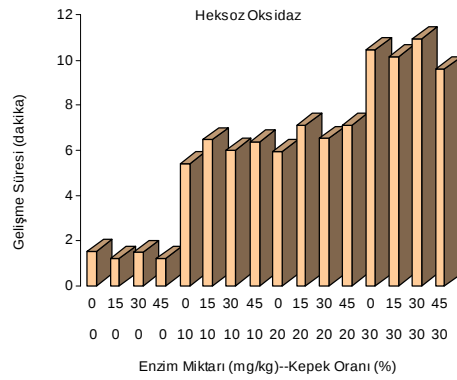
Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Gelişme Süresi (Dakika) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	1.5^{t(1)}	1.4 ^t	7.0 ^j	9.7 ^f	1.2 ^u	1.5 ^t	1.2 ^u
Buğday Kepeği							
10	5.4ⁿ	7.1 ^j	5.7 ^m	7.7 ^h	6.5 ^k	6.0 ^l	6.4 ^k
20	6.0^l	7.9 ^h	7.5 ⁱ	8.2 ^g	7.1 ^j	6.5 ^k	7.1 ^j
30	10.5^d	11.9 ^a	11.2 ^b	9.8 ^f	10.1 ^e	10.9 ^c	9.6 ^f
Mısır Kepeği							
10	4.4^s	5.2 ^{no}	4.8 ^{qr}	5.1 ^{op}	5.2 ^{no}	4.7 ^r	4.9 ^{qp}
20	4.6^r	5.2 ^{no}	4.7 ^{qr}	5.3 ^{no}	5.1 ^{op}	4.8 ^{qr}	5.8 ^m

(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

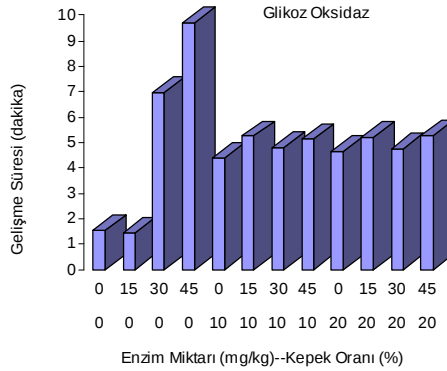
Mısır kepeği içeren kombinasyonlarda; artan kepek düzeyi ile birlikte katkısız kontrol örneğinde gelişme süresi artarken enzim ilave edilen örneklerin gelişme süresi değerleri üzerinde enzim çeşidinin ve enzim düzeyinin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($p<0.01$). Bununla birlikte her bir enzim düzeyinde de gelişme süresinin buğday kepekli hamurlara nazaran daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39 ve Şekil 4.40).



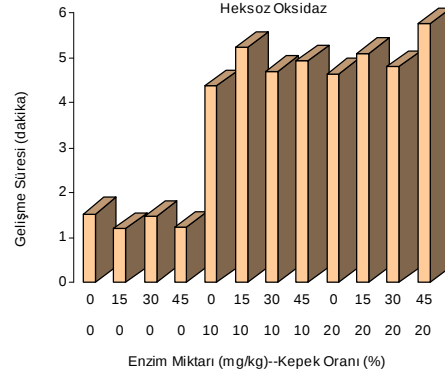
Şekil 4.37. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri



Şekil 4.38. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri



Şekil 4.39. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri



Şekil 4.40. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri

Stabilite Süresi Değerleri .

Artan kepek oranına karşılık stabilite süresi değerleri azalmıştır (Çizelge 4.29). Mısır kepeğinin stabilite süresi üzerindeki olumsuz etkisi buğday kepeğine

göre daha belirgindir. Bunun yanısıra sabit katkılarla birlikte farklı düzeylerde enzim ilavesi stabilite süresini önemli derecede arttırmıştır ($p<0.01$).

Çizelge 4.29. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi (Dakika) Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Stabilite Süresi (Dakika) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	9.7^{d (1)}	12.1 ^a	9.8 ^d	6.2 ^{lmno}	10.8 ^b	10.8 ^b	10.9 ^b
Buğday Kepeği							
10	8.7^h	9.1 ^g	10.5 ^c	6.1 ^{mno}	9.5 ^{ef}	9.7 ^{de}	9.3 ^{fg}
20	8.2ⁱ	7.6 ^j	9.1 ^g	7.2 ^k	7.2 ^k	8.7 ^h	8.1 ⁱ
30	7.4^{jk}	6.4 ^l	8.8 ^h	6.1 ^{no}	6.4 ^{lm}	9.3 ^{fg}	6.4 ^l
Mısır Kepeği							
10	4.4^q	5.6 ^p	5.9 ^o	3.4 ^r	5.9 ^{no}	6.2 ^{lmn}	5.9 ^o
20	2.1^u	2.7 st	3.0 ^s	2.6 ^t	2.8 st	3.2 ^r	2.7 st

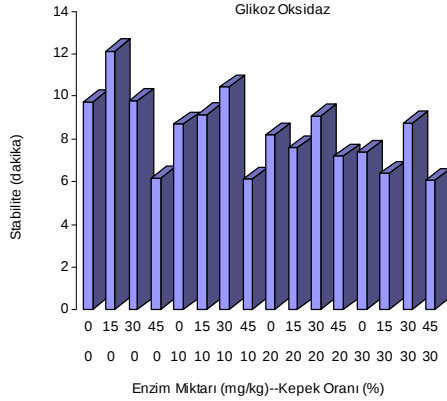
⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Hiç kepek kullanılmayan kontrol örneğinde 15 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz ilavesi stabilite süresi üzerinde belirgin bir artış sağlarken (9.7 dakika'dan 12.1 dakikaya), 30 mg/kg düzeyinde anlamlı bir değişiklik saptanamamış, 45 mg/kg düzeyinde ise stabilite süresinde önemli düzeyde bir azalma meydana gelmiştir. Heksoz oksidaz ilavesi ile stabilite süresinde sağlanan artış glikoz oksidaza göre daha düşük olurken, artan enzim dozajlarının olumsuz bir etkisi belirlenememiştir ($p<0.01$).

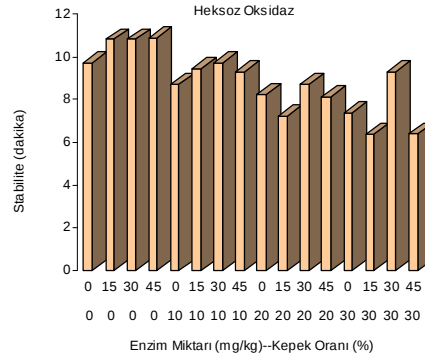
Kepek katkılı denemelerde ise 15 ve 30 mg/kg düzeylerinde glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz katkısı hamur özelliklerini olumlu yönde etkilerken, enzimlerin 45 mg/kg düzeyinde kullanılmasının özellikle artan kepek oranları ile birlikte ek bir yararının olmadığı gözlenmiştir.

Glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın stabilite süresi üzerinde etkili olmalarının nedeni; her iki enzimin aktivitesi sonucu açığa çıkan H_2O_2 'in gluten

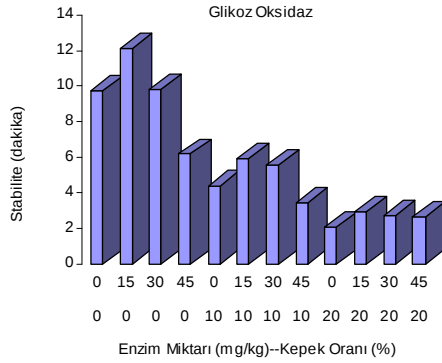
proteinlerindeki -SH gruplarının S-S köprülerine okside etmesine ya da trozin çapraz bağlanmalarına neden olarak hamurun kuvvetlenmesini sağlamasından kaynaklanmaktadır. Daha fazla kovalent bağların oluşması sonucu da hamur daha kuvvetli bir hal almaktadır (Hilhorst ve ark., 1999).



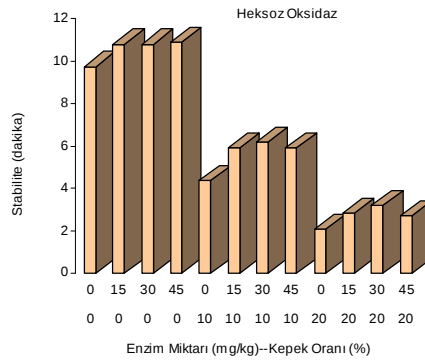
Şekil 4.41. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri



Şekil 4.42. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri



Şekil 4.43. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri



Şekil 4.44. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri

Mısır kepeği içeren hamurların tamamında stabilite süresinin aynı oranlarda buğday kepeği içeren kombinasyonlara göre daha düşük olduğu, birinci grup denemelerde belirlenen mısır kepeğinin olumsuz etkisinin oksidatif enzimlerin kullanılması ile de ortadan kaldırılamadığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44).

Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri (YTS) .⁻

Yoğurma tolerans sayısı değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) Değerleri

KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	35.0 ^{qr (1)}	13.3 st	33.3 ^r	61.7 ^{kl}	41.7 ^{opq}	16.7 ^s	8.3 ^t
Buğday Kepeği							
10	70.0 ^j	81.7 ^j	56.7 ^{lm}	58.3 ^l	66.7 ^{jk}	58.3 ^l	58.3 ^l
20	56.7 ^{lm}	56.7 ^{lm}	46.7 ^{no}	50.0 ^{mn}	48.3 ^{no}	48.3 ^{no}	48.3 ^{no}
30	43.3 ^{nop}	46.7 ^{no}	33.3 ^r	41.7 ^{opq}	46.7 ^{no}	46.7 ^{no}	38.3 ^{pqr}
Mısır Kepeği							
10	111.7 ^{ef}	106.7 ^{fg}	36.7 ^{pqr}	58.3 ^l	116.7 ^{de}	103.3 ^{gh}	106.7 ^{fg}
20	123.3 ^{cd}	136.7 ^a	96.7 ^h	118.3 ^{de}	126.7 ^{bc}	126.7 ^{bc}	131.7 ^{ab}

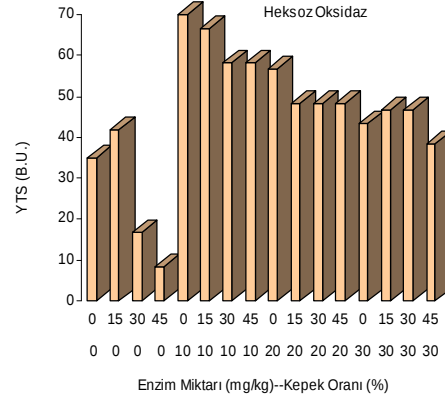
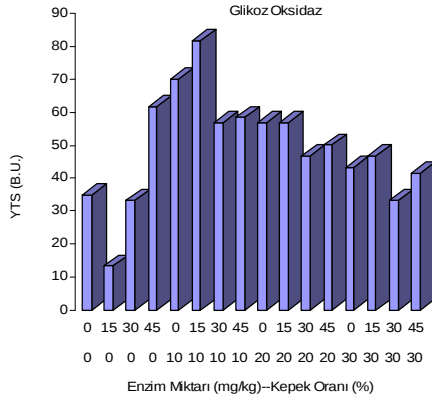
(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Buğday kepeği katkılı un-kepek karışımlarında; kepek oranının artmasına rağmen YTS değerleri azalmıştır. Mısır kepeğinde ise birinci grup denemelerde olduğu gibi kepek oranının artmasına paralel olarak YTS değeri yükselmiştir (Çizelge 4.30, Şekil 4.45, Şekil 4.46, Şekil 4.47 ve Şekil 4.48).

Kontrol örneğinde 15 mg/kg glikoz oksidaz kullanılması ile YTS değerinde belirgin bir azalma saptanırken (13.3 B.U), 30 mg/kg düzeyinde katkısız un örneğine göre önemli bir değişiklik olmamış, 45 mg/kg kullanım oranında ise anlamlı bir artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Heksoz oksidaz kullanılan karışımlarda ise tam tersine enzim oranının artması ile YTS değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

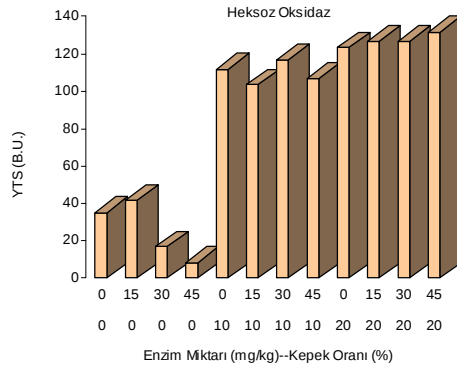
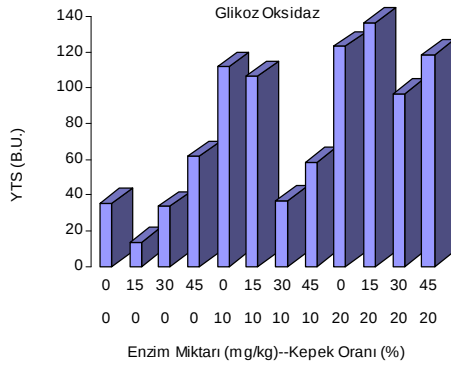
Buğday kepeği katkılı denemelerde glikoz oksidaz 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı zaman YTS değerleri üzerinde olumlu etkide bulunurken, heksoz oksidazın olumlu etkisi %10 kepek düzeyinde 30 mg/kg ve 45 mg/kg düzeylerinde

görülmüş, artan kepek düzeylerinde ise enzim dozajının belirgin bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($p<0.01$).



Şekil 4.45. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının YTS Değerleri

Şekil 4.46. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının YTS Değerleri



Şekil 4.47. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının YTS Değerleri

Şekil 4.48. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının YTS Değerleri

Mısır kepeği içeren denemelerde ise enzimlerin yararlı etkileri 30 mg/kg kullanım düzeyinde belirgin bir hal alırken, %20 mısır kepeği oranında heksoz oksidazın yararlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Yumuşama Derecesi Değerleri (YD) .⁻

Değişik düzeylerde buğday ve mısır kepekleri ile farklı miktarlarda glukoz oksidaz ve heksoz oksidazın kullanıldığı un örneklerinin yumuşama derecesi değerlerine ait ortama değerler Çizelge 4.31'de verilmiştir.

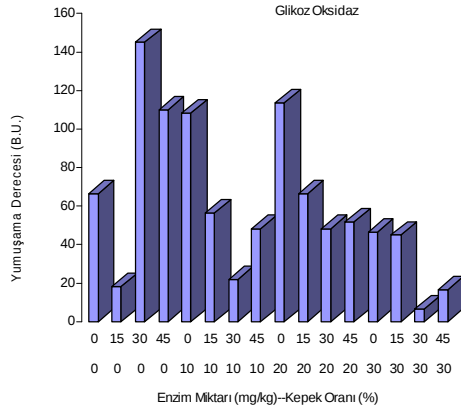
Çizelge 4.31. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi (B.U.) Değerleri

KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Yumuşama Derecesi (B.U.) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	66.7 ^{j (1)}	18.3 ^o	145.0 ^e	110.0 ^f	63.3 ^{jk}	65.0 ^{jk}	65.0 ^{jk}
Buğday Kepeği							
10	108.3 ^f	56.7 ^{kl}	21.7 ^o	48.3 ^{lm}	96.7 ^g	96.7 ^g	93.3 ^g
20	113.3 ^f	66.7 ^j	48.3 ^{lm}	51.7 ^{lm}	88.3 ^{gh}	81.7 ^{hi}	76.7 ⁱ
30	46.7 ^{mn}	45.0 ^{mn}	6.6 ^p	16.7 ^o	46.7 ^{mn}	45.0 ^{mn}	48.3 ^{lm}
Mısır Kepeği							
10	151.7 ^{cde}	146.7 ^{de}	48.3 ^{lm}	51.7 ^{lm}	155.0 ^{cd}	146.7 ^{de}	158.3 ^c
20	191.7 ^a	151.7 ^{cde}	38.3 ⁿ	78.3 ⁱ	158.3 ^c	151.7 ^{cde}	171.7 ^b

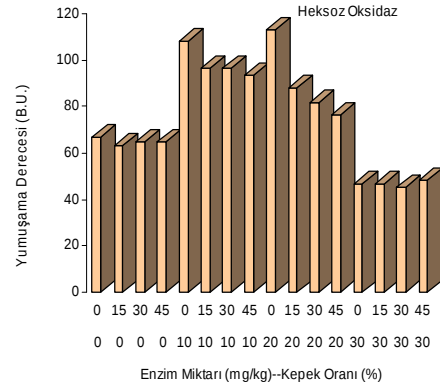
(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelgenin incelenmesi ile de görülebileceği gibi denemelerin hepsinde de yumuşama derecesi değerlerinde gözlemlenen değişiklikler yoğurma tolerans sayısı değerlerinde gözlemlenen değişiklikler ile uyum göstermektedir. YTS değerinde olduğu gibi kontrol örneğine 15 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz ilave edilmesi ile yumuşama derecesi değerinde yaklaşık %70 oranında bir düşüş sağlanmıştır. Heksoz oksidaz ise her üç kullanım düzeyinde de yumuşama derecesi üzerinde belirgin bir etkiye neden olmamıştır ($p < 0.01$).

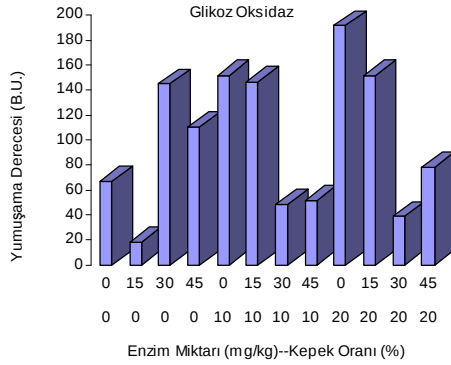
Kepekli denemelerde enzim kullanılması yumuşama derecesi değerlerinin azalmasını sağlamış, glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz katkılı karışımlarda en belirgin azalma her iki kepek çeşidinde de 30 mg/kg düzeyinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.49, Şekil 4.50, Şekil 4.51 ve Şekil 4.52). Buğday kepeği katkılı denemelerde heksoz oksidaz %20 kepek düzeyine kadar (heksoz oksidazın kullanım düzeyine bağlı olmaksızın) yumuşama derecesini azaltıcı yönde etkide bulunmuş, ancak %30 kepek oranında önemli bir fark oluşturmamıştır ($p < 0.01$).



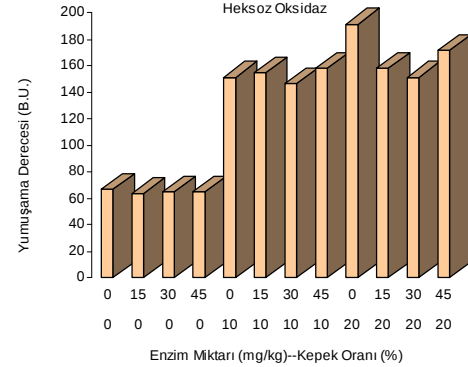
Şekil 4.49. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri



Şekil 4.50. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri



Şekil 4.51. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri



Şekil 4.52. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi Değerleri

Mısır kepeği içeren karışımlarda %10 kepek oranında heksoz oksidazın artan düzeyleri önemli bir fark oluşturmazken, %20 kepek düzeyinde enzim kullanılması ile yumuşama derecesi değerlerinde azalma sağlanmış, en belirgin etki enzimin 15 ve 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı denemelerde görülmüştür.

4.3.2.2. Ekstensogram Değerleri

Ekstensograf denemeleri de farinograf denemelerinde olduğu gibi una değişik düzeylerde buğday (%0-10-20-30) ve mısır (%0-10-20) kepeği ile farklı miktarlarda (0-15-30 ve 45 mg/kg) glukoz oksidaz ve heksoz oksidaz ilave edilerek hazırlanan hamurlar üzerinde yapılmıştır. Denemelerde farinograf çizimlerinde olduğu gibi sabit katkı olarak 75 mg/kg Askorbik Asit, %0.5 oranında toz glukoz ve SGPT düzeyinde

kuru gluten kullanılmıştır. Denemeler sonucunda ekstensogram değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.32, Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36'da, ekstensogramlar ise Şekil 4.53, Şekil 4.54, Şekil 4.55 ve Şekil 4.56'da verilmiştir.

Sabit Deformasyondaki Direnç (R₅) Değerleri .⁻

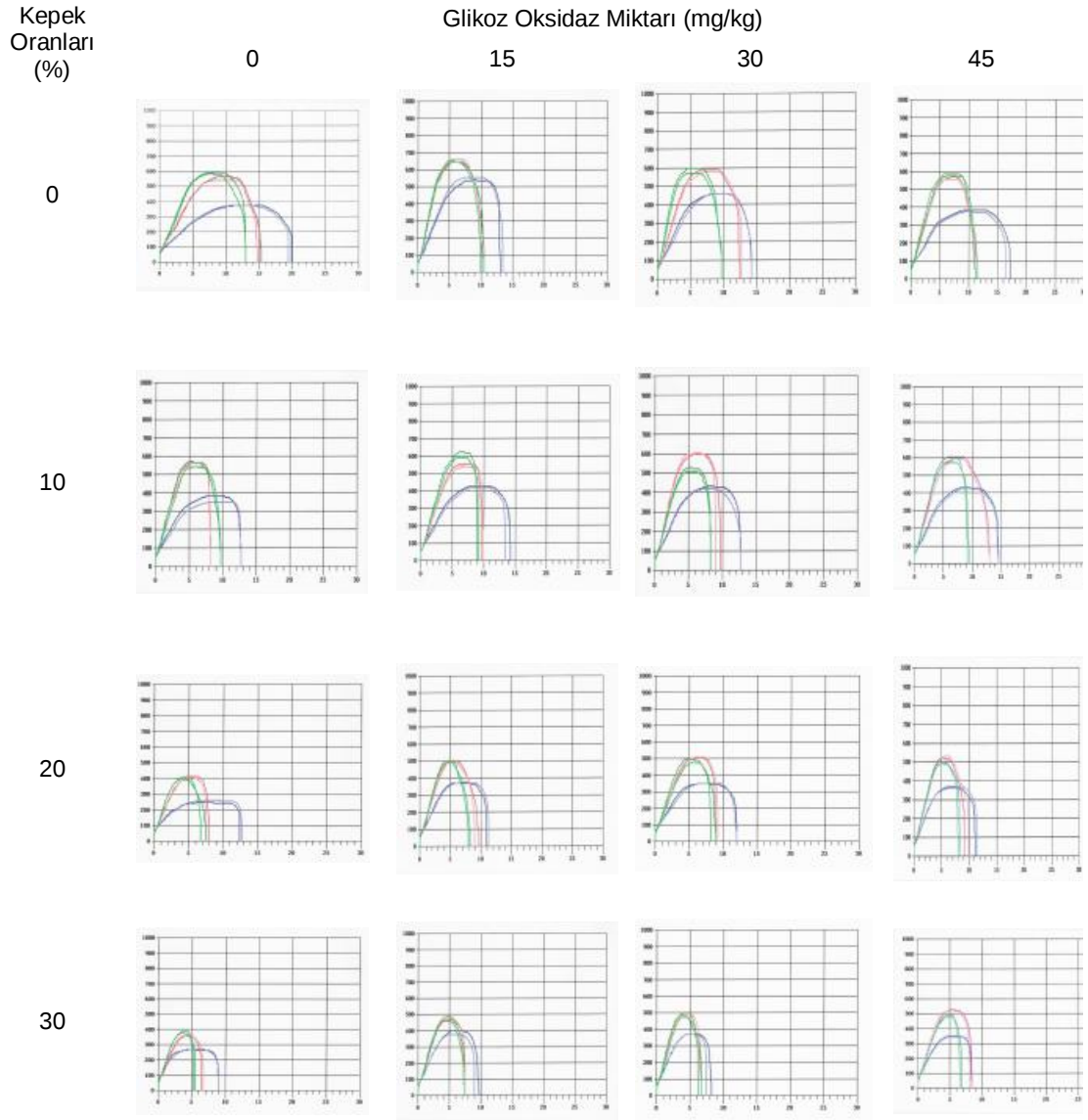
İkinci grup denemelerde hazırlanan hamurların R₅ değerlerinin belirlenmesine yönelik yapılan denemeler sonucu elde edilen bulgular Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Sabit Deformasyondaki Direnç (R₅) (B.U.) Değerleri

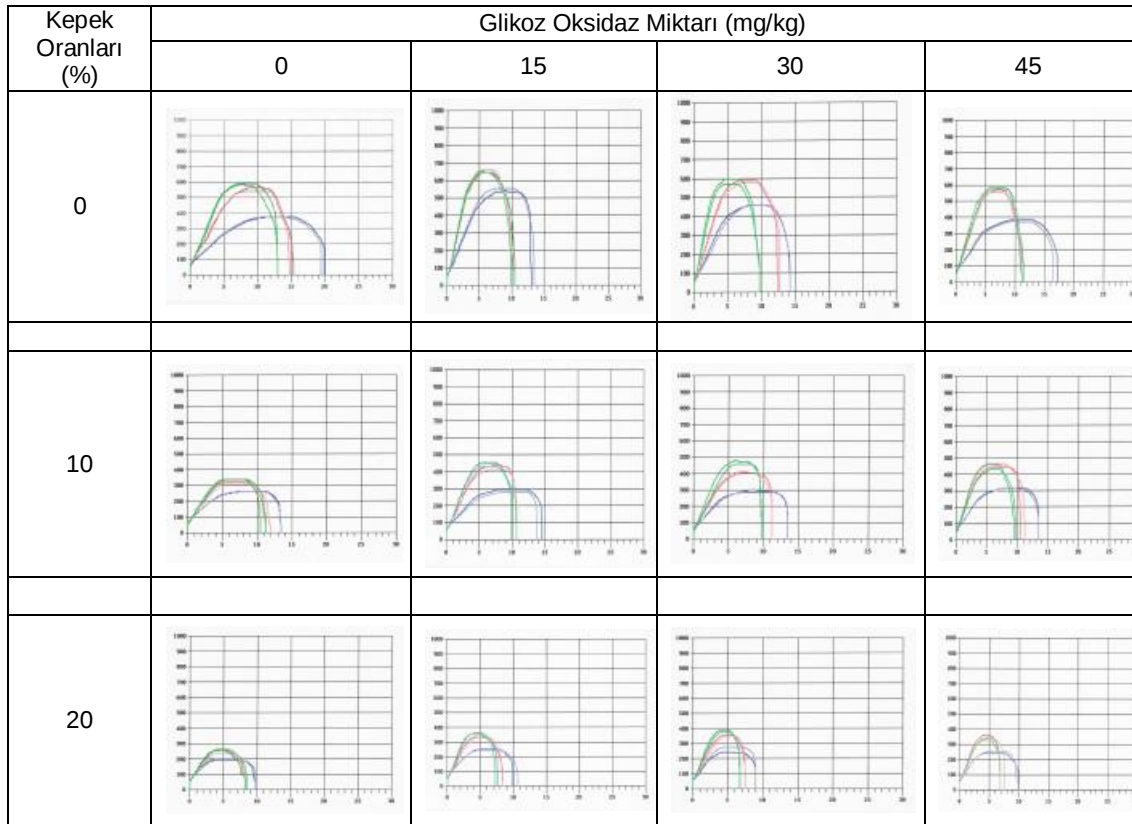
KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Sabit Deformasyondaki Direnç (R ₅) (B.U.) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	420.3 ^{lm (1)}	571.7 ^a	497.3 ^b	473.3 ^{cd}	452.3 ^{efgh}	462.0 ^{def}	467.7 ^{ed}
Buğday Kepeği							
10	474.0 ^{cd}	503.0 ^b	493.7 ^b	490.0 ^{bc}	490.7 ^{bc}	448.0 ^{fghi}	458.7 ^{defg}
20	322.7 ^{qr}	447.7 ^{fghij}	434.7 ^{hijkl}	441.3 ^{ghijk}	438.3 ^{hijkl}	429.3 ^{ijkl}	447.0 ^{fghij}
30	326.0 ^{pqr}	445.0 ^{fghij}	437.3 ^{hijkl}	437.7 ^{hijkl}	428.3 ^{ijkl}	422.3 ^{klm}	430.3 ^{ijkl}
Mısır Kepeği							
10	283.0 ^t	367.3 ^o	409.7 ^m	390.7 ⁿ	329.7 ^{pqr}	343.3 ^p	337.3 ^{pq}
20	231.7 ^u	314.0 ^{rs}	331.3 ^{pqr}	317.3 ^r	297.7 st	292.7 ^t	287.0 ^t

(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

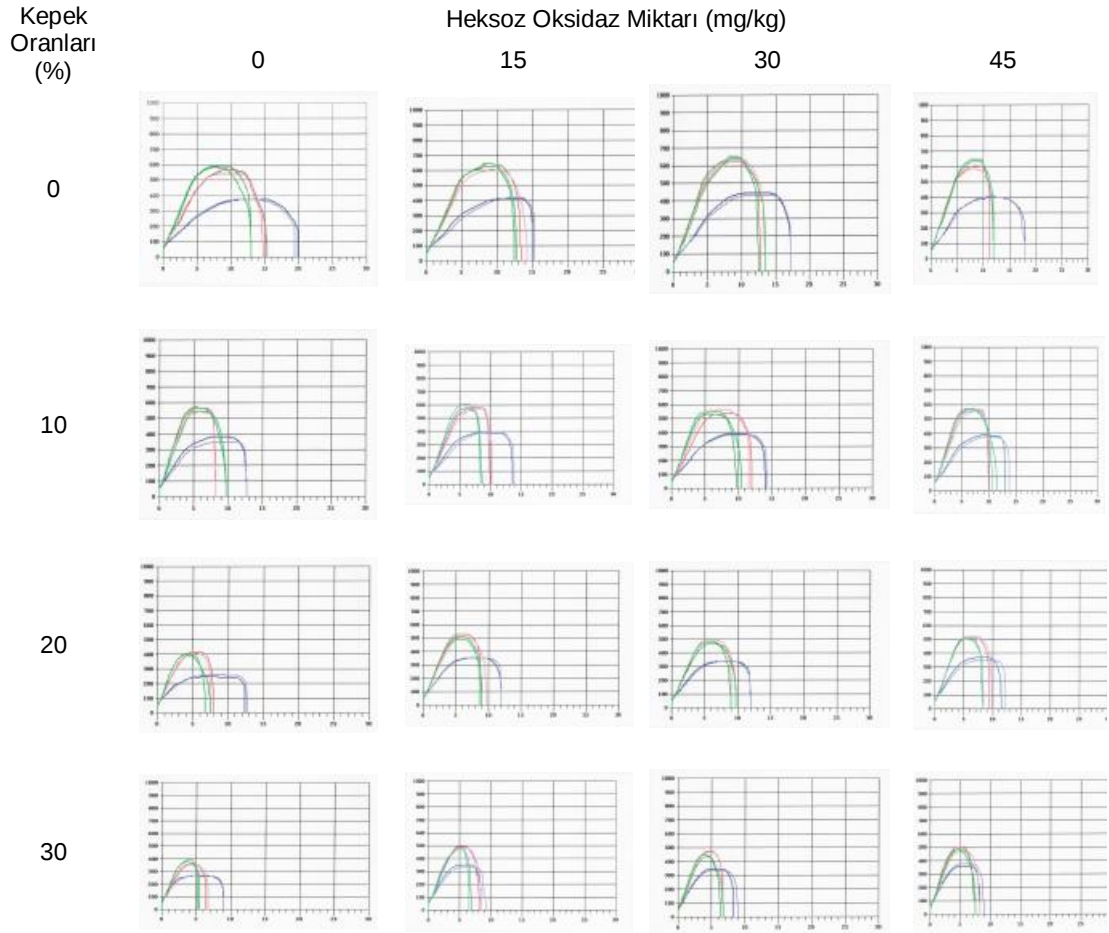
Çizelgenin incelenmesiyle de görülebileceği gibi R₅ değerindeki en fazla artış (yaklaşık %35) kontrol örneğine 15 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz ilave edilmesi ile sağlanmıştır. Kontrol örneğinde R₅ değeri artan glikoz oksidaz düzeyine karşılık orantılı bir şekilde azalırken, artan heksoz oksidaz düzeyi bu değer üzerinde anlamlı bir etki oluşturmamıştır (p<0.01). R₅ değerinde gözlenen bu azalmanın aşırı oksidasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. Glikoz oksidazın 30 mg/kg düzeyine kadar heksoz oksidaza göre daha etkili olduğu ancak bu düzeyden fazla (45 mg/kg) kullanıldığı takdirde iki enzimin R₅ değerleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark olmadığı görülmüştür (p<0.01).



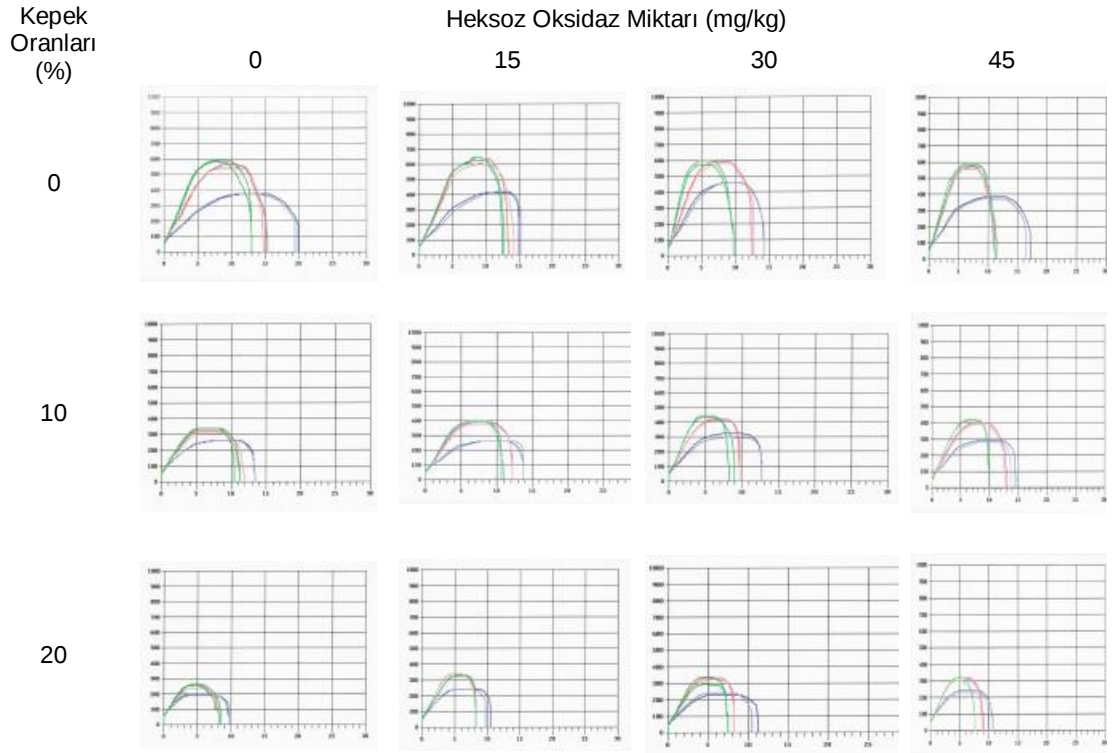
Şekil 4.53. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



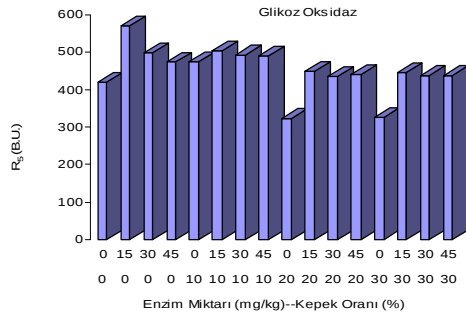
Şekil 4.54. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



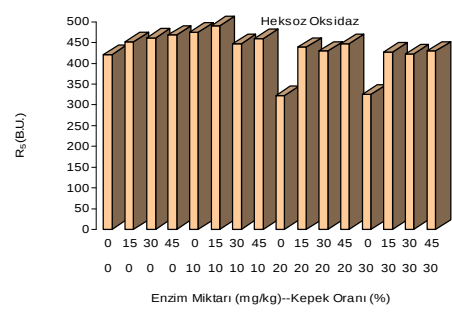
Şekil 4.55. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



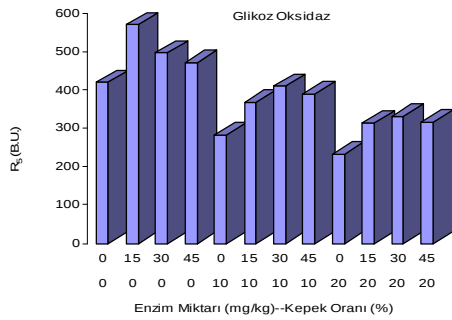
Şekil 4.56. İkinci Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



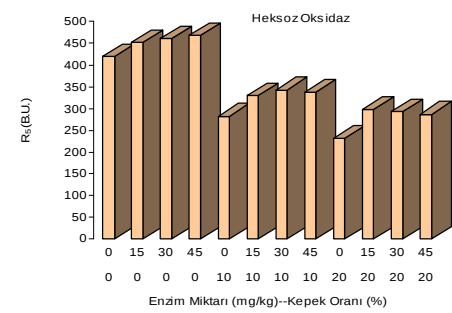
Şekil 4.57. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R₅ Değerleri



Şekil 4.58. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R₅ Değerleri



Şekil 4.59. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R₅ Değerleri



Şekil 4.60. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının R₅ Değerleri

Buğday kepeği içeren hamurlarda %10 kepek kullanım düzeyinde glukoz oksidaz'ın her üç kullanım düzeyi ile heksoz oksidaz'ın 15 mg/kg kullanım düzeyleri arasında önemli bir fark oluşmamış, heksoz oksidaz bu düzeyden fazla kullanıldığı zaman R₅ değerlerinde azalmaya neden olmuştur. %20 ve %30 kepek düzeylerinin her ikisinde de gerek enzim çeşidi gerekse enzim oranı R₅ değerleri üzerinde anlamlı bir fark oluşturmamıştır (Şekil 4.57 ve Şekil 4.58).

Mısır kepeği katkılı denemelerde en yüksek R₅ değerinin glukoz oksidazın 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı örneğe ait olduğu, heksoz oksidaz katkılı örneklerde ise enzim kullanımı ile R₅ değerinde önemli bir artış sağlandığı, ancak bu artış üzerinde enzim düzeyinin anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.59 ve Şekil 4.60).

Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri .

İkinci grup denemelerde elde edilen ortalama maksimum direnç değerleri Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Maksimum Direnç (Rmax) (B.U.) Değerleri

KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Maksimum Direnç (B.U.) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	512.7 ^{ef (1)}	604.7 ^a	534.0 ^{cd}	515.0 ^{ef}	550.7 ^c	580.7 ^b	567.7 ^b
Buğday Kepeği							
10	493.0 ^g	536.3 ^{cd}	521.3 ^{de}	523.0 ^{de}	494.3 ^g	523.7 ^{de}	501.3 ^{fg}
20	327.3 ^{qr}	456.7 ^h	445.7 ^{hi}	450.0 ^{hi}	450.7 ^{hi}	459.0 ^h	443.3 ^{hij}
30	348.0 ^p	448.7 ^{hi}	445.0 ^{hij}	441.3 ^{hij}	427.3 ^{kl}	434.3 ^{ijk}	432.7 ^{ijk}
Mısır Kepeği							
10	296.3 ^s	388.0 ^m	419.0 ^{kl}	411.7 ^l	349.7 ^{op}	365.3 ^{no}	367.7 ⁿ
20	232.7 ^t	316.0 ^r	334.7 ^{pq}	321.7 ^{qr}	298.3 ^s	293.7 ^s	288.0 ^s

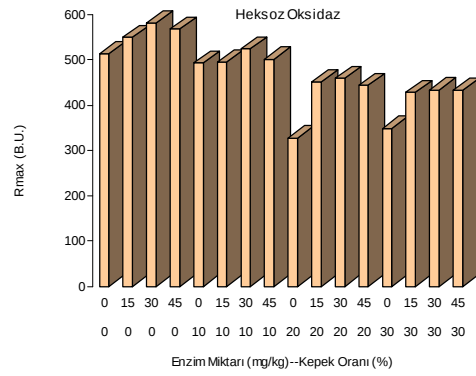
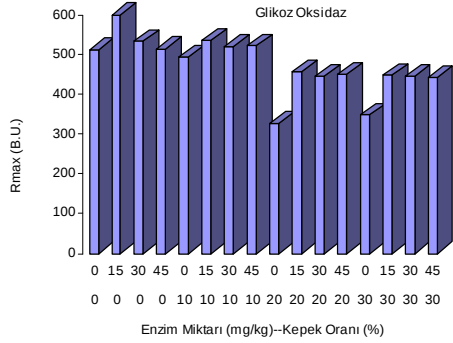
⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.33’den de görülebileceği gibi, birinci grup denemelerde olduğu gibi kepek oranının artması Rmax değerini olumsuz yönde etkilemiştir. Karışımlara enzim ilave edilmesi ile bu değerde önemli derecede bir iyileşme sağlanmıştır.

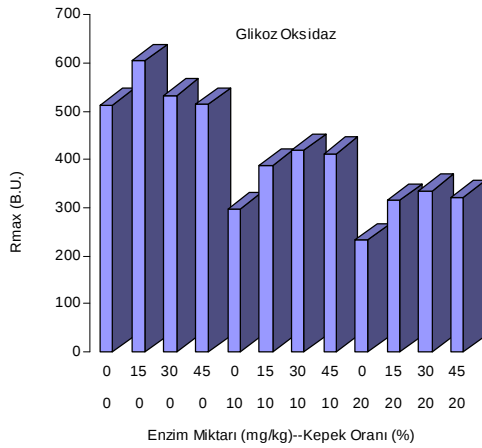
Kontrol örneğinde en yüksek hamur direncinin 15mg/kg glikoz oksidaz ile sağlanabildiği onu 30 mg/kg heksoz oksidaz kullanılan denemenin izlediği, glikoz oksidaz’ın 45 mg/kg’a çıkarılmasının kontrol örneğinin Rmax değerinde önemli bir fark oluşturmadığı, heksoz oksidaz’ın ise aynı kullanım düzeyinde glikoz oksidaz’a göre bu değeri daha fazla yükselttiği belirlenmiştir.

Kepek katkılı denemelerde (Şekil 4.61, Şekil 4.62, Şekil 4.63 ve Şekil 4.64) her iki enzim de Rmax değerinin önemli düzeyde artmasını sağlarken, buğday kepekli formüllerde Rmax değeri üzerine enzim miktarının artması anlamlı bir etki oluşturmamıştır ($p < 0.01$). Mısır kepeği katkılı denemelerde ise glikoz oksidaz 15 mg/kg düzeyinin üzerinde kullanıldığı zaman direnci artırma yönünde daha etkili

olurken, hamur direncinin artması yönünde heksoz oksidaz dozajlarının arttırılması belirgin bir fark oluşturmamıştır.

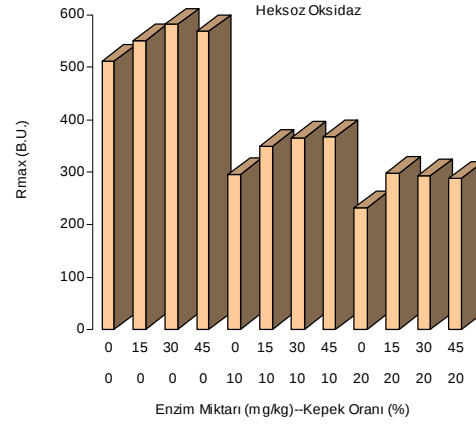


Şekil 4.61. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri



Şekil 4.63. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri

Şekil 4.62. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri



Şekil 4.64. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Rmax Değerleri

Glikoz oksidazın artan düzeylerde kullanılması ile hamurun Rmax değerlerinde meydana gelen azalmanın aşırı oksidasyon sonucu zayıf işlenme özelliği ve sıkı yapıya sahip bir hamur oluşumuna neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Glikoz oksidazın hamur özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (Hilhorst ve ark., 1999); enzimin hamurun kuruluşunda, kabarmasında ve elastikiyetinde belirgin bir artış sağladığı, ancak uzayabilirliği ve yapışkanlığı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı, glikoz oksidaz ile hazırlanan hamurların

deformasyona ve uzamaya karşı dirençlerinin kontrolden ve diğer örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiş olup; bu etki durumu glikoz oksidaz tarafından oluşturulan H_2O_2 'in S-S bağları oluşturucu etkisine, dolayısıyla hamurun kuvvetlenmesine bağlanmaktadır.

Wikström ve Eliasson (1998), glikoz oksidazın; hamurun yoğrulmasının hemen ardından ölçülen direnci diğer katkılara (potasyum bromat, askorbik asit, proteaz) kıyasla daha fazla arttırdığını; söz konusu enzimin zayıf unlar üzerinde diğer unlara oranla daha fazla etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Rosell ve ark., (2003) tarafından yapılan bir çalışmada; transglutaminaz ve glikoz oksidaz ilavesi ile buğday proteinlerini modifiye etmek suretiyle hamurun reolojik özelliklerinin ve gluten kalitesinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Adı geçen araştırmacılar glikoz oksidaz'ın alveografik parametrelerden biri olan stabiliteyi arttırdığını, ekstensograf da ise kontrole göre hamurun uzama yeteneğini azalttığını fakat hamur direncini arttırdığını belirlemişlerdir.

Poulsen ve Hostrup (1998), heksoz oksidazın hamur reolojisi üzerine etkisini aynı dozajda kullanılan glikoz oksidazın etkisi ile karşılaştırmak amacıyla yaptıkları ekstensograf çalışmaları sonucunda; her iki enzimin de kontrole göre hamurun direncini arttırıp, uzama yeteneğini azalttığını belirlemişlerdir.

İkinci grup denemelerde elde edilen; glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın hamur direncini arttırma yönündeki etkisi yukarıda belirtilen çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar ile uyum içerisinde. Ancak yapılan literatür taramasında bu enzimlerin kepek katkılı ekmeklerin üretiminde kullanımı ile ilgili bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Uzama (E) Değerleri .

İkinci grup denemelerde elde edilen hamur örneklerinin uzama kabiliyetine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.34'de verilmiştir. Kontrol örneğine glikoz oksidaz ilave edilmesi ile maksimum direnç değerinin artmasının sonucu beklenilebileceği gibi uzama değerleri azalmıştır.

Kepek ilave edilmesi hamurların elastikiyetini (uzama değerlerini) azaltmıştır. Buğday kepeği karışımlarında her üç kullanım düzeyinde de glikoz

oksidaz uzama değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamış, sadece %10 buğday kepekli denemelerde 45 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz ilave edilmesi ile uzama değerinde katkısız kontrol örneğine göre belirgin bir artış saptanmıştır. Heksoz oksidaz ise katkısız örneklerle göre uzama değerlerinde artış sağlamış, ancak enzim düzeyindeki artışın bu konuda önemli bir etkisi olmamıştır.

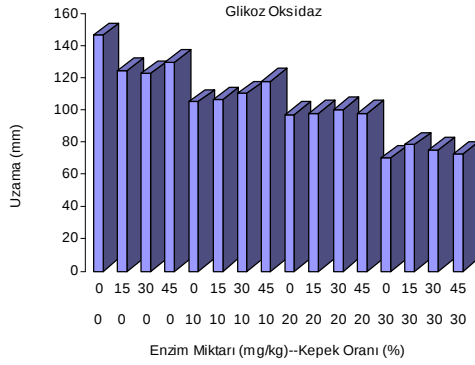
Mısır kepeğinin kullanıldığı denemelerde de glikoz oksidaz %10 kepek düzeyinde hamurun uzama yeteneğinin azalmasına neden olurken, %20 kepek düzeyinde önemli bir fark oluşturmamıştır. Heksoz oksidaz buğday kepekli çizimlerde olduğu gibi mısır kepekli çizimlerde de uzama yeteneği üzerinde daha olumlu etkide bulunmuş, %10 kepek düzeyinde enzimin 45 mg/kg düzeyinde kullanılması daha etkili olurken, %20 kepek oranına çıkıldığında artan enzim düzeyinin anlamlı bir farka neden olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.34. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama (mm) Değerleri

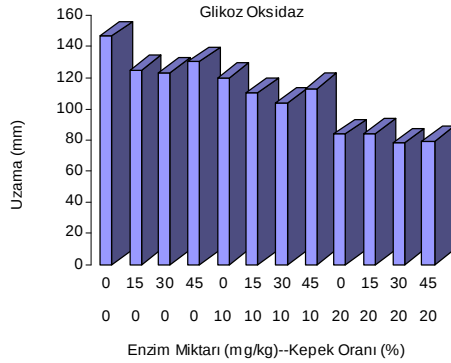
KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Uzama (mm) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	146.7 ^{a (1)}	124.7 ^{cde}	123.0 ^{de}	130.0 ^c	137.0 ^b	142.7 ^{ab}	141.0 ^{ab}
Buğday Kepeği							
10	105.0 ^{klm}	106.7 ^{jkl}	110.3 ^{ijk}	118.0 ^{efgh}	113.7 ^{fghi}	119.0 ^{efgh}	119.1 ^{efgh}
20	97.3 ^{opq}	98.0 ^{nop}	100.3 ^{lmno}	98.0 ^{nop}	99.3 ^{mno}	105.3 ^{klm}	103.0 ^{lmno}
30	70.3 ^w	78.7 ^{tuv}	75.3 ^{uvw}	72.7 ^{vw}	86.0 ^{rs}	82.7 st	81.7 ^{stu}
Mısır Kepeği							
10	119.7 ^{efg}	110.3 ^{ijk}	104.3 ^{klmn}	113.3 ^{ghı}	120.0 ^{ef}	113.0 ^{hij}	126.7 ^{cd}
20	83.7 st	84.0 st	78.0 ^{tuv}	79.3 ^{tu}	91.3 ^{qr}	90.3 ^r	92.3 ^{pqr}

(1) : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

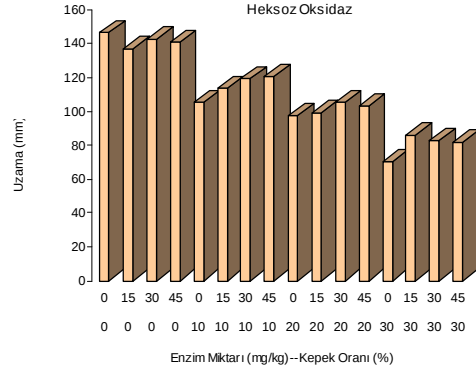
Genel olarak elde edilen bulgular neticesinde glikoz oksidazın 30 mg/kg düzeyinden sonra hamura daha kuru ve sıkı bir yapı kazandırarak elastikiyetini azalttığı, heksoz oksidazın ise böyle bir etkide bulunmadığı, hamur direncini arttırmakla birlikte hamurun uzama yeteneğini çok fazla azaltmadığı görüşüne varılmıştır.



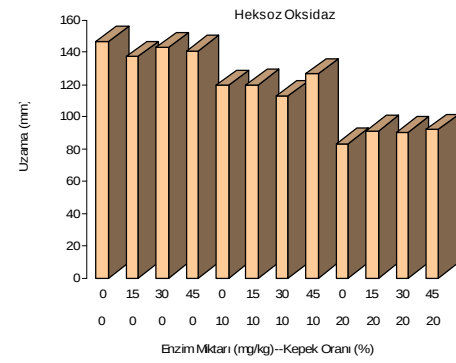
Şekil 4.65. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri



Şekil 4.67. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri



Şekil 4.66. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri



Şekil 4.68. Değişik Düzeylerde Glukoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri

Küçük (2003) tarafından yapılan bir çalışmada da farklı miktarlarda glukoz oksidaz ile birlikte farklı oranlarda askorbik asit kullanılmasının hamur reolojisi üzerindeki etkisi araştırılmış ve bu iki oksidan maddenin kombinasyonu sonucu hamurların, sabit deformasyondaki direnç, maksimum direnç, enerji ve oran değerlerinin artış gösterdiği, buna karşılık uzama yeteneğinin azaldığı, ayrıca ikili kombinasyon ile sağlanan artışların glukoz oksidaz ve askorbik asidin tek başına kullanılmaları ile sağlanan artıştan biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Enerji (A) Değerleri .

İkinci grup denemelerde elde edilen enerji değerlerine ilişkin ortalama ölçüm sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

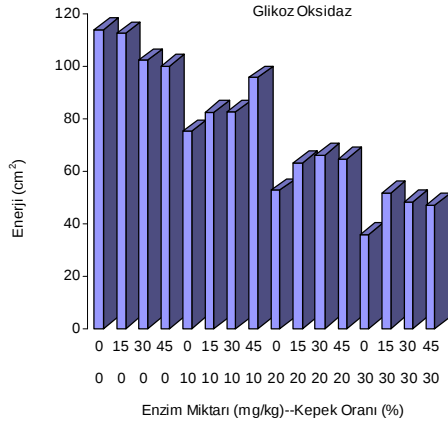
Katkı ilavesi yapılmayan örnekler içerisinde kontrol hamurunun enerji değeri (114.0 cm^2) diğerlerinden daha yüksek bulunurken, kepek oranının artmasına koşut olarak enerji değerleri azalmış bu azalma mısır kepeği içeren örneklerde daha belirgin bir hal almıştır. Kontrol örneğine 15 mg/kg glikoz oksidaz, 30 ve 45 mg/kg oranında heksoz oksidaz ilave edilmesi ile enerji değerinde önemli bir fark oluşmadığı, 30 ve 45 mg/kg glikoz oksidaz ve 15 mg/kg heksoz oksidaz kullanım düzeyleri arasında da önemli bir fark olmadığı, bu düzeylerdeki enzim kullanımının enerji değerini kontrol örneğine göre bir miktar azalttığı saptanmıştır.

Çizelge 4.35. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji (cm^2) Değerleri

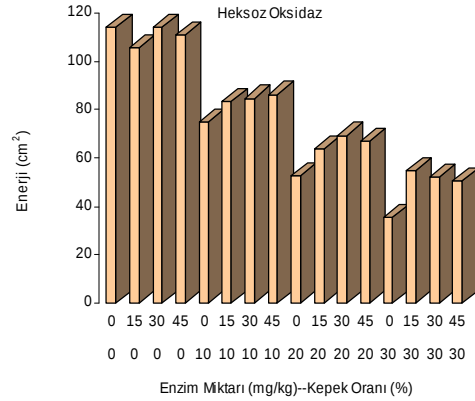
KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Enerji (cm^2) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	114.0 ^{a (1)}	112.3 ^{ab}	102.3 ^{cd}	100.0 ^{cd}	105.7 ^{bc}	114.0 ^a	111.0 ^{ab}
Buğday Kepeği							
10	75.0 ^f	82.3 ^e	82.7 ^e	95.7 ^d	83.3 ^e	84.7 ^e	86.3 ^e
20	52.7 ^{ijk}	63.3 ^g	66.0 ^g	64.7 ^g	63.7 ^g	69.3 ^{fg}	66.7 ^g
30	35.7 ^{mn}	51.7 ^{ijk}	48.3 ^{jk}	47.0 ^{kl}	54.7 ^{ij}	52.0 ^{ijk}	50.3 ^{ijk}
Mısır Kepeği							
10	56.3 ^{hi}	62.7 ^{gh}	66.0 ^g	68.3 ^{fg}	63.7 ^g	62.0 ^{gh}	68.7 ^{fg}
20	30.7 ⁿ	39.7 ^m	38.7 ^m	38.0 ^m	40.0 ^m	40.7 ^{lm}	41.0 ^{lm}

(1) : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

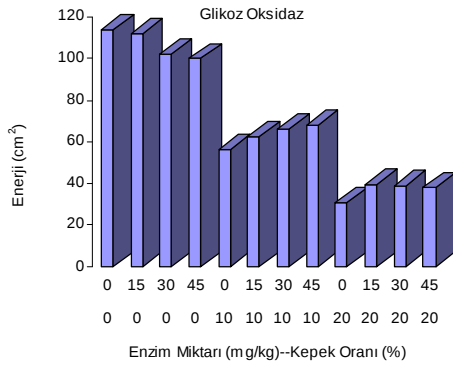
Her iki kepek çeşidinde de enerji değerleri enzim kullanımı ile birlikte artmış, ancak enzim oranının artması bu değer üzerinde ek bir yarar sağlamamıştır. Sadece diğer denemelerden farklı olarak %10 buğday kepeği katkılı formüllerde 45 mg/kg glikoz oksidaz ilavesi enerji değerini önemli ölçüde arttırmıştır (Şekil 4.69-70-71 ve Şekil 4.72).



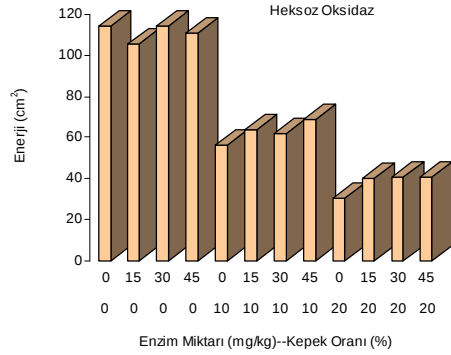
Şekil 4.69. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri



Şekil 4.70. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri



Şekil 4.71. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri



Şekil 4.72. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri

Oran (Rmax/E) Değerleri .-

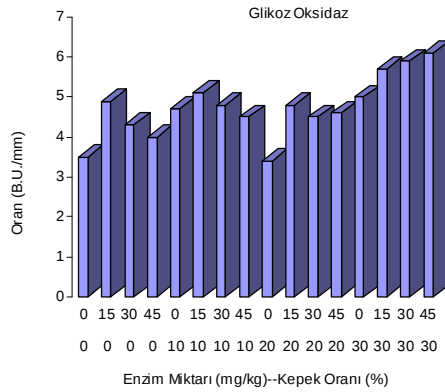
Değişik oranlarda buğday ve mısır kepeği ile farklı miktarlarda glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz kullanılarak hazırlanan hamurların ortalama oran değerleri Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Kontrol örneğinde enzim ilavesi oran değerlerini attırırken en yüksek oran değerinin (4.9 B.U./ mm) glikoz oksidazın 15 mg/kg düzeyinde kullanıldığı hamur örneğine ait olduğu, diğer enzim kullanım düzeylerinde oran değerleri açısından önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p < 0.01$). Bu durum 15 mg/kg oranında glikoz oksidaz içeren örneklerin maksimum direnç değerlerinin katkısız örneklere ve diğer enzim düzeylerine göre yüksek olmasının, uzama değerlerinin ise daha düşük olmasının bir sonucudur.

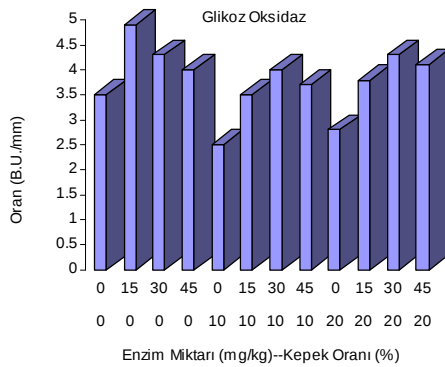
Çizelge 4.36. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran (B.U./mm) Değerleri

KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Oran (B.U./mm) Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	3.5 ^{qrs (1)}	4.9 ^{defgh}	4.3 ^{jklmn}	4.0 ^{nop}	4.0 ^{nop}	4.1 ^{mno}	4.0 ^{nop}
Buğday Kepeği							
10	4.7 ^{fghi}	5.1 ^{cde}	4.8 ^{efghi}	4.5 ^{hijk}	4.7 ^{fghi}	4.2 ^{klmn}	4.2 ^{klmn}
20	3.4 ^{rs}	4.8 ^{efghi}	4.5 ^{ijklm}	4.6 ^{ghij}	4.6 ^{ghij}	4.2 ^{klmno}	4.5 ^{hijkl}
30	5.0 ^{cdefg}	5.7 ^b	5.9 ^{ab}	6.1 ^a	5.1 ^{jdef}	5.2 ^{cd}	5.3 ^c
Mısır Kepeği							
10	2.5 ^v	3.5 ^{qrs}	4.0 ^{nop}	3.7 ^{pqr}	2.9 ^{tu}	3.2 st	2.9 ^{ut}
20	2.8 ^{uv}	3.8 ^{opq}	4.3 ^{jklmn}	4.1 ^{lmno}	3.3 st	3.3 st	3.1 ^{stu}

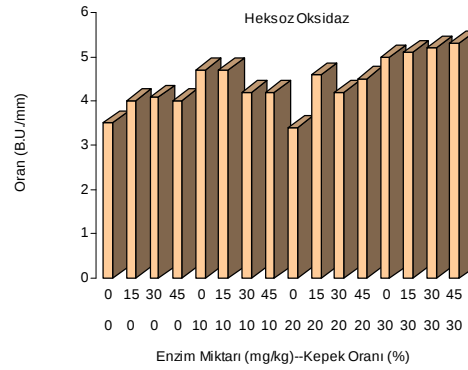
(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.



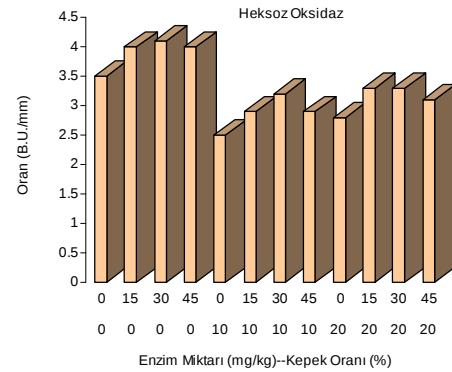
Şekil 4.73. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran Değerleri



Şekil 4.75. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran Değerleri



Şekil 4.74. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran Değerleri



Şekil 4.76. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran Değerleri

Enzim içeren denemelerde kepek oranının artması (%30 buğday kepeği haricinde) oran değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamış, ancak katkısız örneklerle nazaran oran değerlerinin artmasını sağlamıştır (Şekil 4.73, Şekil 4.74, Şekil 4.75, Şekil 4.76).

4.3.2.3. Ekmek Analiz Sonuçları

Değişik düzeylerde glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz ile farklı oranlarda buğday ve mısır kepeği kullanılarak üretilen ekmeklerin fotoğrafları Ek-1c, Ek1d ve Ek1-e’de verilmiş olup ekmek niteliklerine ilişkin bulgular aşağıda, ayrı alt başlıklar altında açıklanmıştır. Ekmek üretiminde de sabit katkı olarak 75 mg/kg Askorbik Asit, %0.5 glikoz ve SGPT düzeyde kuru gluten kullanılmıştır. Bununla birlikte her 100 g un ya da un-kepek karışımı için farinograf cihazında belirlenen miktar kadar su, %3 maya ve %1.5 oranında tuz kullanılmıştır.

Hacim Verimi .

İkinci grup denemelerde üretilen ekmeklerin hacim verimlerine ilişkin değerler Çizelge 4.37’da verilmiştir.

Birinci grup denemelerde olduğu gibi ikinci grup denemelerde de artan kepek oranına karşılık hacim değerleri önemli ölçüde azalma göstermiştir ($p<0.01$). Denemelerin tamamında en yüksek hacim değerinin (605 cm^3) glikoz oksidazın 15 mg/kg oranında kullanıldığı kontrol örneğine ait olduğu belirlenmiştir.

Glikoz oksidazın hamurun işleme toleransını arttırdığını, iyi bir fırın sıçraması ve ekmek hacmi sağladığını (Van Oort, 1996: Bonet ve ark., 2006’dan; Gujral ve Rosell, 2004) bu suretle, bromatların ve kısmen de yüzey aktif maddelerin yerini alabileceğini bildiren çalışmalar mevcuttur (Haarasilta ve ark., 1989).

Gerek kontrol gerekse buğday ve mısır kepeği içeren denemelerin tamamında glikoz oksidaz 15 mg/kg, heksoz oksidaz ise 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı zaman hacim değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Kontrol örneğinde ve %10 kepek ilavesi yapılan örneklerde glikoz oksidazın artan düzeyleri hacim üzerinde olumlu bir etki sağlamazken, özellikle 45 mg/kg kullanım düzeyinde katkısız örneklerin bile

gerisinde kalmasına neden olmuştur. Ancak %20 ve %30 buğday kepeği içeren denemelerde glikoz oksidaz kullanılması ile ekmeklerin hacim değerleri katkısız ekmeklere göre azalan enzim düzeyi ile orantılı olarak iyileşme göstermiştir. Kontrol örneği ile %10 mısır ve buğday kepeği karışımlarında meydana gelen olumsuz etki, muhtemelen, artan glikoz oksidaz düzeylerinin neden olduğu aşırı oksidasyon nedeniyle, belirtilen koşullarda ekmek içinin sıkı ve sert bir yapı kazanmasına dolayısıyla ekmek hacminin yeterince gelişmemesine bağlanabilir.

Çizelge 4.37. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri

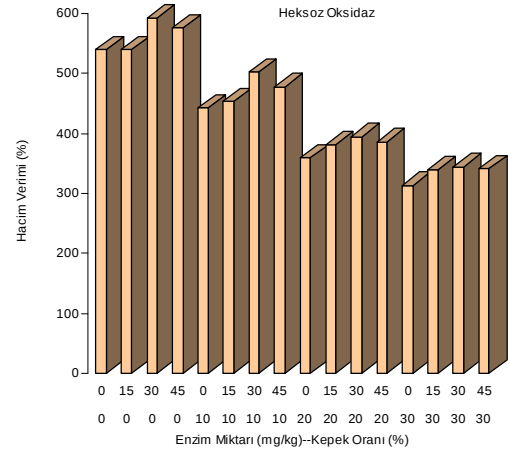
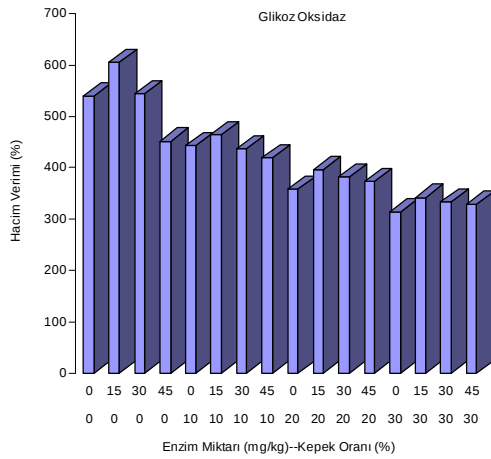
KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Hacim Verimi (cm ³ /100g un ya da un-kepek karışımı)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	540 ^{d (1)}	605 ^a	545 ^d	452 ^{hij}	541 ^d	593 ^b	576 ^c
Buğday Kepeği							
10	443 ^{kl}	464 ^g	437 ^{kl}	420 ^m	453 ^{hi}	503 ^e	478 ^f
20	359 ^t	397 ^o	381 ^{qr}	374 ^{rs}	381 ^{qr}	395 ^{op}	386 ^{pq}
30	314 ^y	343 ^{vw}	334 ^{wx}	329 ^x	340 ^{vw}	344 ^v	341 ^{vw}
Mısır Kepeği							
10	416 ^{mn}	445 ^{ijk}	435 ^l	407 ⁿ	424 ^m	460 ^{gh}	450 ^{ij}
20	330 ^x	354 ^{tu}	348 ^{uv}	342 ^{vw}	361 ^t	371 ^s	355 ^{tu}

(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Aşırı oksidasyona maruz kalmış hamurlar sert, sıkı, şekil verilmesi zor ve kolayca parçalanabilen bir hamur yapısı gösterirler. Gluten yeterince elastik olmadığı için, bu tür hamurlardan yapılan ekmeklerin hacimleri tam olarak gelişemez, ekmek içi yapılarında da düzensizlikler görülür (Fischer, 1985).

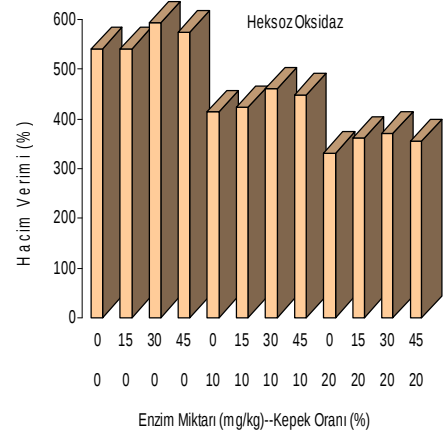
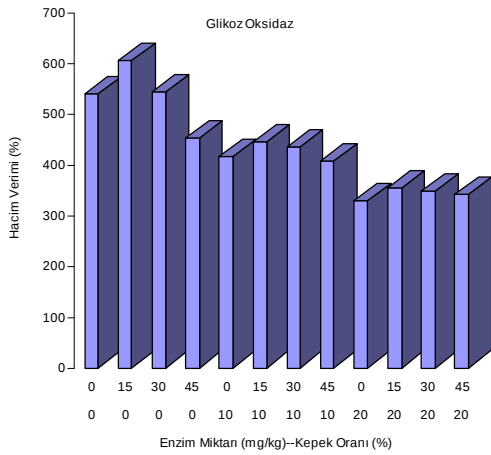
Heksoz oksidazın artan dozajları glikoz oksidaz kadar olumsuz olmamıştır. Kontrol örneğinde ve %10 mısır kepeği karışımlarında heksoz oksidaz 15 mg/kg düzeyinde hacim üzerinde önemli bir etki meydana getirmezken ($p < 0.01$), en yüksek hacim değerine 30 mg/kg düzeyinde ulaşılmış, 45 mg/kg kullanım düzeyinde ise

hacim değerleri üzerinde glikoz oksidaz'a göre daha olumlu etkilerde bulunarak hacim değerlerinin katkısız örneklere göre daha fazla artmasını sağlamıştır. %10 buğday ve mısır kepeği içeren karışımlarda aynı şekilde enzimin 15 mg/kg düzeyinde kullanılması hacim değerlerini fazla arttırmazken, artan kepek oranına koşut olarak heksoz oksidazın olumlu etkisi daha belirgin bir hale gelmiş, ancak 15 mg/kg ile 45 mg/kg kullanım düzeyleri arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.77. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri

Şekil 4.78. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Buğday Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri



Şekil 4.79. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri

Şekil 4.80. Değişik Düzeylerde Heksoz Oksidaz ve Mısır Kepeği Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hacim Verimleri

Poulsen ve Hostrup, (1998); hamura heksoz oksidaz ve glikoz oksidaz enzimleri ilave edildikten sonra reolojik olarak aktif -SH ve S-S gruplarındaki

değişimleri incelemişlerdir. Heksoz oksidaz ile muamele edilen hamurların –SH içeriğinin enzim konsantrasyonunun artışına koşut olarak azaldığını, bunun muhtemelen enzim reaksiyonu sonucu açığa çıkan H_2O_2 'in oksidasyon etkisinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Haarasilta ve Pullinen (1992) tarafından yapılan çalışmada da, glikoz oksidaz'ın –SH gruplarında azalmaya neden olduğu, ancak meydana gelen azalmanın aynı dozajda heksoz oksidaz kullanılarak elde edilen azalma kadar olmadığı açığa çıkarılmıştır. Bu sonuç, heksoz oksidaz'ın çeşitli şekerleri substrat olarak kullanabilmesine ya da glikoz oksidaza göre glikoza karşı olan ilgisinin daha fazla olmasına atfedilmektedir.

Mısır kepeği katkılı ekmeklerin hacim değerleri üzerinde glikoz oksidaz heksoz oksidaz kadar etkili olmamıştır (Şekil 4.79 ve Şekil 4.80). Bu durumun heksoz oksidazın glikoz oksidaz göre geniş bir substrat spesifikliğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nem İçeriği .

İkinci grup denemelerde üretilen ekmeklerin fırından çıktıktan 6, 24 ve 48 saat sonraki nem içeriklerine ilişkin elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.38'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle, her üç ölçüm zamanında da, beklenildiği gibi, hamur formülünde artan kepek düzeyine bağlı olarak ekmeklerin nem içeriklerinin yükseldiği ($p<0.01$) belirlenmiştir.

Glikoz oksidaz kullanılarak üretilen ekmeklerin nem içerikleri (%30 buğday kepeği ve %10 mısır kepeği içeren örnekler haricinde) ile aynı oranda kepek içeren katkısız ekmeklerin nem içerikleri arasında belirgin bir fark görülmemiştir.

Genel olarak heksoz oksidaz, ekmeklerin nem içeriklerinin katkısız ekmeklere nazaran daha fazla artmasına yol açmıştır. Ancak her iki enzim çeşidinde de uygulanan farklı enzim düzeylerinin nem değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Glikoz oksidaz katkılı ekmeklerin nem içeriklerinin heksoz oksidaz içeren ekmeklere göre daha düşük olma nedeninin; söz konusu enzimin aktivitesi sırasında hamurda bulunan serbest suyu kullanarak hamurun daha sıkı ve kuru bir hal almasına yol açmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.38. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımları İle Üretilen Ekmeklerin Nem İçerikleri

KM (%) (1)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Nem İçerikleri (%)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
6. Saat Ölçümleri							
0	36.2 ^{qr (1)}	36.2 ^{qr}	36.6 ^{pq}	36.5 ^{pq}	37.4 ^{mno}	37.0 ^{nop}	37.5 ^{lmn}
Buğday Kepeği							
10	37.9 ^{ijklm}	38.0 ^{jkl}	38.0 ^{jkl}	37.8 ^{ijklmn}	39.1 ^{hi}	39.0 ^{hi}	39.1 ^{hi}
20	38.4 ⁱ	38.6 ^j	38.5 ^j	38.2 ^{jk}	39.5 ^{fgh}	39.5 ^{fgh}	39.6 ^{fgh}
30	39.9 ^{efg}	40.8 ^{bcd}	40.4 ^{cde}	40.7 ^{bcd}	41.2 ^{ab}	41.4 ^a	41.2 ^{ab}
Mısır Kepeği							
10	36.9 ^{op}	37.8 ^{ijklm}	37.6 ^{klm}	37.9 ^{ijklm}	38.2 ^j	38.1 ^{kl}	38.3 ^j
20	39.8 ^{efg}	40.4 ^{cde}	40.1 ^e	39.9 ^{efg}	40.0 ^{ef}	40.4 ^{cde}	40.2 ^{de}
24. Saat Ölçümleri							
0	35.9 ^{stuv}	35.4 ^v	35.7 ^{tuv}	35.6 ^{uv}	36.4 ^{rs}	36.3 ^{rst}	36.8 ^{qr}
Buğday Kepeği							
10	37.2 ^{opq}	37.2 ^{opq}	37.2 ^{opq}	37.4 ^{nopq}	38.5 ^{ijk}	38.4 ^{ijk}	38.3 ^{ijkl}
20	37.9 ^{klmn}	37.7 ^{lmno}	37.4 ^{nopq}	37.7 ^{lmno}	38.7 ^{hij}	38.7 ^{hij}	38.6 ^{ij}
30	39.3 ^{fgh}	40.0 ^{cde}	40.0 ^{cde}	40.1 ^{bcd}	40.7 ^a	40.8 ^a	40.6 ^{ab}
Mısır Kepeği							
10	36.1 ^{stu}	37.3 ^{opq}	37.1 ^{pq}	37.3 ^{opq}	37.6 ^{nop}	37.5 ^{nop}	37.7 ^{mnop}
20	39.2 ^{fgh}	39.9 ^{cde}	39.5 ^{defg}	39.5 ^{defg}	39.5 ^{efg}	39.7 ^{cdef}	39.6 ^{def}
48. Saat Ölçümleri							
0	35.0 ^r	34.8 ^r	35.1 ^{qr}	35.1 ^{qr}	35.7 ^p	35.6 ^{pq}	36.0 ^{op}
Buğday Kepeği							
10	36.6 ^{lmn}	37.0 ^{klm}	36.8 ^{lmn}	36.8 ^{lmn}	37.8 ^{ghi}	37.6 ^{hij}	37.6 ^{hij}
20	36.8 ^{lmn}	37.1 ^{klm}	37.0 ^{klm}	37.1 ^{ijkl}	38.1 ^{fgh}	37.8 ^{ghi}	37.8 ^{ghi}
30	38.7 ^{def}	39.4 ^c	39.4 ^c	39.5 ^{bc}	40.0 ^a	40.1 ^a	39.9 ^{ab}
Mısır Kepeği							
10	35.7 ^p	36.8 ^{lmn}	36.5 ^{mno}	36.9 ^{lmn}	37.1 ^{ijkl}	37.0 ^{klm}	37.0 ^{klm}
20	38.6 ^{ef}	39.2 ^{cd}	39.0 ^{cde}	38.7 ^{def}	39.0 ^{cde}	39.1 ^{cd}	39.0 ^{cde}

(1) : KM: Kepek Miktarı

(2) : Çizelgede aynı saatte yapılan ölçümlerde aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Ekmek İçi Yumuşaklığı .⁻

İkinci grup denemelerde üretilen ekmeklerin fırından çıktıktan 6, 24 ve 48 saat sonra, ölçülen penetrometre değerleri Çizelge 4.39’da verilmiştir. Birinci grup denemelerde olduğu gibi her üç ölçüm zamanında da her iki kepek çeşidinin de ekmek içi yumuşaklık değerini azalttığı, artan kepek düzeyi ile orantılı olarak ekmek içi sertliklerinin arttığı ($p<0.01$), bunun yanısıra 24 ve 48 saatlik beklemeye paralel olarak ekmeklerin belirgin bir şekilde sertleştikleri, yüksek düzeylerde kepek içeren ekmeklerin (%30 buğday ve %20 mısır kepeği) tüketilemeyecek kadar sert oldukları belirlenmiştir.

Değişik düzeylerde katılan glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın ekmek içi yumuşaklığı üzerindeki etkileri, hacim verimi üzerindeki etkilerine paralel olmuştur. Her üç ölçüm zamanında da kontrol örneğinde ve %10 buğday kepeği katkılı ekmeklerde en yüksek penetrometre değerinin glikoz oksidazın 15 mg/kg, heksoz oksidazın ise 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekmeklere ait olduğu görülmüştür. %20 ve %30 kepek oranlarında değişik düzeyde enzim kullanılmasının ekmek içi yumuşaklığı üzerindeki etkisi önemli bulunmamıştır ($p<0.01$).

Bonet ve ark. (2006), düşük konsantrasyonlarda (%0.001-0.005) kullanılan glikoz oksidazın, ekmeklerin spesifik hacim değerlerini arttırdığını, daha iyi bir ekmek şekli oluşumuna katkıda bulunduğunu, ekmek içi sertliklerini azalttığını ve daha iyi bir ekmek içi yapısı oluşumunu sağladığını, fakat artan dozajlarda (>0.005) kullanılan glikoz oksidazın, ekmeğin sertlik ve hacim değerleri üzerinde önemli bir etki oluşturmadığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları elektroforez ve mikroskopik çalışmalar sonucunda yüksek oranlarda kullanılan glikoz oksidazın gluten ağının aşırı derecede kuvvetlenmesine neden olarak gaz tutma kapasitesinin zayıflamasına yol açtığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.39. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Ekmek İçi Yumuşaklığına İlişkin Penetrometre Değerleri

KM (%) (1)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Penetrometre Değerleri (1/10 mm)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
6. Saat Ölçümleri							
0	96^{b (1)}	140 ^a	88 ^b	61 ^{def}	88 ^{bc}	145 ^a	97 ^b
Buğday Kepeği							
10	42^{hijk}	61 ^{def}	40 ^{ijkl}	36 ^{ijklmn}	67 ^d	80 ^c	52 ^{fgh}
20	30^{lmnop}	39 ^{ijklm}	36 ^{ijklmn}	32 ^{klmno}	33 ^{ijklmno}	39 ^{ijklm}	34 ^{ijklmno}
30	18^q	29 ^{lmnop}	23 ^{opq}	21 ^{pq}	31 ^{klmnop}	34 ^{ijklmno}	32 ^{ijklmno}
Mısır Kepeği							
10	43^{hij}	56 ^{efg}	51 ^{fgh}	39 ^{ijklm}	46 ^{ghi}	68 ^d	63 ^{de}
20	26^{nopq}	33 ^{ijklmno}	28 ^{mnpq}	24 ^{opq}	29 ^{mnpq}	31 ^{klmnop}	30 ^{lmnop}
24. Saat Ölçümleri							
0	67^b	95 ^a	56 ^{cd}	37 ^{hijk}	58 ^c	100 ^a	69 ^b
Buğday Kepeği							
10	27^{l-r}	39 ^{hij}	25 ^{m-s}	22 ^{opqrst}	40 ^{hi}	47 ^{efg}	34 ^{ijkl}
20	22^{o-u}	28 ^{l-r}	27 ^{l-r}	26 ^{l-s}	29 ^{lmnop}	31 ^{ijklm}	29 ^{l-q}
30	15^u	21 ^{pqrstu}	19 ^{stu}	17 ^{tu}	26 ^{m-s}	29 ^{lmno}	25 ^{m-s}
Mısır Kepeği							
10	33^{ijklm}	43 ^{fgh}	40 ^{ghi}	31 ^{klmn}	39 ^{hi}	54 ^{cde}	49 ^{def}
20	21^{rstu}	27 ^{l-r}	25 ^{n-s}	21 ^{qrstu}	26 ^{m-s}	28 ^{l-q}	26 ^{m-s}
48. Saat Ölçümleri							
0	39^{ef}	66 ^b	43 ^{de}	30 ^{ijk}	44 ^{cd}	74 ^a	49 ^c
Buğday Kepeği							
10	18^{opqrs}	32 ^{ghij}	21 ^{mnpq}	19 ^{nopqr}	28 ^{ijkl}	36 ^{fgh}	32 ^{hij}
20	16^{pqrst}	25 ^{lmn}	24 ^{lmno}	22 ^{mnp}	22 ^{mnp}	26 ^{klm}	25 ^{lmn}
30	11^t	18 ^{pqrs}	16 ^{qrst}	15 ^{rst}	21 ^{mnpq}	24 ^{lmn}	20 ^{nopqr}
Mısır Kepeği							
10	20^{nopqr}	29 ^{ikl}	26 ^{klm}	18 ^{pqrs}	30 ^{ijk}	37 ^{fg}	34 ^{fghi}
20	13st	17 ^{pqrs}	15 ^{rst}	15 ^{rst}	19 ^{opqr}	20 ^{nopqr}	18 ^{opqrs}

(1) : KM: Kepek Miktarı

(2) : Çizelgede aynı saate yapılan ölçümlerde aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Gözenek Değeri .

Ekmeklerin ortalama gözenek değerleri Çizelge 4.40'da verilmiştir. Denemelerin tamamında en iyi gözenek değerine glikoz oksidazın 15 mg/kg heksoz oksidazın da 30 mg/kg oranlarında kullanıldığı ekmeklerde ulaşılabilmektedir. Ancak artan glikoz oksidaz oranları hacim değerlerinin de azalmasının bir sonucu olarak gözenek puanlarını önemli ölçüde azaltmıştır. Heksoz oksidaz ise 45 mg/kg düzeyinde kullanıldığı zaman ekmeklerin gözenek puanlarını olumsuz yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.40. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gözenek Değerleri

KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Gözenek Değerleri (0-8 Puan)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	7.3 ^{b (1)}	8.0 ^a	5.8 ^d	4.7 ^g	7.0 ^c	7.8 ^a	5.9 ^d
Buğday Kepeği							
10	4.7 ^g	4.8 ^{fg}	3.4 ^{kl}	4.0 ^h	5.0 ^f	5.5 ^e	5.5 ^e
20	3.7 ^{ij}	4.1 ^h	3.0 ^m	3.6 ^{jk}	4.0 ^h	4.0 ^h	4.0 ^h
30	3.0 ^m	3.0 ^m	3.0 ^m	3.0 ^m	3.0 ^m	3.0 ^m	3.0 ^m
Mısır Kepeği							
10	5.5 ^e	5.8 ^d	4.0 ^h	5.0 ^f	7.0 ^c	7.0 ^c	7.0 ^c
20	3.0 ^m	3.9 ^{hi}	3.2 ^{lm}	3.4 ^{kl}	4.0 ^h	4.0 ^h	4.0 ^h

(1): Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Artan kepek oranına karşılık gözenek değerleri önemli ölçüde azalmış enzim ilavesi ile sınırlı ölçüde iyileşme sağlanmış, bununla birlikte %30 kepek düzeyinde enzim ilavesinin herhangi olumlu bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Mısır kepeği katılı ekmeklerde ise heksoz oksidaz glikoz oksidaza göre gözenek puanlarını daha fazla artırırken, enzim düzeyleri arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür ($p < 0.01$). %10 kepek düzeyinde mısır kepeği katılı ekmeklerin gözenek yapılarının aynı düzeyde buğday kepeği içeren ekmeklere göre

daha iyi olduğu, %20 kepek oranında ise, iki kepek çeşidi arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Rasiah ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada; glikoz oksidazın ekmek içi gözenek yapısını iyileştirdiği ve en iyi ekmek içi yapısına glikoz oksidaz ve glikozun birlikte kullanıldığı denemelerde ulaşılabildiği bildirilmiştir.

Gujral ve Rosell (2004) ise; glikoz oksidaz ilavesi ile ekmek hacmi ve ekmek içi yapısında da iyileşme meydana geldiğini, bu iyileşmenin pirinç unu ilave edilerek üretilen ekmekler için de söz konusu olduğunu saptamışlardır.

Hamur Verimi Değerleri .

İkinci grup denemelerde üretilen ekmeklerin hamur verimi değerleri Çizelge 4.41’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi ekmeklerin hamur verimi değerleri kepek oranı arttıkça artmaktadır. Bu artış; kepek oranının artması ile birlikte una ilave edilen su ve kuru gluten miktarının da artmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.41. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Hamur Verimi Değerleri

KM (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Hamur Verimi Değerleri (%)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	165 ^{j (1)}	165 ^j	164 ^{jk}	165 ^j	162 ^k	164 ^{jk}	164 ^{jk}
Buğday Kepeği							
10	170 ^{ghi}	170 ^{ghi}	172 ^{fgh}	170 ^{ghi}	171 ^{gh}	172 ^{ghi}	171 ^{gh}
20	174 ^f	177 ^{de}	177 ^{de}	176 ^e	177 ^{de}	178 ^{cde}	178 ^{cde}
30	176 ^e	182 ^{ab}	183 ^a	183 ^a	183 ^a	183 ^a	183 ^a
Mısır Kepeği							
10	170 ^{ghi}	169 ⁱ	172 ^{fgh}	172 ^{fgh}	171 ^{gh}	172 ^{ghi}	172 ^{ghi}
20	176 ^e	181 ^{ba}	180 ^{bc}	179 ^{cd}	179 ^{cd}	179 ^{cd}	179 ^{cd}

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Un-kepek karışımlarına sabit katıklar ile birlikte enzim ilave edilmesi ile katkısız örneklere göre, %20 ve 530 kepek kullanım oranlarında hamur veriminde sınırlı da olsa bir yükselme meydana gelmiştir. Enzim kullanım düzeyinin ve enzim çeşidinin hamur verimi değerleri üzerinde önemli bir etkide bulunmadığı sonucuna varılmıştır ($p<0.01$).

Pişme Kaybı Değerleri .

İkinci grup denemelerde üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ilişkin ortalama bulgular Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Katkısız ve katkılı olarak üretilen kontrol ekmeğinin pişme kaybı değerleri üzerinde enzim katkısının ve/ya da enzim çeşidin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Aynı şekilde kepek düzeyi ve kepek çeşidinin de pişme kaybı değerleri üzerinde herhangi bir etkiye neden olmadığı, kontrol örneklerine göre pişme kaybı değerlerinde sınırlı ölçüde bir azalma meydana geldiği saptanmıştır ($p<0.01$).

Çizelge 4.42. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Pişme Kaybı Değerleri

KM (¹) (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Pişme Kaybı Değerleri (%)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	11.86 ^{a-d (2)}	12.13 ^{abc}	12.17 ^{ab}	12.08 ^{abc}	11.33 ^{a-e}	11.07 ^{a-g}	10.72 ^{a-j}
Buğday Kepeği							
10	12.56 ^a	9.76 ^{e-j}	9.07 ^{h-j}	8.92 ^{ij}	10.28 ^{c-j}	9.76 ^{e-j}	8.89 ^j
20	10.46 ^{b-j}	10.07 ^{d-j}	9.17 ^{g-j}	9.30 ^{f-j}	9.60 ^{e-j}	9.66 ^{e-j}	9.57 ^{e-j}
30	11.00 ^{a-g}	9.80 ^{e-j}	10.15 ^{d-j}	9.84 ^{e-j}	10.50 ^{b-j}	9.95 ^{e-j}	10.15 ^{d-j}
Mısır Kepeği							
10	10.83 ^{a-h}	10.07 ^{d-j}	10.46 ^{b-j}	10.93 ^{a-h}	11.00 ^{a-g}	11.14 ^{a-f}	10.82 ^{a-i}
20	10.43 ^{b-j}	10.70 ^{b-j}	10.46 ^{b-j}	9.39 ^{f-j}	9.62 ^{e-j}	9.5 ^{e-j}	9.39 ^{f-j}

(¹): KM: Kepek Miktarı

(²): Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Ekmek Verimi Değerleri .

Çizelge 4.43'den de görülebileceği gibi ekmek verimi değerleri de hamur verimi değerleri gibi artan kepek oranı ile birlikte yükselmiştir. Karışıma katkı ilave edilmesi kontrol ekmeği haricindeki diğer ekmeklerin tamamında ekmek verimi değerleri üzerinde belirgin bir etki göstermiştir ($p<0.01$). Beyaz ekmekte ve %10 mısır kepeği içeren ekmeklerde katkısız kontrol örnekleri ile farklı miktarlarda glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz ilave edilen ekmekler arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Benzer şekilde %10 mısır kepeği katkılı ekmeklerde glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın 15 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekmekler ile aynı düzeyde kepek içeren katkısız ekmeklerin ekmek verimi değerleri arasında da anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Kepek içeren denemelerde, glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın farklı düzeylerde kullanılması ekmek verimi değerleri üzerinde anlamlı bir etki oluşturmamıştır ($p<0.01$).

Çizelge 4.43. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Ekmek Verimi Değerleri

KM (%) (¹)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Ekmek Verimi Değerleri (%)						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	146^{n (2)}	145 ⁿ	144 ⁿ	145 ⁿ	144 ⁿ	146 ⁿ	146 ⁿ
Buğday Kepeği							
10	149^m	153 ^{kl}	156 ^{hij}	155 ^{ijk}	154 ^{kl}	155 ^{ijk}	156 ^{hijk}
20	156^{hijk}	159 ^{efg}	160 ^{def}	160 ^{def}	160 ^{def}	161 ^{def}	161 ^{def}
30	157^{ghi}	164 ^{ab}	165 ^a	164 ^{ab}	164 ^{ab}	165 ^a	165 ^a
Mısır Kepeği							
10	152^l	151 ^l	154 ^{jkl}	153 ^{kl}	152 ^l	153 ^{kl}	153 ^{kl}
20	158^{fgh}	162 ^{bcd}	162 ^{bcd}	162 ^{bcd}	162 ^{bcd}	162 ^{bcd}	162 ^{bcd}

(¹): KM: Kepek Miktarı

(²): Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Neuman Pişme Katsayısı Değerleri .⁻

İkinci grup denemelerde üretilen ekmeklerin Neuman Pişme Katsayısı (NPK) değerleri Çizelge 4.44’de verilmiştir. Hacim verimi ve gözenek değerlerinin una katılan kepek oranı arttıkça düşmesinin doğal bir sonucu olarak NPK değerlerinin de hızla azaldığı saptanmıştır. Örneğin katkısız kontrol ekmeğinde bu değer 162 iken karışıma %30 oranında buğday kepeği girmesi ile 7’ye düşmüştür.

Çizelge 4.44. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Neuman Pişme Katsayısı Değerleri

KM (%) (1)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Neuman Pişme Katsayısı Değerleri						
	Kontrol	Glikoz Oksidaz			Heksoz Oksidaz		
	0	15	30	45	15	30	45
0	162 ^{c (1)}	203 ^a	129 ^f	82 ⁿ	152 ^d	187 ^b	141 ^e
Buğday Kepeği							
10	79 ^o	86 ^m	65 ^q	66 ^q	89 ⁱ	114 ^h	104 ⁱ
20	32 ^{yz}	63 ^r	41 ^w	41 ^w	49 ^u	57 ^s	52 ^t
30	7 ^{g'}	22 ^{bcd'}	17 ^{e'}	14 ^{f'}	20 ^{d'}	22 ^{bc'}	21 ^{cd'}
Mısır Kepeği							
10	81 ⁿ	91 ^k	71 ^p	72 ^p	100 ^j	117 ^g	113 ^h
20	14 ^{f'}	31 ^z	26 ^{a'}	23 ^{b'}	37 ^x	43 ^v	33 ^y

(1): KM: Kepek Miktarı

(2): Çizelgede aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Glikoz oksidaz 15 mg/kg, heksoz oksidaz ise 30 mg/kg oranında kullanıldığı zaman diğer kullanım dozajlarına göre en iyi ekmek hacmi ve gözenek değerinin oluşmasını sağlamışlardır. Beklenilebileceği üzere bu iki enzim düzeyinin kullanıldığı ekmeklerin NPK değerleri de diğer enzim düzeylerine göre daha yüksek bulunmuştur.

%10 oranında mısır kepeği içeren ekmeklerin NPK değerlerinin aynı oranda buğday kepeği içeren ekmeklerin NPK değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Karışımlara ilave edilen enzimler NPK değeri üzerinde olumlu etkide

bulunmuşlar, ancak heksoz oksidaz bu konuda glikoz oksidaza göre daha etkili olmuştur. Ancak mısır kepeği oranı %20'ye çıkarıldığı zaman hacim ve gözenek değerlerinin olumsuz yönde etkilenmesinin bir sonucu olarak, NPK değerlerinde hızlı bir azalma kaydedilmiş ve aynı düzeyde buğday kepeği katkılı ekmeklere göre daha düşük NPK değerleri elde edilmiştir ($p<0.01$).

%20 oranında mısır kepeği içeren ekmeklerde de en fazla artış heksoz oksidaz kullanılarak üretilen ekmeklerde sağlanmıştır. Glikoz oksidazın artan oranları NPK değerinin azalmasına neden olmuş fakat yinede katkısız örneğe göre az da olsa bir iyileşme sağlamışlardır.

İkinci grup denemelerde yapılan farinograf, ekstensograf ve ekmek analiz değerlerinin bir arada incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Birinci grup denemelerde olduğu gibi, ikinci grup denemelerde de una ilave edilen kepek oranının artması ile farinogram, ekstensogram ve ekmek analiz değerleri olumsuz yönde etkilenmiştir.
- Katkısız kontrol örneğinde; farinogram değerleri açısından en iyi sonuçlar glikoz oksidaz'ın 15 mg/kg düzeyinde kullanıldığı karışımlardan elde edilmiştir. Una ilave edilen glikoz oksidaz 15 mg/kg düzeyinde stabilite süresinde belirgin bir artış, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerlerinde ise belirgin bir azalma sağlarken, söz konusu kullanım düzeyinden sonra su absorpsiyonu ve gelişme süresi değerlerini arttırmıştır. Değişik düzeylerde kullanılan heksoz oksidaz ise su absorpsiyonu ve gelişme süresi değerleri üzerinde belirgin bir etkiye bulunmazken, stabilite süresini katkısız kontrol örneğine göre arttırmış ancak bu artışta enzim dozajının önemli bir etkisi görülmemiştir. Heksoz oksidaz 15 mg/kg kullanım düzeyinden sonra YTS değerlerinde azalma sağlarken, yumuşama derecesi değerlerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.
- Buğday ve mısır kepeği katkılı örneklerde ise; artan enzim düzeylerinin su absorpsiyonu ve gelişme süresi değerleri üzerinde düzenli bir değişime neden olmadığı, 15 ve 30 mg/kg düzeylerinde stabilite sürelerini olumlu yönde etkilediği, genel olarak 30 mg/kg kullanım düzeyinde ise yoğurma tolerans sayısı

ve yumuşama derecesi değerlerinde sınırlı ölçüde de olsa bir iyileşme sağladığı saptanmıştır.

- Denemelerde glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz kullanılması ile ekstensogram değerlerinden; R_5 , R_{max} ve enerji değerlerinde artış sağlanırken, direncin artmasına paralel olarak hamurların uzama (elastikiyet) değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Genel olarak enzimlerin en etkin olduğu kullanım düzeylerinin glikoz oksidaz için 15 mg/kg, heksoz oksidaz için ise 30 mg/kg olduğu, heksoz oksidaz'ın hamurun direncini glikoz oksidaz kadar arttırmadığı, ancak katkısız kontrol örneğine göre hamur direncinde artış sağlamakla birlikte hamurun elastikiyetinin korunmasına da yardımcı olduğu sonuçlarına varılmıştır.
- Gerek kontrol gerekse buğday ve mısır kepeği içeren denemelerin tamamında glikoz oksidaz 15 mg/kg, heksoz oksidaz ise 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı zaman hacim, gözenek, Neuman Pişme Katsayısı ve ekmek içi yumuşaklık değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Uygulanan farklı enzim çeşidinin ve enzim düzeyinin ise hamur verimi, ekmek verimi ve pişme kaybı değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Heksoz oksidaz'ın ekmeklerin nem içeriklerinin katkısız ekmeklere nazaran daha fazla artmasına yol açtığı, bu konuda glikoz oksidaz'ın belirgin bir fark oluşturmadığı, ancak her iki enzim çeşidinde de uygulanan farklı enzim düzeylerinin nem değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak ikinci grupta yapılan analizlerin tamamı incelendiği zaman; sabit katkılara ilave olarak (75 mg/kg Askorbik Asit, %0.5 glikoz, SGPT düzeyde kuru gluten) glikoz oksidaz için en uygun kullanım düzeyinin 15 mg/kg, heksoz oksidaz için ise 30 mg/kg olduğu belirlenmiştir.

4.3.3. Üçüncü Grup Denemeler : Belirlenen Uygun Enzim Düzeyi ile Birlikte Sabit Katkılara Ek Olarak %1 Oranında DATEM Kullanılmasının Etkileri

Değişik düzeylerde glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz'ın hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı ikinci grup denemeler sonucunda elde edilen bulguların ışığında; 15 mg/kg glikoz oksidaz ve 30 mg/kg heksoz oksidaz'ın en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir. Üçüncü grup denemelerde ise bu iki enzim düzeyinin sabit katkılara (75 mg/kg Askorbik Asit, %0.5 Glikoz ve SGPT düzeyde kuru gluten) ilave olarak %1 DATEM ile birlikte kullanılmasının hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

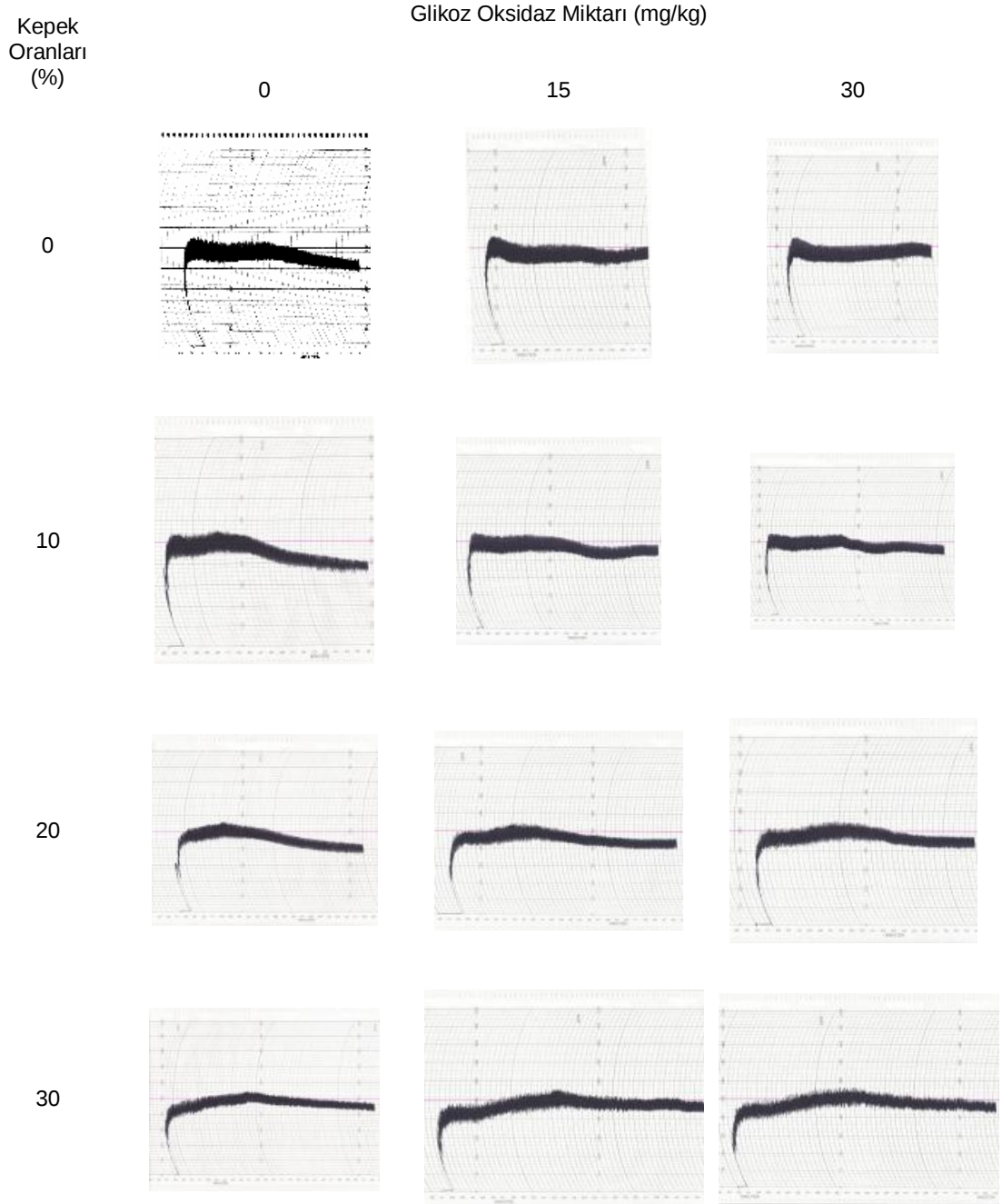
4.3.3.1. Farinogram Sonuçları

Un-kepek karışımlarına sabit katkılara ek olarak üç farklı düzeyde (0-15-30 mg/kg) glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz ilave edilmesi ile belirlenen farinogram değerleri Çizelge 4.45, Çizelge 4.46, Çizelge 4.47, Çizelge 4.48 ve Çizelge 4.49'da, farinogram şekilleri ise Şekil 4.81, Şekil 4.82, Şekil 4.83 ve Şekil 4.84'te verilmiştir.

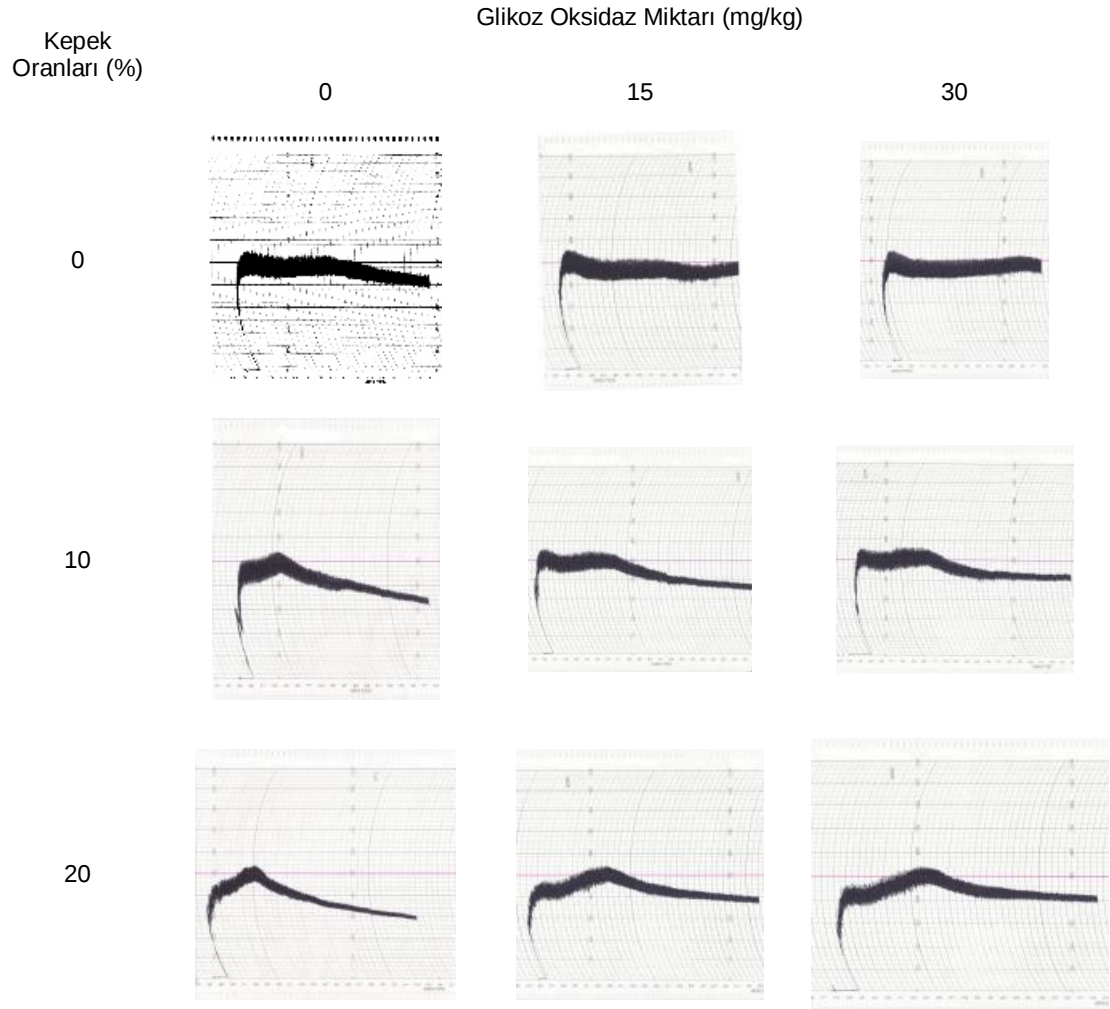
Su Absorbsiyonu.

Sabit katkıların yanısıra farklı oranlarda kullanılan glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın buğday ve mısır kepeği katkılı un örneğinin su absorpsiyonu değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.45'de verilmiştir. Birinci ve ikinci grup denemelerde de olduğu gibi artan kepek oranı ile birlikte su absorpsiyonu değerleri de artış göstermiştir (Şekil 4.85, Şekil 4.86, Şekil 4.87 ve Şekil 4.88). Buğday kepeği ile mısır kepeğinin su absorpsiyonu değerleri karşılaştırıldığı zaman mısır kepeğinin bu değeri daha fazla arttırdığı belirlenmiştir.

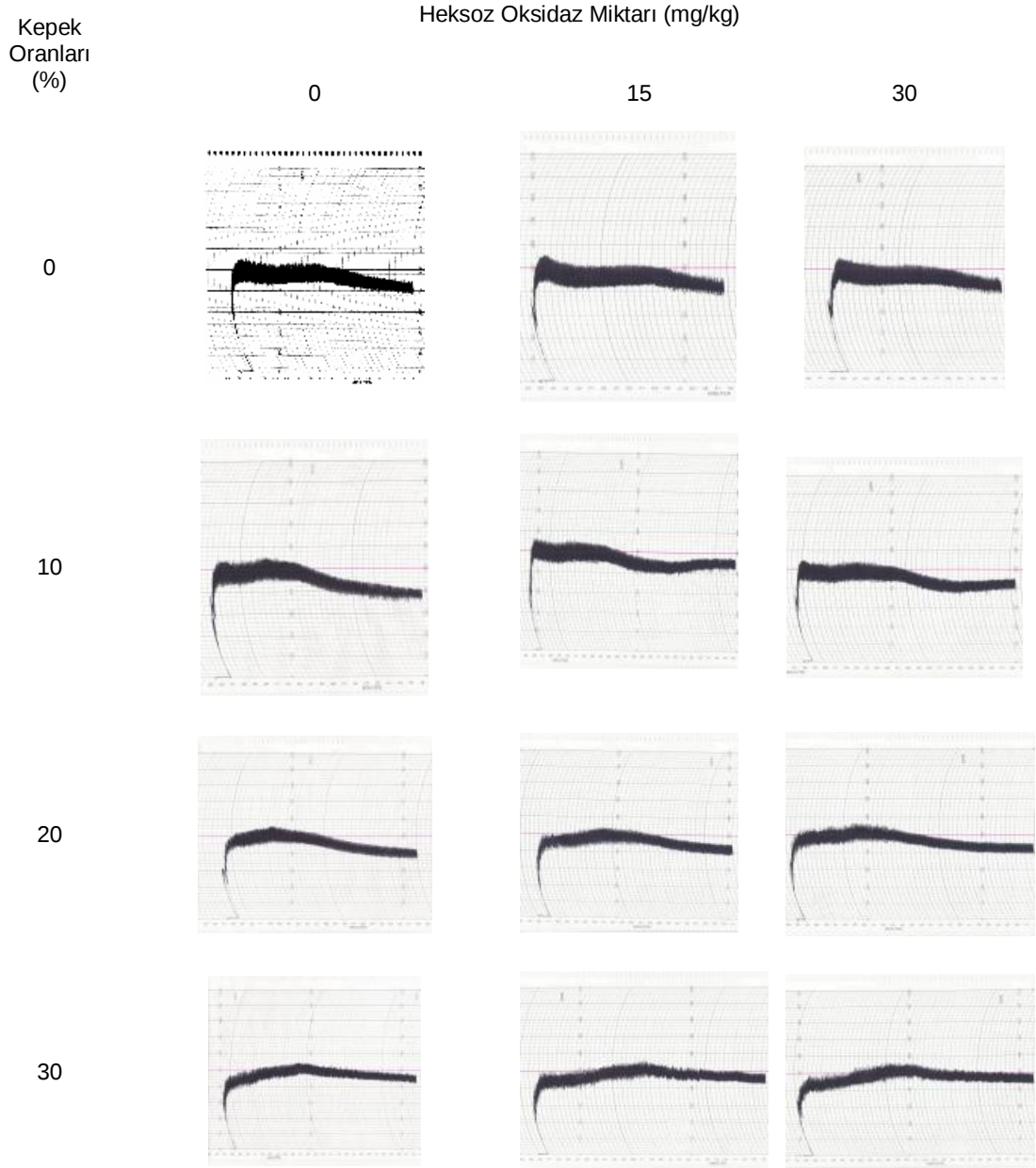
Her iki enzim çeşidi de; kontrol örneğinde ve %10 buğday kepeği katkılı denemelerde su absorpsiyon değeri enzim düzeyinin artışına paralel olarak belirgin bir şekilde yükselirken diğer kepek düzeylerinde ve mısır kepeği katkılı denemelerde enzim çeşidinin ve enzim düzeyinin bu değer üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır ($p<0.01$).



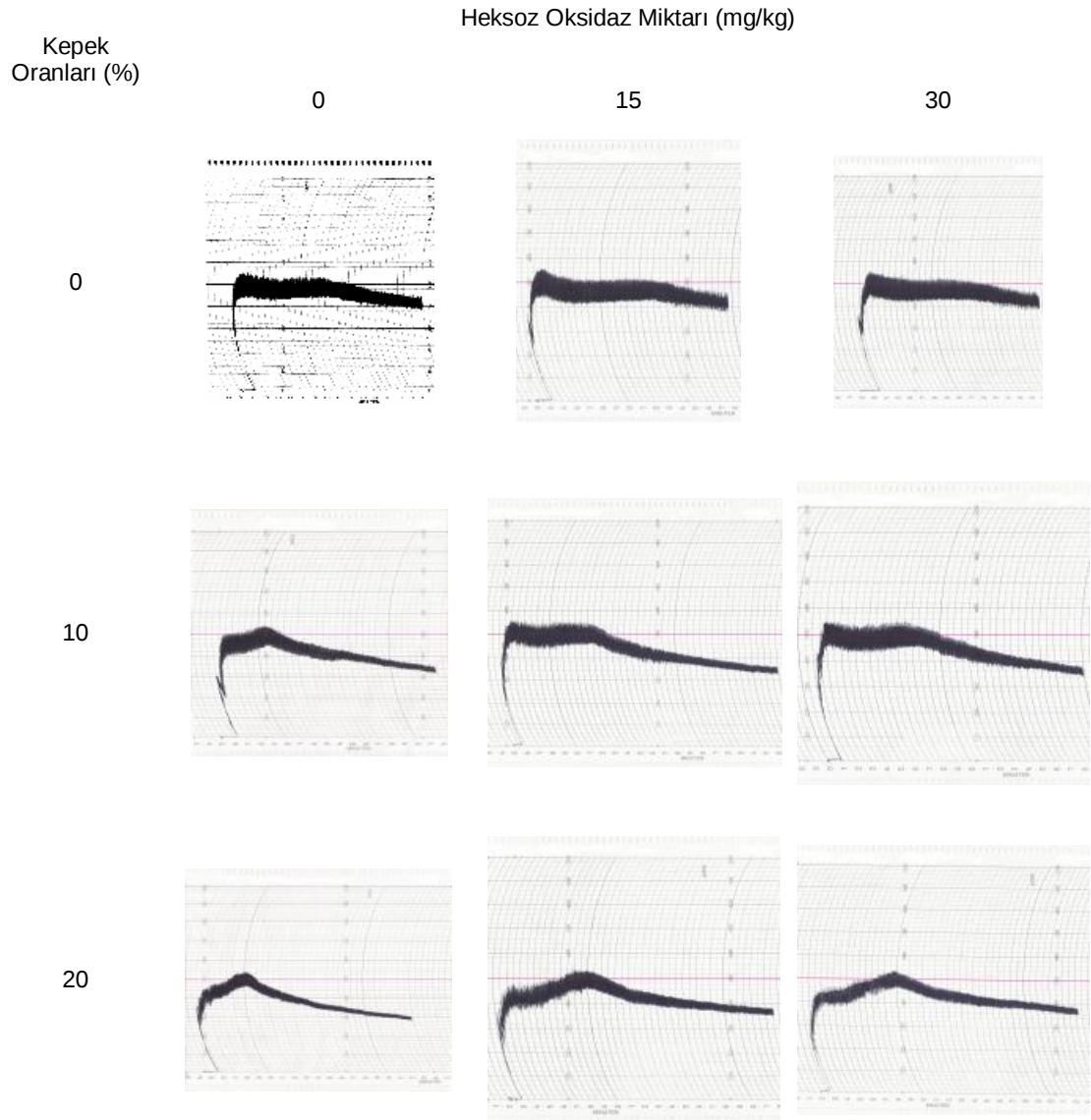
Şekil 4.81. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları



Şekil 4.82. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları



Şekil 4.83. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Farinogramları

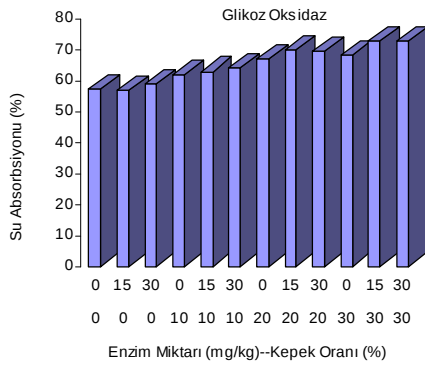


Şekil 4.84. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Farinogramları

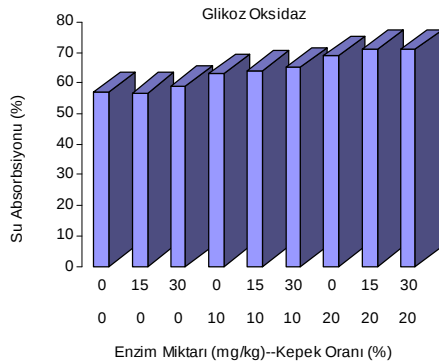
Çizelge 4.45. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Su Absorbsiyonu (%) Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Su Absorbsiyonu (%) Değerleri				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	57.2 ^{mn(1)}	56.9 ⁿ	59.0 ^l	56.9 ⁿ	57.7 ^m
Buğday Kepeği					
10	61.8 ^k	62.9 ^j	64.1 ⁱ	63.0 ^j	64.2 ⁱ
20	66.9 ^f	69.3 ^{cd}	69.9 ^c	69.3 ^{cd}	69.2 ^{cd}
30	68.2 ^e	72.6 ^a	72.7 ^a	72.5 ^a	72.7 ^a
Mısır Kepeği					
10	62.9 ^j	64.4 ^{hi}	65.1 ^{gh}	64.4 ^{hi}	65.2 ^{gh}
20	68.8 ^{de}	70.9 ^b	71.0 ^b	71.0 ^b	71.1 ^b

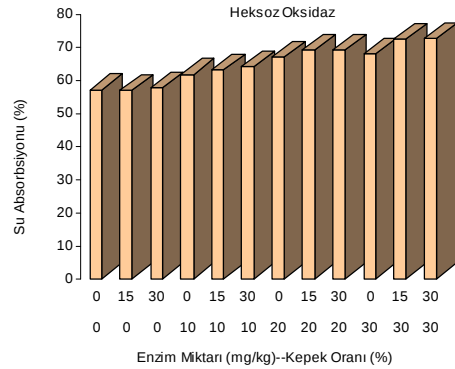
(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.



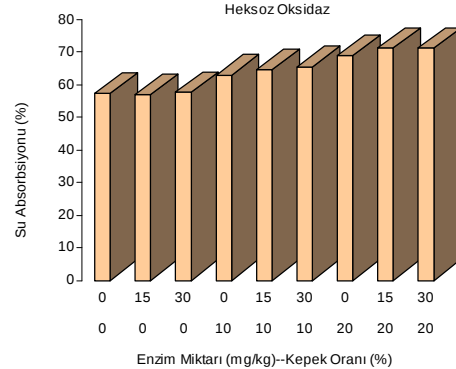
Şekil 4.85. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri



Şekil 4.87. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri



Şekil 4.86. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri



Şekil 4.88. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Su Absorbsiyon Değerleri

Gelişme Süresi Değerleri .⁻

Üçüncü grup denemeler sonucunda elde edilen gelişme süresi değerlerine ait ortalama sonuçlar Çizelge 4.46'da verilmiştir.

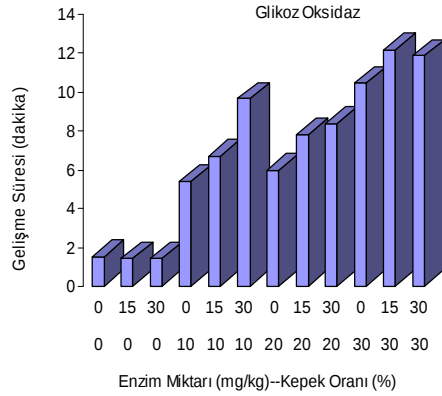
Çizelge 4.46. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Gelişme Süresi Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Gelişme Süresi (Dakika) Değerleri				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	1.5 ^{o (1)}	1.4 ^o	1.4 ^o	1.5 ^o	1.5 ^o
Buğday Kepeği					
10	5.4 ^m	6.7 ^h	9.7 ^d	6.2 ^{ij}	6.2 ⁱ
20	6.0 ^{ijk}	7.8 ^f	8.4 ^e	8.2 ^e	8.5 ^e
30	10.5 ^c	11.8 ^{ab}	12.2 ^a	11.8 ^{ab}	11.8 ^{ab}
Mısır Kepeği					
10	4.4 ⁿ	5.5 ^{lm}	5.4 ^m	5.8 ^{kl}	5.8 ^{kl}
20	4.6 ⁿ	7.1 ^{gh}	7.3 ^g	7.0 ^{gh}	7.3 ^g

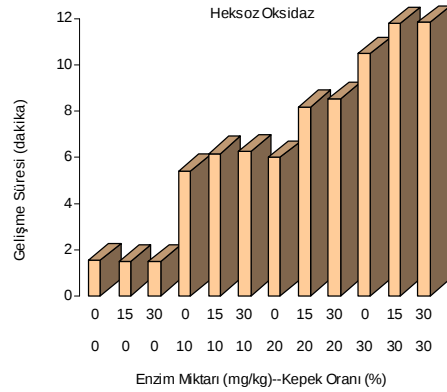
⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.46'dan da görülebileceği gibi artan kepek oranı ile birlikte gelişme süresi değerleri de artış göstermiştir (Şekil 4.89, Şekil 4.90, Şekil 4.91 ve Şekil 4.92). Kontrol örneğinde katkısız denemeler ile farklı miktarlarda glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın ilave edildiği denemelerin gelişme süresi değerleri arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p < 0.01$).

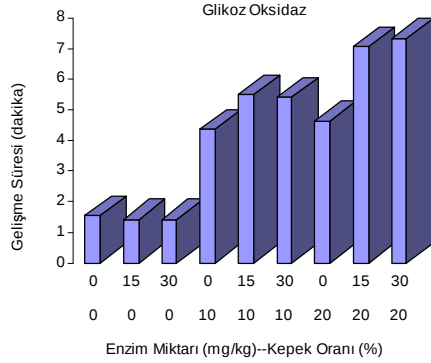
Kepekli karışımlar incelendiği zaman ise; un-kepek karışımlarına farklı oranlarda enzim ilave edilmesinin gelişme süresini önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür. %10 ve %20 oranlarında buğday kepeği kullanılan denemelerde glikoz oksidazın artan oranlarına paralel olarak gelişme süresi değerleri de yükselmiştir. Ancak diğer denemelerde ve heksoz oksidaz katkılı karışımların tamamında enzim düzeyinin gelişme süresi üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($p < 0.01$).



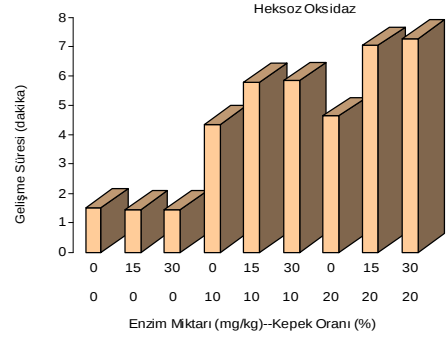
Şekil 4.89. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri



Şekil 4.90. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri



Şekil 4.91. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri



Şekil 4.92. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Gelişme Süresi Değerleri

Stabilite Süresi Değerleri .

Stabilite süresine ait elde edilen bulgular Çizelge 4.47’de verilmiştir. Her iki kepek çeşidinde de artan kepek oranına koşut olarak stabilite değerleri azalma göstermiştir (Şekil 4.93, Şekil 4.94, Şekil 4.95 ve Şekil 4.96).

Kontrol örneğinde en yüksek stabilite değerinin (13.8 dakika) glikoz oksidazın 30 mg/kg oranında kullanıldığı un örneğinin ait olduğu saptanmıştır. 15 mg/kg düzeyinde kullanılan glikoz oksidaz ile 15 ve 30 mg/kg düzeyinde kullanılan heksoz oksidaz katkılı un örneklerinin stabilite değerlerinin katkısız örneğe göre daha fazla olduğu ancak bu kullanım düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p<0.01$).

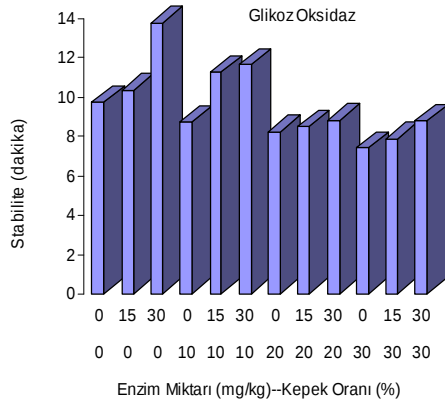
%10 buğday kepeği içeren denemelerde glikoz oksidaz ve 15 mg/kg düzeyinde kullanılan heksoz oksidaz stabilite değeri üzerinde önemli bir artış sağlamıştır. %20 oranında buğday kepeği içeren denemelerde enzim çeşidinin ve düzeyinin stabilite süresi üzerinde bir etkisi olmazken, kepek oranın %30 düzeyine çıkarıldığı örneklerde enzimlerin 30 mg/kg düzeyinde kullanılmasının stabilite süresini daha fazla iyileştirici yönde etkilediği ortaya çıkarılmıştır.

Çizelge 4.47. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Stabilite Süresi Değerleri

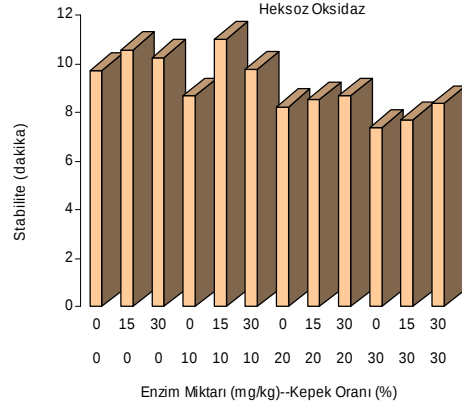
Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Stabilite Süresi (Dakika) Değerleri				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	9.7^{e (1)}	10.3 ^d	13.8 ^a	10.6 ^d	10.3 ^d
Buğday Kepeği					
10	8.7^{fg}	11.3 ^{bc}	11.6 ^b	11.0 ^c	9.8 ^e
20	8.2^{hi}	8.5 ^{fgh}	8.8 ^f	8.5 ^{fgh}	8.7 ^{fg}
30	7.4^k	7.9 ^{ij}	8.8 ^{fg}	7.7 ^{jk}	8.4 ^{gh}
Mısır Kepeği					
10	4.4ⁱ	8.4 ^{fgh}	7.7 ^{jk}	8.3 ^{hi}	7.9 ^{ij}
20	2.1^o	4.0 ^m	3.5 ⁿ	3.4 ⁿ	3.1 ⁿ

(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

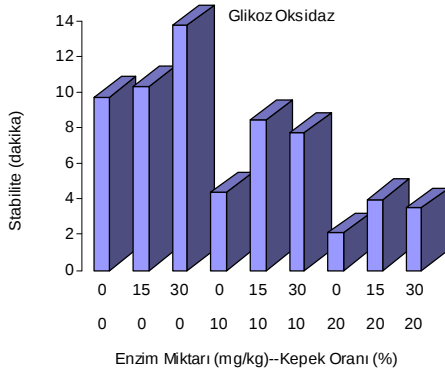
Mısır kepeği kullanılarak elde edilen ölçüm sonuçları ile aynı düzeylerde kullanılan buğday kepeğinin stabilite değerleri karşılaştırıldığı zaman, mısır kepeği katkılı örneklerin stabilite değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Katkı ilave edilmesi ile özellikle %10 mısır kepeği düzeyinde önemli bir iyileşme sağlanmış, ancak buğday kepeği katkılı örneklerin stabilite değerlerine ulaşamamıştır. Mısır kepeğinde ise sınırlı ölçüde bir iyileşme sağlanabilmiştir.



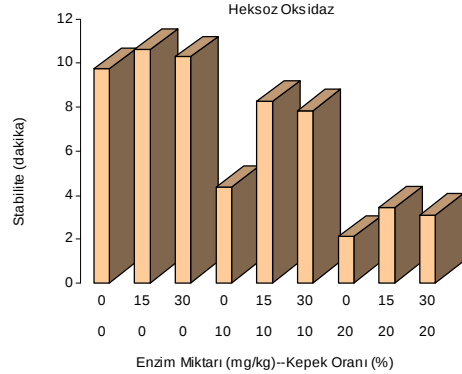
Şekil 4.93. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri



Şekil 4.94. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri



Şekil 4.95. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri



Şekil 4.96. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Stabilite Süresi Değerleri

Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri (YTS) .

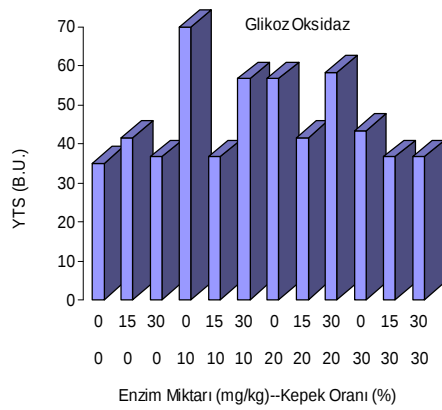
Üçüncü grup denemeler sonucunda elde edilen YTS değerlerine ait bulgular Çizelge 4.48’de verilmiştir. Katkısız denemelerde artan düzeylerdeki buğday kepeği YTS değerlerini azaltmasına rağmen, mısır kepeğinin artan düzeyleri bu değerlerin yükselmesine neden olmuştur.

Kontrol örneğinde enzim çeşidi ve artan düzeylerde enzim kullanımı YTS değerleri üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir ($p < 0.01$).

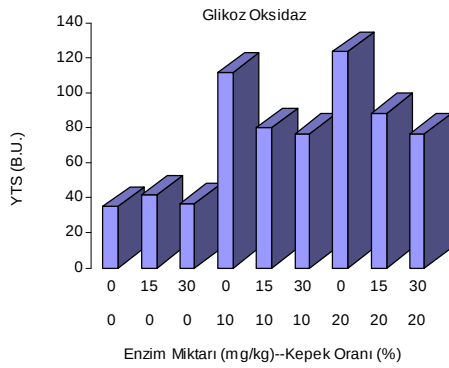
%10 ve %20 oranlarında buğday kepeği içeren denemelerde genel olarak enzimlerin 15 mg/kg düzeyinde kullanılması, YTS değerini azaltma yönünde daha

etkili olurken, %30 kepekli karışımlarda enzimlerin önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Şekil 97 ve Şekil 98) ($p<0.01$).

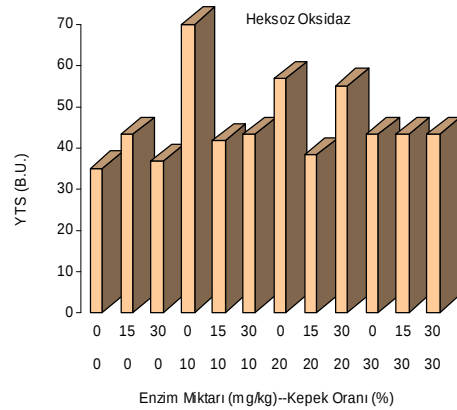
Mısır kepeğine katkı ilave edilmesi ile yoğurma tolerans sayısı değerleri önemli ölçüde azalmış, ancak her iki kepek düzeyinde de kullanılan enzimler ve bu enzimlerin kullanım dozajları arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür (Şekil 99 ve Şekil 100) ($p<0.01$).



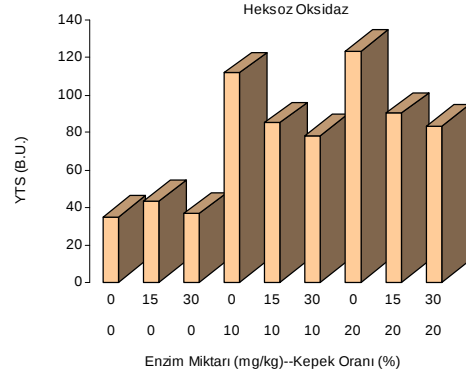
Şekil 4.97. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri



Şekil 4.99. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri



Şekil 4.98. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri



Şekil 4.100. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri

Çizelge 4.48. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) Değerleri				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	35.0 ^{g (1)}	41.7 ^g	36.7 ^g	43.3 ^g	36.7 ^g
Buğday Kepeği					
10	70.0 ^e	36.7 ^g	56.7 ^f	41.7 ^g	43.3 ^g
20	56.7 ^f	41.7 ^g	58.3 ^f	38.3 ^g	55.0 ^f
30	43.3 ^g	36.7 ^g	36.7 ^g	43.3 ^g	43.3 ^g
Mısır Kepeği					
10	111.7 ^b	80.0 ^d	76.7 ^{de}	85.0 ^{dc}	78.3 ^{de}
20	123.3 ^a	88.3 ^c	76.7 ^{de}	90.0 ^c	83.3 ^{cd}

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Yumuşama Derecesi Değerleri (YD) .⁻

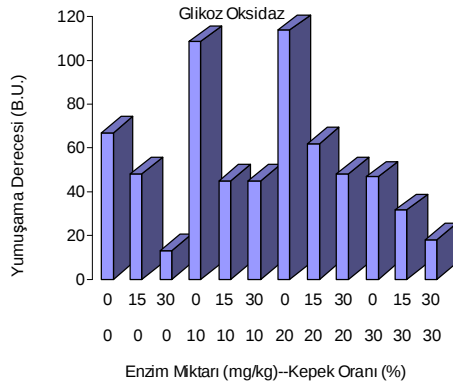
Üçüncü grup denemeler sonucu elde edilen yumuşama derecesi değerlerine ait bulgular Çizelge 4.49’da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi ile de görülebileceği gibi kepek içeren denemelerde yumuşama derecesi değerleri kontrol örneğine göre artarken, %30 oranında buğday kepeği içeren un örneğinin yumuşama derecesi değeri (46.7) kontrol örneğinin yumuşama derecesi değerinden (66.7 B.U) daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.49. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Yumuşama Derecesi (B.U.) Değerleri

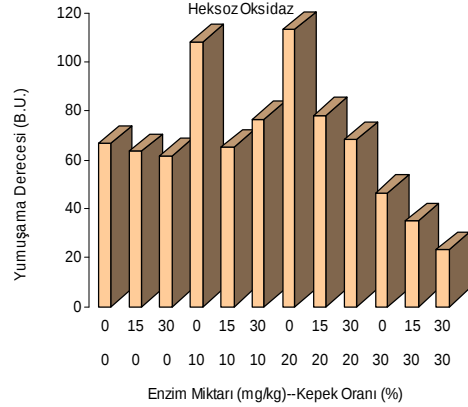
Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Yumuşama Derecesi (B.U.) Değerleri				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	66.7 ^{i (1)}	48.3 ^j	13.3 ^m	63.3 ⁱ	61.7 ⁱ
Buğday Kepeği					
10	108.3 ^f	45.0 ^j	45.0 ^j	65.0 ⁱ	76.7 ^h
20	113.3 ^{ef}	61.7 ⁱ	48.3 ^j	78.3 ^h	68.3 ⁱ
30	46.7 ^j	31.7 ^k	18.3 ^{lm}	35.0 ^k	23.3 ⁱ
Mısır Kepeği					
10	151.7 ^b	120.7 ^{de}	81.7 ^{gh}	135.0 ^c	131.7 ^c
20	191.7 ^a	106.7 ^f	88.3 ^g	121.7 ^d	106.7 ^f

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

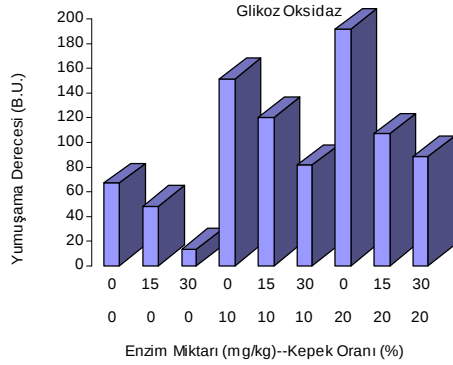
Kontrol örneğinde 30 mg/kg oranında glikoz oksidaz kullanılması ile en düşük yumuşama derecesi değeri (13.3 B.U) elde edilmiştir. Bu enzimin 15 mg/kg kullanım düzeyinde yumuşama derecesini azaltıcı yönde etkiye bulunurken, heksoz oksidaz bu değer üzerinde anlamlı bir fark yaratmamıştır ($p<0.01$).



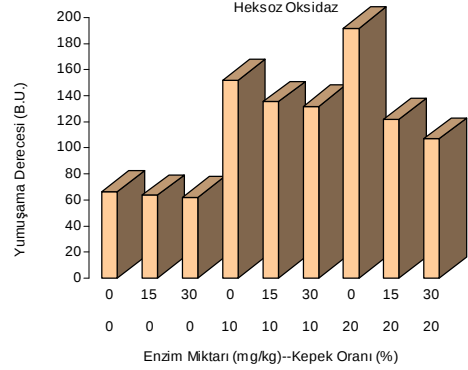
Şekil 4.101. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri



Şekil 4.102. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri



Şekil 4.103. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri



Şekil 4.104. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Yumuşama Derecesi Değerleri

Buğday ve mısır kepeği katkılı denemelerin tamamında da katkı kullanılması yumuşama derecesi değerinin önemli ölçüde azalmasını sağlamıştır. %20 ve %30 buğday kepeği ile mısır kepeğinin her iki kullanım düzeyinde de enzimlerin en etkin olduğu kullanım düzeyinin 30 mg/kg olduğu görülmüştür (Şekil 4.101- Şekil 4.102, Şekil 4.103 ve Şekil 4.104).

4.3.3.2. Ekstensogram Sonuçları

Üçüncü grup denemeler sonucunda ekstensogram değerlerine ilişkin elde edilen bulgular ilgili bölümlerin çizelgelerinde, ekstensogram şekilleri ise Şekil 4.105, Şekil 4.106, Şekil 4.107 ve Şekil 4.108’de verilmiştir.

Sabit Deformasyondaki Direnç (R₅) Değerleri.

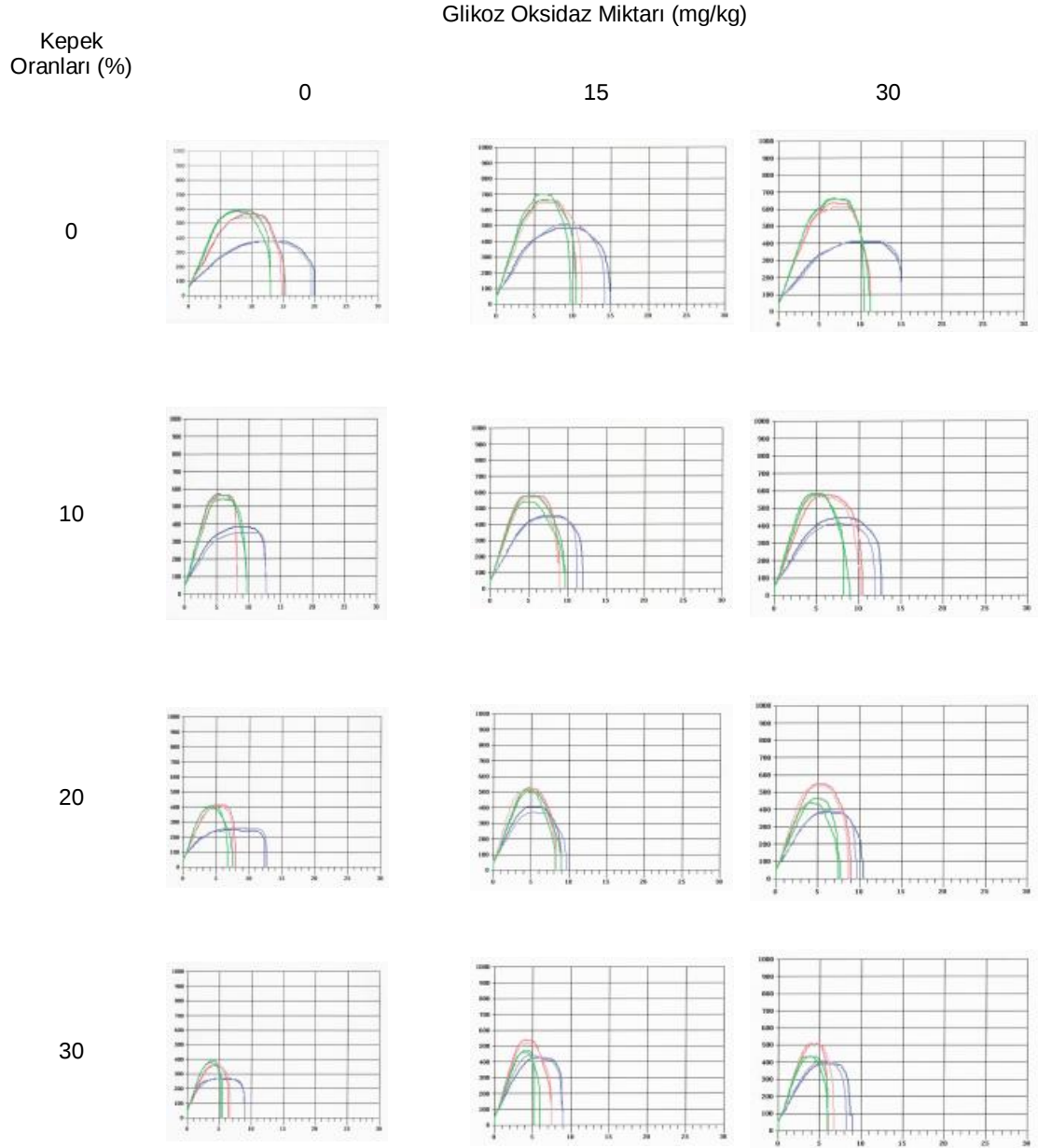
Değişen oranlarda buğday ve mısır kepeği ilave edilerek hazırlanan hamurların sabit deformasyondaki direnç (R₅) değerlerinin belirlenmesine yönelik yapılan denemeler sonucu elde edilen bulgular Çizelge 4.50’de verilmiştir. Beklenilebileceği gibi un-kepek karışımlarına ilave edilen kepek oranı arttıkça hamurların R₅ değerleri azalmıştır. Bileşime enzim ilave edilmesi R₅ değerlerini arttırmış, söz konusu artış en iyi 15 mg/kg glikoz oksidaz ile elde edilmiştir. Heksoz oksidazın en etkin olduğu düzey ise 30 mg/kg olarak belirlenmiştir (p<0.01).

Mısır kepeği aynı düzeyde kullanılan buğday kepeğine göre hamur özelliklerini olumsuz yönde etkilemiş ancak karışıma %15 oranında glikoz oksidaz ilave edilmesi ile R₅ değerinde, %10 buğday kepeği katkılı denemelerde yaklaşık %10 oranında bir artış sağlanırken, %10 ve %20 mısır kepeği katkılı denemelerde yaklaşık %65 oranında bir artış sağlanmıştır (Şekil 4. 109, Şekil 4. 110, Şekil 4. 111 ve Şekil 4. 112).

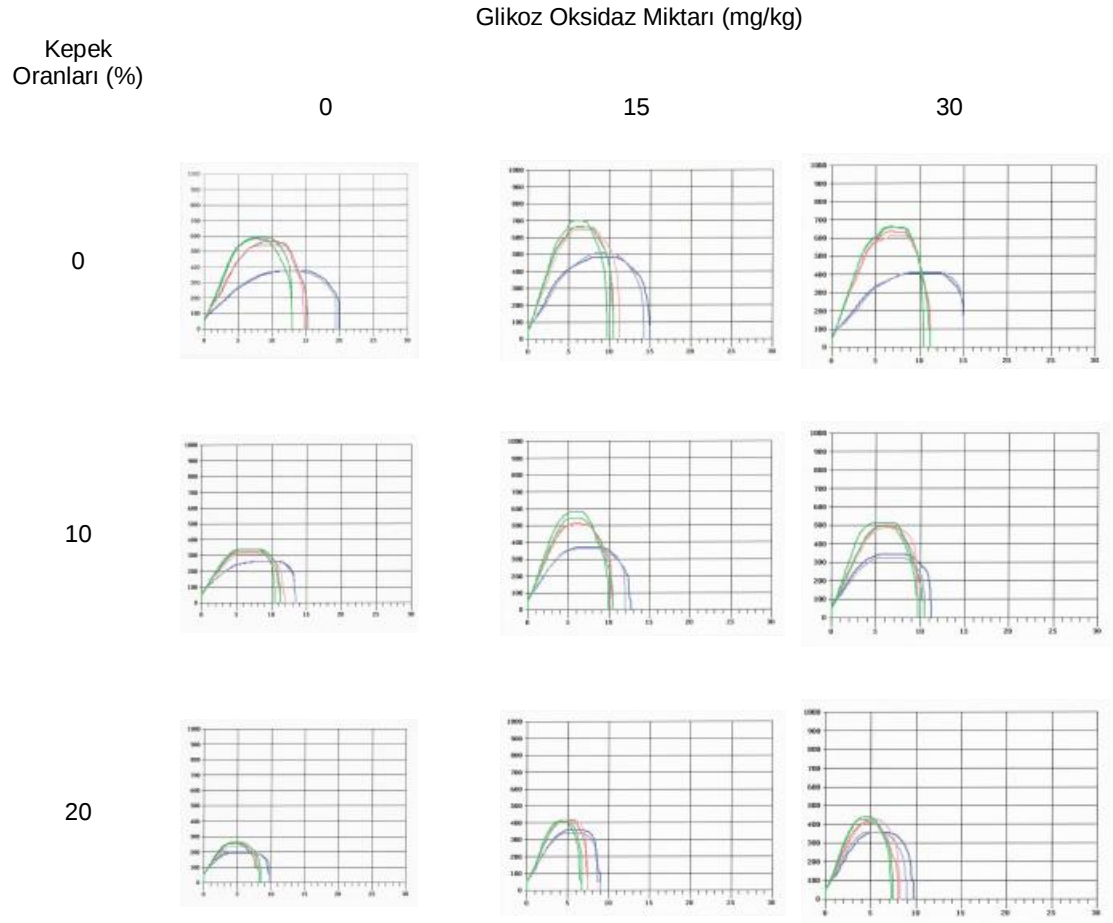
Çizelge 4.50. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Sabit Deformasyondaki Direnç (B.U.) Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Sabit Deformasyondaki Direnç (B.U.) Değerleri				
	Kontrol 0	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
		15	30	15	30
0	420.3 ^{l (1)}	561.3 ^a	517.3 ^b	487.7 ^c	517.3 ^b
		Buğday Kepeği			
10	474.0 ^{cde}	525.0 ^b	513.0 ^b	519.3 ^b	511.3 ^b
20	326.0 ^o	469.7 ^{def}	460.3 ^{efg}	443.7 ^{hijk}	478.3 ^{cd}
30	322.7 ^o	452.0 ^{ghi}	432.7 ^{jkl}	457.0 ^{fgh}	468.7 ^{def}
		Mısır Kepeği			
10	283.0 ^p	471.0 ^{def}	438.3 ^{ijk}	429.7 ^{kl}	447.0 ^{ghj}
20	231.7 ^q	392.3 ^m	392.3 ^m	361.0 ⁿ	377.0 ^m

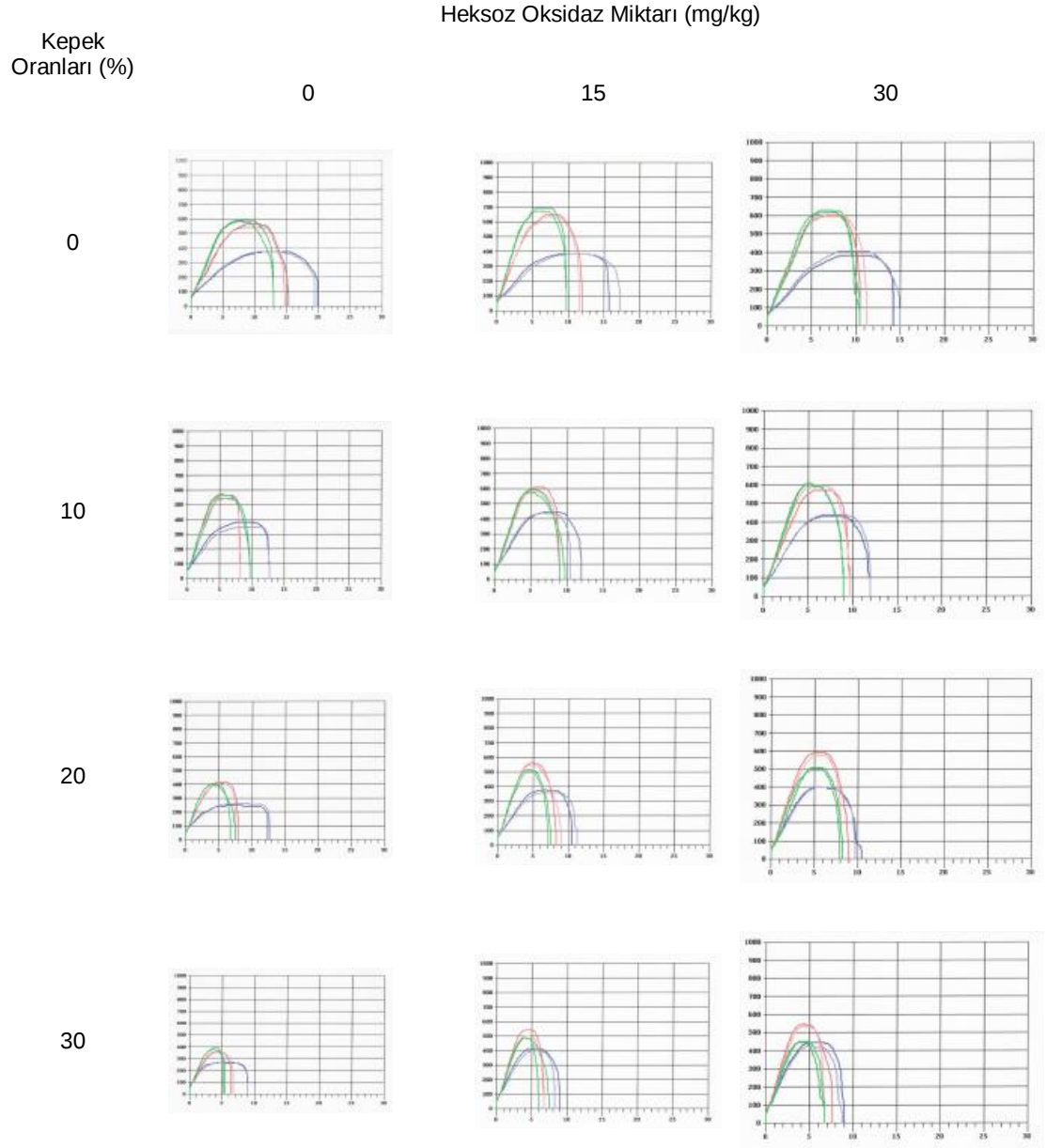
⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.



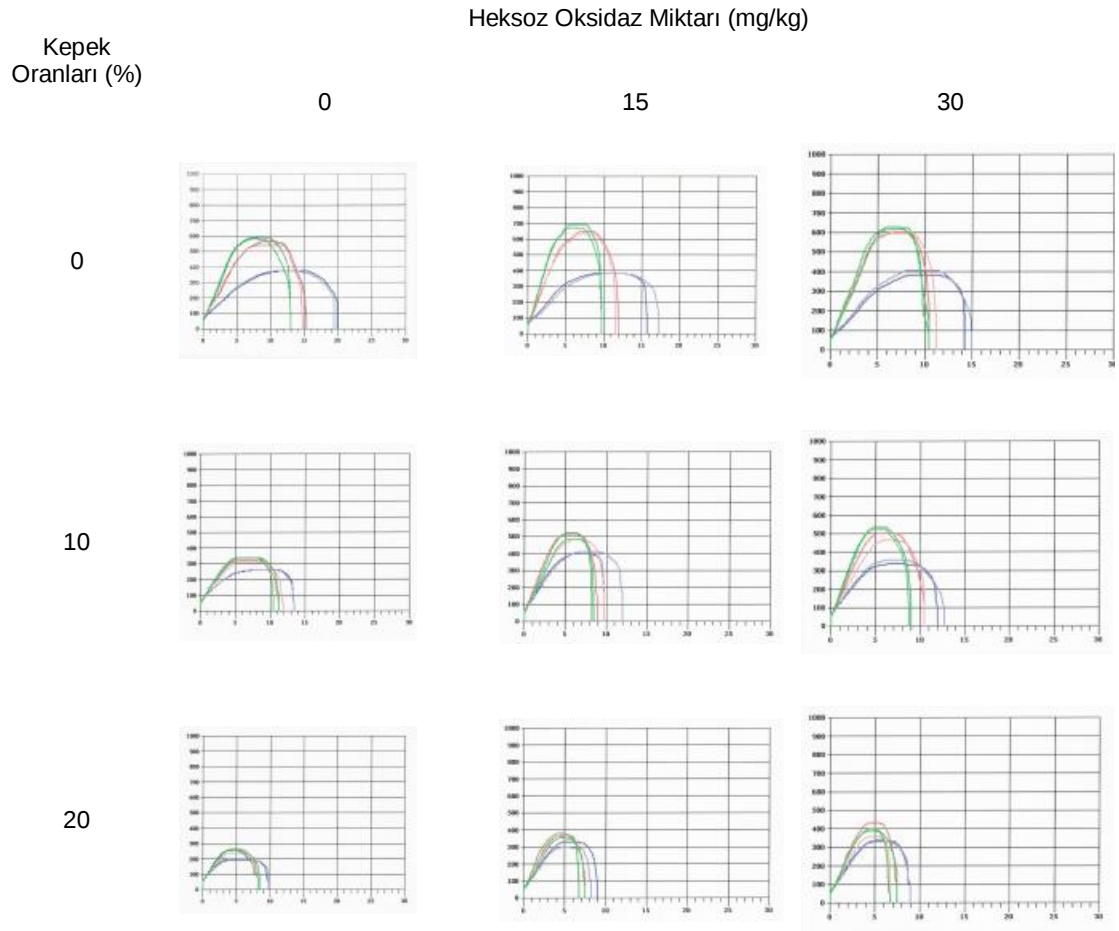
Şekil 4.105. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



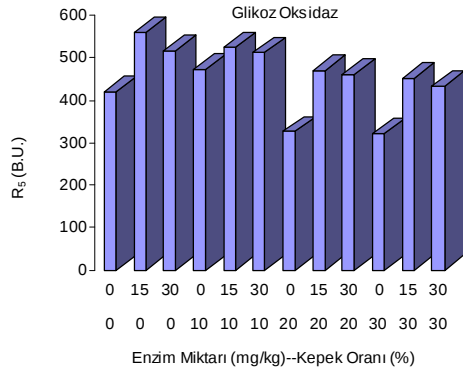
Şekil 4.106. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Glikoz Oksidaz Katkılı Un-Mısıır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



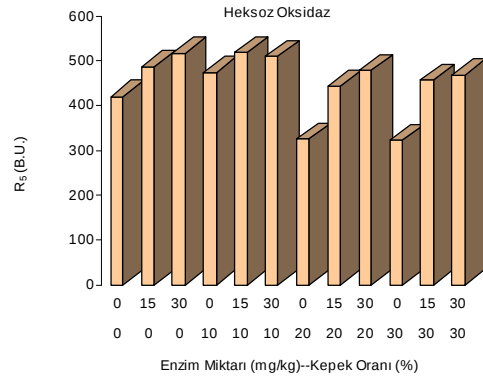
Şekil 4.107. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Buğday Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



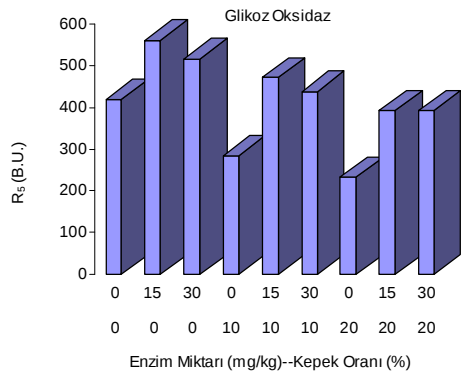
Şekil 4.108. Üçüncü Grup Denemelerde Kullanılan Heksoz Oksidaz Katkılı Un-Mısır Kepeği Karışımlarının Ekstensogramları



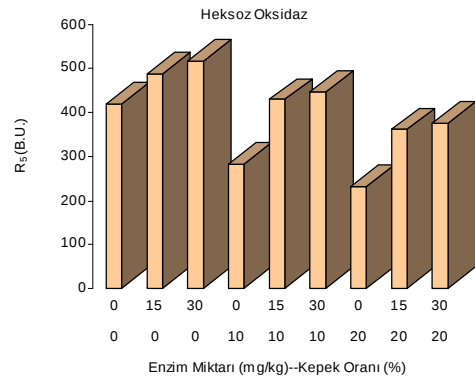
Şekil 4.109. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R₅) Değerleri



Şekil 4.110. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R₅) Değerleri



Şekil 4.111. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R₅) Değerleri



Şekil 4.112. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Sabit Deformasyondaki Direnç (R₅) Değerleri

Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri .

Üçüncü grup denemeler sonucunda elde edilen R_{max} değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.51’de verilmiştir. Kepek kullanılması ile aynen birinci ve ikinci grup denemelerde olduğu gibi; artan kepek oranına paralel olarak hamurların R_{max} değerleri azalmış ($p < 0.01$), bu değer üzerinde mısır kepeğinin etkisi daha olumsuz olmuştur (Şekil 4.113, Şekil 4.114, Şekil 4.115 ve Şekil 4.116).

Denemelerin tamamında enzim kullanılması ile R_{max} değerlerinde belirgin bir yükselme olduğu görülmüştür. Kontrol örneğinde 15 mg/kg düzeyinde glukoz oksidaz kullanılması ile R_{max} değerinde yaklaşık %20 (512.7 B.U.’den 613.3

B.U.'ne) oranında bir artış sağlanmıştır. Glikoz oksidazın 30 mg/kg düzeyine çıkarılması Rmax değerini katkısız örneğe göre arttırmış ancak, 15 mg/kg kullanım düzeyine göre azaltmıştır ($p<0.01$).

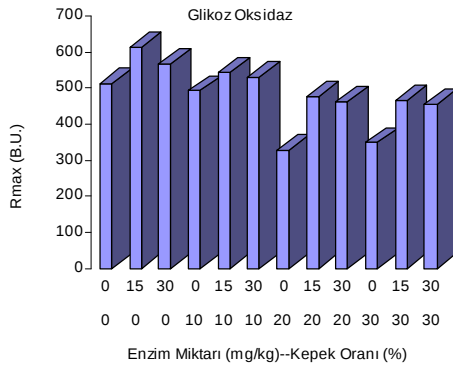
Çizelge 4.51. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Maksimum Direnç (B.U.) Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Maksimum Direnç (B.U.) Değerleri				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	512.7 ^{d (1)}	613.3 ^a	567.7 ^b	540.3 ^c	564.3 ^b
Buğday Kepeği					
10	493.0 ^e	544.0 ^c	530.7 ^c	531.0 ^c	537.7 ^c
20	327.3 ⁿ	476.0 ^{fgh}	462.7 ^{gh}	459.7 ⁱ	481.8 ^{ef}
30	348.0 ^m	467.0 ^{fghi}	454.7 ^{ij}	466.3 ^{fghi}	479.3 ^{ef}
Mısır Kepeği					
10	296.3 ^o	478.7 ^{efg}	453.7 ^{ij}	443.7 ^j	461.7 ^{hi}
20	232.7 ^p	395.3 ^k	395.7 ^k	361.0 ^m	377.0 ^l

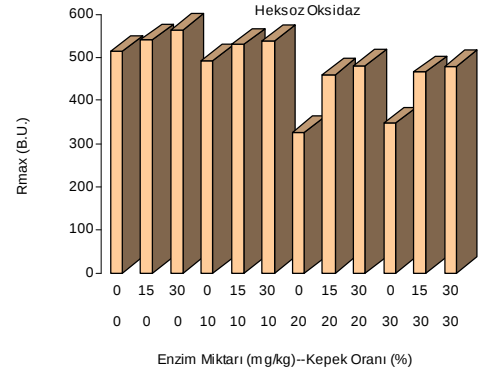
⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Kepek katkılı karışımlarda ise glikoz oksidazın kullanım düzeyleri arasında belirgin bir fark olmadığı %10 mısır kepeği katkılı çalışmalarda glikoz oksidazın 15 mg/kg, %10 ve 520 mısır kepekli karışımların her ikisinde de heksoz oksidazın 30 mg/kg düzeyinde kullanılmasının daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

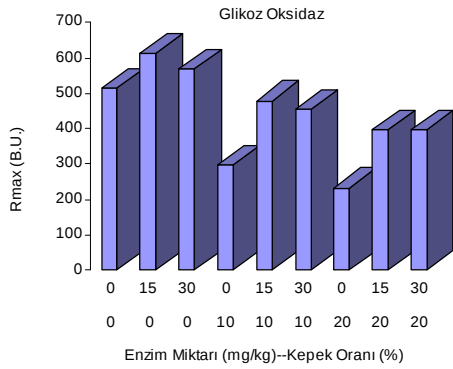
Genel olarak un-kepek karışımları ile hazırlanan hamurlarda glikoz oksidazın 15 mg/kg, heksoz oksidazın ise 30 mg/kg kullanım düzeyi Rmax değerleri üzerinde daha etkili olurken, buğday kepeği kullanılan karışımlarda bu iki enzimin belirtilen düzeyleri arasında anlamlı bir fark görülmemiş, mısır kepeği katkılı hamurlarda glikoz oksidaz heksoz oksidaza göre maksimum direnç değerlerinde daha fazla bir artış sağlamıştır ($p<0.01$).



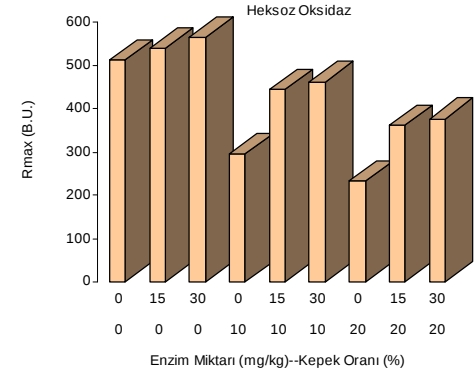
Şekil 4.113. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri



Şekil 4.114. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri



Şekil 4.115. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri



Şekil 4.116. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri

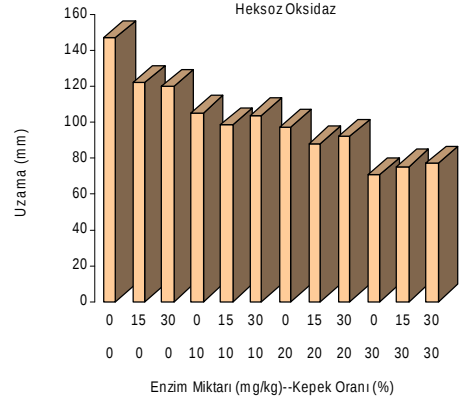
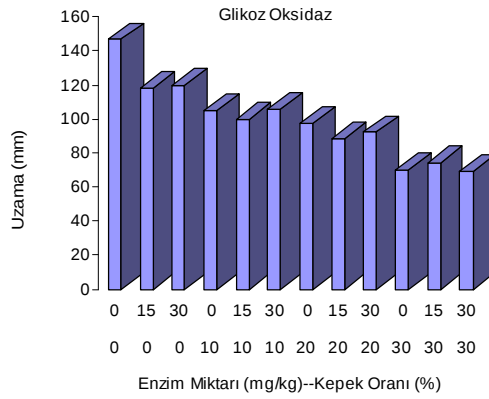
Uzama (E) Değerleri .

Üçüncü grup denemelerde hazırlanan hamur örneklerinin uzama kabiliyetine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.52’de verilmiştir. Yapılan ölçüm sonuçlarının incelenmesi ile de görülebileceği gibi buğday ununa hem buğday kepeği hem de mısır kepeği ilave edilmesi uzama kabiliyetini azaltmıştır. Bu azalma, kepek oranının artışı ile birlikte artış göstermiştir ($p < 0.01$) (Şekil 4.117, Şekil 4.118, Şekil 4.119, Şekil 4.120).

Çizelge 4.52. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Uzama (mm) Değerleri

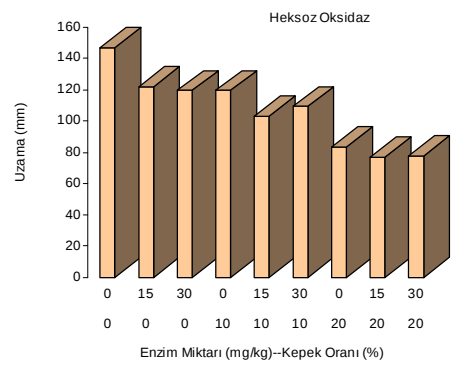
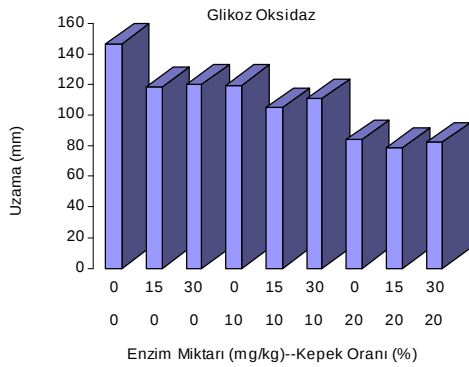
Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Uzama (mm) Değerleri				
	Kontrol		Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz
	0		15	30	15 30
0	146.7 ^{a (1)}		118.3 ^b	120.0 ^b	119.7 ^b 122.0 ^b
Buğday Kepeği					
10	105.0 ^{cde}		99.7 ^{efg}	105.7 ^{cde}	102.5 ^{def} 103.7 ^{def}
20	97.3 ^{gh}		88.3 ^{ij}	92.0 ^{hi}	91.7 ^{hi} 88.0 ^{ij}
30	70.3 ⁿ		74.3 ^{mn}	69.0 ⁿ	75.0 ^{mn} 75.3 ^{mn}
Mısır Kepeği					
10	119.7 ^b		104.7 ^{cde}	110.7 ^c	107.3 ^{cde} 109.3 ^{cd}
20	83.7 ^{jk}		78.7 ^{klm}	82.3 ^{jkl}	77.0 ^{lm} 78.0 ^{klm}

(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.



Şekil 4.117. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri

Şekil 4.118. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri



Şekil 4.119. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri

Şekil 4.120. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Uzama Kabiliyeti (E) Değerleri

Kontrol örneğinde ve %10 mısır kepeği içeren kombinasyonlarda enzim kullanılması ile uzama (elastikiyet) değerleri önemli düzeyde azalmış, bununla birlikte gerek enzim düzeyinin gerekse kullanılan enzim çeşidinin uzama değerleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p<0.01$). Diğer denemelerde ise enzimler uzama değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamışlardır. Söz konusu örneklerde enzim kullanımı ile hamurun elastikiyetinde herhangi bir değişiklik meydana gelmeksizin maksimum direnç değerlerinde artış sağlanabilmektedir.

Enerji (A) Değerleri .

Farklı düzeylerde buğday ve mısır kepeği ile katkı ve katkısız olarak hazırlanan hamur örneklerinin enerji değerlerine ilişkin ortalama ölçüm sonuçları Çizelge 4.53’de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Enerji Değerleri

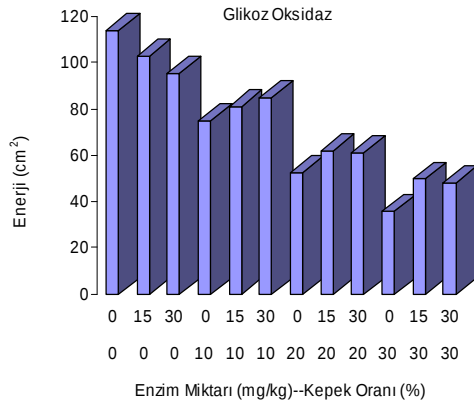
Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Enerji Değerleri (cm ²)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	114.0 ^{a (1)}	103.0 ^b	95.3 ^{cd}	95.7 ^{cd}	94.0 ^d
Buğday Kepeği					
10	75.0 ^{gh}	85.0 ^e	80.3 ^f	76.7 ^{fg}	79.0 ^{fg}
20	52.7 ^{mno}	61.7 ^j	61.3 ^{jk}	58.7 ^{kl}	61.5 ^{jk}
30	35.7 ^s	49.7 ^{nop}	48.0 ^{opq}	48.7 ^{nop}	49.8 ^{nop}
Mısır Kepeği					
10	56.3 ^{klm}	67.7 ⁱ	70.3 ^{hi}	68.0 ⁱ	71.0 ^{hi}
20	30.7 ^t	45.7 ^{pqr}	47.3 ^{pq}	43.3 ^{qr}	43.0 ^{qr}

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

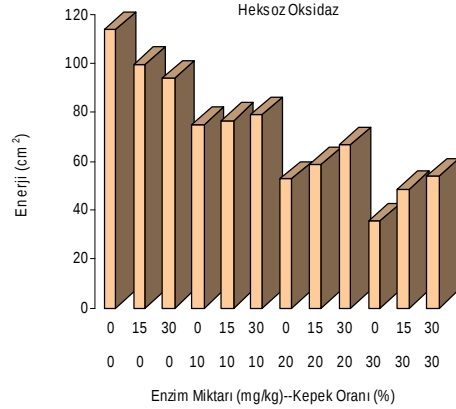
Çizelgenin incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

Beklenilebileceği gibi karışıma giren kepek oranının artması ile, R₅, R_{max} ve uzama değerlerinin azalmasının bir sonucu olarak enerji değerleri de azalmıştır.

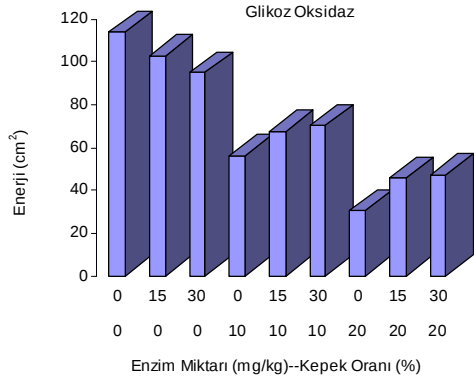
Karışıma sabit katkı ilave edilmesi kontrol hamurunda enerji değerinin azalmasına neden olurken, kepek içeren hamurlarda enerji değerinin artmasını sağlamıştır. Kontrol örneğinde ve %10 buğday kepeği katkılı denemelerde en yüksek enerji değerinin 15 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz kullanılan çizimlere ait olduğu görülmüştür. Diğer formüllerin tamamında kullanılan enzim çeşidinin ve enzim oranının enerji değerleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p<0.01$).



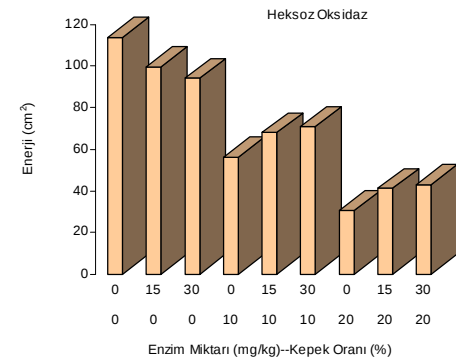
Şekil 4.121. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm²)



Şekil 4.122. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm²)



Şekil 4.123. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm²)



Şekil 4.124. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Enerji Değeri (cm²)

Oran (Rmax/E) Değerleri.

Buğday ve mısır kepeği ile katkısız ve katkılı olarak hazırlanan hamurların ortalama oran değerleri Çizelge 4.54'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi ile de

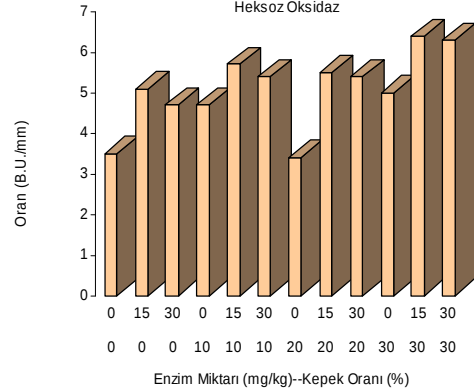
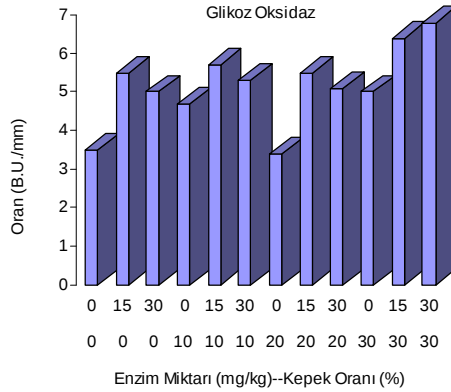
görülebileceği gibi; %10 buğday kepeği haricinde diğer denemelerin tamamında katkı kullanılması oran değerini arttırmış, %10 buğday kepeği düzeyinde ise katkısız örneğe göre bu değer üzerinde önemli bir fark oluşturmamıştır. Bu durum katkı ilave edilen örneklerin maksimum direnç değerlerinin katkısız örneklere göre daha yüksek olmasının, uzama değerlerinin ise daha düşük olmasının bir sonucudur. Ancak oran değerini de farklı enzim çeşidinin ve farklı enzim oranının etkilemediği görülmüştür.

Stampfli ve ark. (1996); dört farklı yüzey aktif maddenin (destile monoglisidler (MG), diglisidler (DG), DATEM ve lesitin) Norveç unu kullanılarak hazırlanan hamurun reolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, una belirtilen yüzey aktif maddelerini %0-2 oranında ilave ederek farinograf ve ekstensograf denemeleri gerçekleştirmişler ve ekstensograf karakteristikleri üzerinde DATEM haricindeki katkıların herhangi bir etkisinin olmadığını, DATEM ilavesi yapılan hamurlarda maksimum direncin uzamaya oranının daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar oran değerinin yüksek çıkmasını DATEM'in iyi bir hamur kuvvetlendirici özelliğinin olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.54. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Un-Kepek Karışımlarının Oran Değerleri

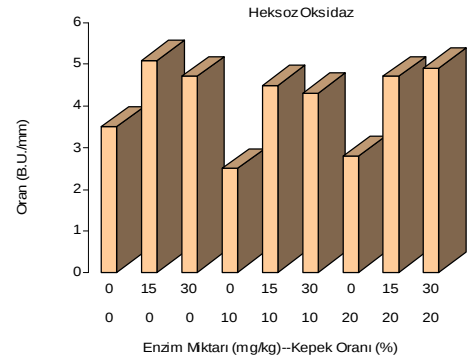
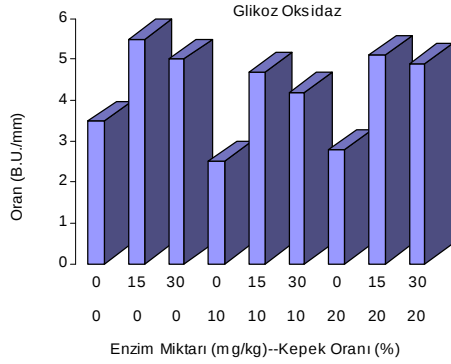
Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Oran Değerleri (B.U./mm)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	3.5 ^{g (1)}	4.8 ^{bcdef}	4.8 ^{bcdef}	4.5 ^{ef}	4.5 ^{ef}
Buğday Kepeği					
10	4.8 ^{bcdef}	5.4 ^b	5.0 ^{bcde}	5.2 ^{bcd}	5.3 ^{bcd}
20	3.4 ^g	5.4 ^{bc}	5.0 ^{bcde}	5.2 ^{bcd}	5.4 ^{cde}
30	5.0 ^{bcde}	6.4 ^a	6.4 ^a	6.3 ^a	6.3 ^a
Mısır Kepeği					
10	2.5 ^h	4.6 ^{def}	4.2 ^f	4.2 ^f	4.2 ^f
20	2.8 ^h	4.9 ^{bcde}	4.8 ^{bcdef}	4.7 ^{cdef}	4.8 ^{bcdef}

(1): Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.



Şekil 4.125. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi

Şekil 4.126. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi



Şekil 4.127. Farklı Miktarlarda Glukoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi

Şekil 4.128. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Un Örneğinin Oran (B.U./mm) Değeri Üzerine Etkisi

4.3.3.3. Ekmek Analiz Sonuçları

Üçüncü grup denemelerde üretilen ekmeklerin fotoğrafları Ek-1f, Ek-1g ve Ek-1h'de verilmiş olup ekmek niteliklerine ilişkin bulgular aşağıda, ayrı alt başlıklar altında açıklanmıştır.

Hacim Verimi .

Denemelerde üretilen ekmeklerin hacim verimlerine ilişkin değerler Çizelge 4.55'de verilmiştir. Diğer iki denemede de olduğu gibi karışıma artan düzeylerde kepek ilave edilmesi hacim değerlerinin önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur.

Hacim değerlerindeki düşüşün mısır kepeğinde buğday kepeğine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.55. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Hacim Verimleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Hacim Verimi (cm ³ /100g un ya da un-kepek karışımı)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	539^{i (1)}	782 ^a	766 ^b	752 ^c	770 ^b
Buğday Kepeği					
10	443^m	748 ^c	727 ^d	686 ^e	729 ^d
20	359^o	501 ^j	494 ^j	497 ^j	502 ^j
30	314^r	347 ^p	344 ^p	349 ^p	351 ^p
Mısır Kepeği					
10	416ⁿ	622 ^f	619 ^{fg}	610 ^{gh}	612 ^{gh}
20	330^q	466 ^k	449 ^{lm}	457 ^{kl}	463 ^k

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Karışımlara enzimlerle birlikte sabit katkı ilave edilmesi hacim değerlerini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Kontrol ekmeğinde ve %10 buğday kepeği katılı ekmeklerde en iyi hacim değerine (sırasıyla 782 cm³ ve 748 cm³) glikoz oksidazın 15 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekmeklerde ulaşılmıştır. Kontrol ekmeğinde belirtilen düzeyde glikoz oksidaz ile birlikte sabit katkıların kullanılması sonucu ekmek hacminde yaklaşık %40 oranında bir artış meydana gelmiştir. İkinci olarak aynı ekmekler için geçerli olmak üzere heksoz oksidazın 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı formüllerde en yüksek hacim değerleri (sırasıyla 770 cm³ ve 729 cm³) elde edilmiştir.

%20 ve %30 oranlarında buğday kepeği içeren ekmeklerde katkı kullanılması ile iyileşme sağlanmış ancak enzim çeşidinin ve enzim oranının önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Katkı ilavesi mısır kepeği içeren ekmeklerin hacim değerlerini de iyileştirici yönde etkide bulunmuştur. %10 mısır kepeği içeren karışıma iki farklı düzeyde glikoz oksidaz ilave edilmesi ile hacim değeri yaklaşık %50 oranında bir artış göstermiştir (416 cm^3 'den ortalama 620 cm^3 'e yükselmiştir). Farklı düzeylerde kullanılan heksoz oksidaz da hemen hemen glikoz oksidaz ile aynı oranda bir iyileşme sağlamıştır. %20 mısır kepeğinde ise karışıma katkı ilave edilmesi ile hacim değeri yaklaşık %40 oranında bir artış göstermiştir. Bununla birlikte bu artış üzerinde enzim çeşidinin ve kullanılan enzim düzeylerinin önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.130).

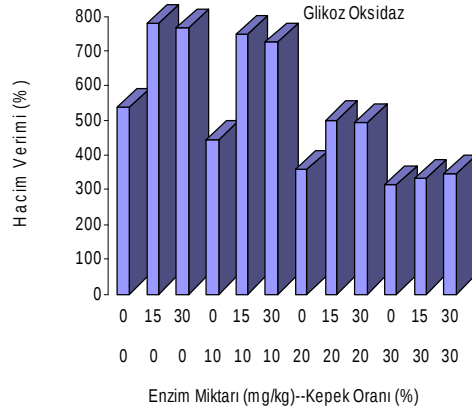
Enzimlerin hamur kuvvetlendirici ve hacim arttırıcı özelliklerinin yanısıra, ikinci grup denemelerde farklı olarak %1 oranında ilave edilen DATEM'de ekmek hacmini arttırma açısından etkili olmuştur.

Serbest tipte, tava ekmeklerinde ve hamburger tipi ekmeklerde DATEM'in hacim artışına katkısı çok fazladır. Almanya'da Chemiche Fabrik Grunau Fırıncılık tarafından yapılan çalışmalarda, una %0.5 ve %1 oranında ilave edilen DATEM ile diğer hamur kuvvetlendirici ekmek katkı maddelerini karşılaştırmışlar ve DATEM'in hacim artışı sağlamada daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Kolorado eyaletinde hamburger ekmekleri üzerine yapılan bir çalışmada da DATEM katkılı ekmeklerin daha iyi hacim, tekstür, renk ve raf ömrüne sahip oldukları saptanmıştır (LaBell, 1983).

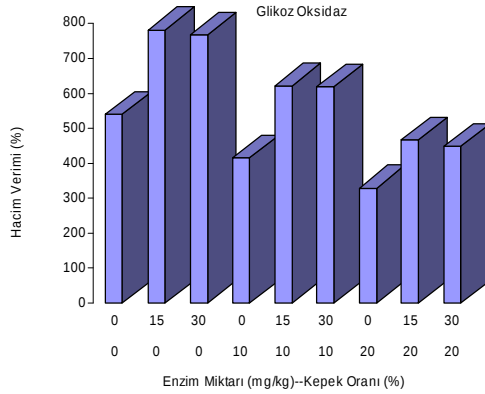
Akkaya (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, una %7 bitkisel katı yağ ve %1 oranında DATEM katılması durumunda; hamburger ekmeklerinin hacim verimlerinin arttığı, gözenek yapılarının iyileştiği, ekmek içi yumuşaklığının ve su içeriğinin yükseldiği belirlenmiştir.

%5 oranında sellüloz ilave edilerek zayıflatılan unlarda da, DATEM ilavesi sonucu ekmeklerin hacim değerlerinin korunduğu görülmüştür (LaBell, 1983).

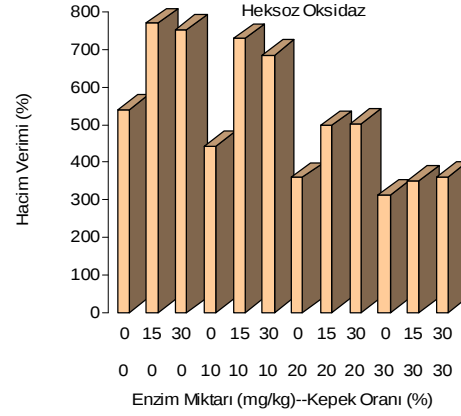
Ekmek hacminin artması DATEM'in unda bulunan proteinler ile özellikle gluten ile reaksiyona girmesinden kaynaklanmakta, böylece hamurun gaz tutma kapasitesi artmakta ve daha hacimli ekmek oluşumu sağlanmaktadır.



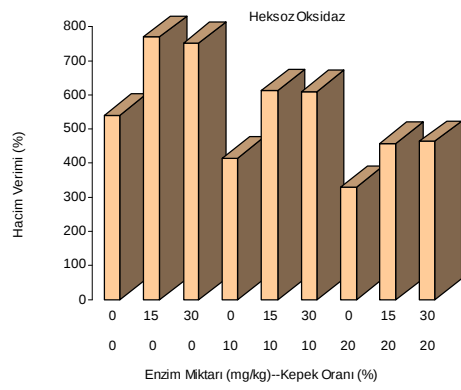
Şekil 4.129. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri



Şekil 4.131. Farklı Miktarlarda Glikoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri



Şekil 4.130. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Buğday Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri



Şekil 4.132. Farklı Miktarlarda Heksoz Oksidaz Enzimi ve Değişik Düzeylerde Mısır Kepeği İçeren Ekmeklerin Hacim Verimleri

Nem İçeriği .-

Denemelerde farklı formüller kullanılmasıyla üretilen ekmeklerin fırından çıktıktan 6, 24 ve 48 saat sonraki nem içeriklerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.56'da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle, her üç ölçüm zamanında da, beklenildiği gibi, hamur formülünde artan kepek düzeyine bağlı olarak ekmeklerin nem içeriklerinin yükseldiği, hem buğday hem de mısır kepeği kullanılan ekmeklerin nem içeriklerinin formüle ilave edilen enzim çeşidinden ve enzim oranından etkilenmediği belirlenmiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.56. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Nem İçerikleri

Kepek Miktarı (%)	Kullanılan Enzim Miktarları (mg/kg) ve Nem İçerikleri (%)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
6. Saat Ölçümleri					
0	36.2^{m (1)}	36.5 ^m	36.3 ^m	36.8 ^{lm}	36.7 ^{lm}
Buğday Kepeği					
10	38.1^{ij}	38.2 ^{fghij}	38.5 ^{efghi}	38.9 ^{def}	38.7 ^{defgh}
20	39.3^d	39.0 ^{de}	38.8 ^{defg}	39.1 ^{de}	39.0 ^{de}
30	40.1^{bc}	40.6 ^{abc}	40.7 ^{ab}	41.0 ^a	41.0 ^a
Mısır Kepeği					
10	37.3^{kl}	37.9 ^{ij}	37.8 ^{jk}	38.2 ^{ghij}	38.1 ^{hij}
20	40.0^c	40.6 ^{abc}	40.6 ^{abc}	40.6 ^{abc}	40.4 ^{abc}
24. Saat Ölçümleri					
0	35.9ⁿ	36.0 ⁿ	35.9 ⁿ	36.4 ^{mn}	36.3 ^{mn}
Buğday Kepeği					
10	37.6^{jk}	37.9 ^{hij}	38.2 ^{ghi}	38.5 ^{gh}	38.2 ^{ghi}
20	38.9^{fg}	38.6 ^{gh}	38.4 ^{gh}	38.7 ^{gh}	38.7 ^{gh}
30	39.6^{de}	40.1 ^{abcd}	40.3 ^{abc}	40.7 ^{ab}	40.6 ^a
Mısır Kepeği					
10	36.7^{lm}	37.4 ^{jk}	37.2 ^{kl}	37.7 ^{ijk}	37.6 ^{jk}
20	39.3^{ef}	40.0 ^{abcd}	40.0 ^{bcd}	40.1 ^{abcd}	39.9 ^{cd}
48. Saat Ölçümleri					
0	35.2^j	35.2 ^j	35.3 ^j	35.8 ^j	35.7 ^j
Buğday Kepeği					
10	37.0^{hi}	37.1 ^{hi}	37.3 ^{fgh}	37.8 ^{efg}	37.4 ^{fgh}
20	38.2^{de}	38.0 ^{def}	37.8 ^{ef}	37.9 ^{ef}	37.8 ^{ef}
30	39.0^{bc}	39.5 ^{ab}	39.5 ^{ab}	40.0 ^a	40.1 ^a
Mısır Kepeği					
10	35.7^j	36.8 ^{hi}	36.5 ⁱ	37.1 ^{ghi}	37.0 ^{hi}
20	38.6^{cd}	39.2 ^{bc}	39.0 ^{bc}	39.0 ^{bc}	39.1 ^{bc}

(1): Çizelgede aynı saatte yapılan ölçümlerde aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Ekmek İçi Yumuşaklığı .⁻

Üçüncü grup denemelerde üretilen ekmeklerin ekmek içi yumuşaklığına ilişkin olarak, ekmekler fırından çıktıktan 6, 24 ve 48 saat sonra, ölçülen penetrometre değerleri Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Ekmek İçi Yumuşaklığına İlişkin Penetrometre Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Kullanılan Enzim Miktarları (mg/kg) ve Penetrometre Değerleri (1/10 mm)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
6. Saat Ölçümleri					
0	96^{gf (1)}	154 ^b	138 ^c	161 ^{ab}	173 ^a
Buğday Kepeği					
10	42^{hi}	116 ^{de}	105 ^{ef}	109 ^{def}	122 ^d
20	30^{hij}	41 ^{hi}	35 ^{hij}	37 ^{hi}	45 ^h
30	18^j	30 ^{hij}	31 ^{hij}	35 ^{hij}	34 ^{hij}
Mısır Kepeği					
10	43^{hi}	106 ^{def}	88 ^g	95 ^{fg}	114 ^{de}
20	26^{ij}	40 ^{hi}	33 ^{hij}	45 ^h	37 ^{hi}
24. Saat Ölçümleri					
0	67^{fg}	102 ^b	92 ^d	108 ^{ab}	115 ^a
Buğday Kepeği					
10	27^{hijkl}	79 ^{de}	63 ^g	65 ^g	84 ^{cd}
20	22^{klm}	33 ^{hi}	28 ^{hijkl}	31 ^{hijk}	35 ^h
30	15^m	23 ^{klm}	21 ^{klm}	27 ^{hijkl}	26 ^{hijkl}
Mısır Kepeği					
10	33^{hi}	65 ^g	59 ^g	63 ^g	75 ^{ef}
20	21^{lm}	31 ^{hij}	25 ^{ijkl}	30 ^{hijkl}	31 ^{hij}
48. Saat Ölçümleri					
0	39^{fg}	70 ^b	60 ^c	76 ^b	83 ^a
Buğday Kepeği					
10	18^{hijk}	46 ^e	32 ^g	33 ^g	53 ^d
20	16^{ijk}	24 ^{hi}	21 ^{hi}	22 ^{hi}	25 ^h
30	11^k	18 ^{hijk}	18 ^{hijk}	21 ^{hi}	24 ^h
Mısır Kepeği					
10	20^{hij}	37 ^{fg}	33 ^g	37 ^{fg}	41 ^{ef}
20	13^{jk}	24 ^{hi}	21 ^{hi}	22 ^{hi}	25 ^h

⁽¹⁾: Çizelgede aynı saatte yapılan ölçümlerde aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.57'nin incelenmesi ile de görülebileceği gibi, kepek çeşidinin, kepek oranının ve katkı kullanılması ile ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerine etkilerinin önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak her üç saatte de yapılan ölçüm sonuçlarına bakılacak olursa katkı kullanılması ile ekmek içi yumuşaklık değerlerinin arttığı, bu artışta 15 mg/kg glikoz oksidaz ve 30 mg/kg heksoz oksidaz kullanılması ile daha etkili olduğu, ayrıca denemelerin tamamında heksoz oksidazın glikoz oksidaza göre daha yumuşak bir ekmek içi yapısının oluşumuna olanak sağladığı belirlenmiştir.

Gözenek Değeri .-

Üçüncü grup denemelerde üretilen ekmeklerin ortalama gözenek değerleri Çizelge 4.58'de verilmiştir. Gözenek değerleri üzerine kepek kullanılması etkisi aynen birinci ve ikinci grup denemelerde olduğu gibi olumsuz yönde olmuştur.

Kontrol ekmeğinde 30 mg/kg glikoz oksidaz kullanılan ekmekler hariç diğerlerinin ekmek içi gözenek yapılarının iyi olduğu ve aralarında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Ancak 30 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz içeren ekmeklerin gözenek değerleri (7.3) ile katkısız kontrol ekmeğinin gözenek değerleri (7.3) arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p<0.01$). Söz konusu ekmeklerin hacim değerlerinin de diğer ekmeklere göre düşük olmasının bir sonucu olarak ekmek içi gözenek yapıları da olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu durum glikoz oksidazın artan oranlarının neden olduğu aşırı oksidasyon sonucu gluten ağlarının aşırı derecede kuvvetlenmesi ve gaz tutma kabiliyetinin zayıflamasının bir sonucudur denilebilir.

Sabit katkı olarak ilave edilen DATEM'de ekmek kabuğunun gevrek, ekmek içinin ipeksi bir yapı kazanmasına ve ekmek içinin tekdüze bir gözenek (büyük çaplı delikler ve açıklıklar olmaksızın) yapısına sahip olmasını sağlar. Kansas ve Kolorado eyaletlerinde yapılan araştırmalarda %0.5 oranında DATEM ilave edilerek yapılan ekmeklerin elde ve makinada işlenebilme özelliklerinin iyileştiği, ekmek hacimlerinin arttığı, tekdüze bir gözenek yapısına sahip oldukları belirlenmiştir (LaBell, 1983).

Çizelge 4.58. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Gözenek Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Gözenek Değerleri (0-8 Puan)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	7.3 ^{b (1)}	8.0 ^a	7.3 ^b	7.8 ^a	8.0 ^a
Buğday Kepeği					
10	4.7 ^h	6.6 ^{de}	6.1 ^f	6.4 ^{ef}	6.8 ^{cd}
20	3.7 ^j	4.9 ^h	3.9 ^{ij}	4.1 ^{ij}	5.0 ^h
30	3.0 ^k	4.0 ^{ij}	4.0 ^{ij}	4.0 ^{ij}	4.0 ^{ij}
Mısır Kepeği					
10	5.5 ^g	6.9 ^{cd}	5.7 ^g	7.0 ^{bc}	7.0 ^{bc}
20	3.0 ^k	4.3 ⁱ	3.3 ^k	4.1 ^{ij}	4.2 ⁱ

⁽¹⁾: Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Farklı düzeylerde buğday kepeği içeren ekmeklerde katkı kullanılması ile ekmek içi gözenek yapısının iyileştiği, %10 ve %20 kepek düzeyinde en belirgin iyileşmenin glikoz oksidazın 15 mg/kg, heksoz oksidazın ise 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekmeklerde meydana geldiği, %30 kepek düzeyinde ise enzimlerin farklı düzeylerde kullanılmasının gözenek değeri üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Mısır kepeği içeren ekmeklerde de en düşük gözenek değerinin glikoz oksidazın 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekmeklere ait olduğu saptanmıştır. %10 oranında mısır kepeği kullanılan ekmeklerde katkı ilavesi gerek hacim gerekse gözenek değerlerinde önemli ölçüde bir iyileşme sağlarken, %20 kepek düzeyinde bu iyileşme çok belirgin değildir.

Hamur Verimi Değerleri .

Üçüncü grup denemelerde üretilen ekmeklerin hamur verimi değerleri Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Üçüncü grup denemelerde üretilen ekmeklerin tamamında artan kepek düzeyi ile birlikte, su absorpsiyonunun ve kullanılan kuru gluten miktarının artmasına paralel olarak hamur verimi değerleri de artış göstermiştir. Hamur verimi üzerinde farklı miktarlarda enzim kullanılmasının önemli bir etkisi olmamıştır ($p<0.01$).

Çizelge 4.59. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Hamur Verimi Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Hamur Verimi Değerleri (%)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	165^{e (1)}	167 ^e	166 ^e	165 ^e	165 ^e
Buğday Kepeği					
10	170^d	173 ^c	173 ^c	173 ^c	173 ^c
20	174^c	178 ^b	178 ^b	178 ^b	178 ^b
30	176^b	184 ^a	184 ^a	185 ^a	185 ^a
Mısır Kepeği					
10	170^d	173 ^c	173 ^c	174 ^c	173 ^c
20	176^b	184 ^a	183 ^a	183 ^a	184 ^a

⁽¹⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir

Pişme Kaybı Değerleri .

Değişik düzeylerde buğday kepeği ve mısır kepeği ile katkısız ve katkılı olarak üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ilişkin ortalama bulgular Çizelge 4.60'da verilmiştir. Kepek kullanılması ile pişme kaybı değerlerinin kontrol ekmeğine göre azaldığı, ancak değişik düzeylerdeki glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz kullanılmasının kepekli ekmeklerin pişme kaybı değerleri arasında belirgin bir fark oluşturmadığı görülmüştür ($p<0.01$).

Çizelge 4.60. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Pişme Kaybı Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Pişme Kaybı Değerleri (%)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	11.86 ^{abc (1)}	12.60 ^a	12.18 ^{ab}	11.29 ^{abcdef}	11.18 ^{abcdefg}
Buğday Kepeği					
10	12.43 ^a	10.74 ^{abcdef}	10.29 ^{bdcefg}	10.76 ^{abcdefg}	10.06 ^{cdefg}
20	10.23 ^{bcdefg}	10.33 ^{bcdefg}	9.57 ^{efg}	9.80 ^{defg}	9.44 ^{gf}
30	11.00 ^{abcdefg}	9.67 ^{efg}	9.26 ^g	10.26 ^{bcdefg}	11.12 ^{abcdefg}
Mısır Kepeği					
10	10.83 ^{abcdefg}	10.65 ^{abcdefg}	10.64 ^{abcdefg}	11.75 ^{abcd}	11.20 ^{abcdefg}
20	10.43 ^{bcdefg}	11.44 ^{abcde}	11.67 ^{abcd}	11.03 ^{abcdefg}	11.32 ^{abcdef}

⁽¹⁾ : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir

Ekmek Verimi Değerleri.

Ekmek verimi değerleri Çizelge 4.61’de verilmiştir. Çizelge 4.61’den de görülebileceği gibi ekmek verimi değerleri de hamur verimi değerleri gibi artan kepek oranı ile birlikte artış göstermiştir. Karışıma katkı ilave edilmesi ekmek verimi değerlerini katkısız ekmeklere göre arttırmış, ancak bu artışta kullanılan enzim çeşidinin ve enzim miktarının önemli bir etkisi olmamıştır ($p < 0.01$).

Çizelge 4.61. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Ekmek Verimi Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Ekmek Verimi Değerleri (%)				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	146^{m (1)}	146 ^m	146 ^m	146 ^m	146 ^m
Buğday Kepeği					
10	149^l	154 ^{ij}	155 ^{hij}	155 ^{hij}	156 ^{ghij}
20	156^{ghl}	160 ^{ef}	161 ^{cde}	160 ^{def}	161 ^{cde}
30	157^{gh}	166 ^a	167 ^a	166 ^a	165 ^{ab}
Mısır Kepeği					
10	152^k	154 ^{ij}	154 ^{ij}	153 ^{jk}	154 ^{ijk}
20	158^{fg}	163 ^{bcd}	162 ^{cde}	163 ^{bc}	163 ^{bc}

(1) : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir

Neuman Pişme Katsayısı Değerleri .⁻

Denemelerde üretilen ekmeklerin Neuman Pişme Katsayısı (NPK) değerleri Çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz ve Heksoz Oksidaz Katılmış Ekmeklerin Neuman Pişme Katsayısı Değerleri

Kepek Miktarı (%)	Enzim Düzeyi (mg/kg) ve Neuman Pişme Katsayısı Değerleri				
	Kontrol	Glikoz Oksidaz		Heksoz Oksidaz	
	0	15	30	15	30
0	158^{g (1)}	291 ^a	263 ^b	271 ^b	285 ^a
Buğday Kepeği					
10	82^j	236 ^c	213 ^d	204 ^e	233 ^c
20	33^l	105 ^h	87 ^{ij}	92 ^l	104 ^h
30	7^o	28 ^{lm}	20 ^{mn}	37 ^l	29 ^l
Mısır Kepeği					
10	81^j	188 ^f	161 ^g	186 ^f	184 ^f
20	15^{no}	84 ^{ij}	66 ^k	78 ^j	82 ^j

(1) : Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir

Hacim verimi ve gözenek değerlerinin una katılan kepek oranı arttıkça düşmesinin doğal bir sonucu olarak NPK değerleri de hızla düşmektedir. Mısır kepeği kullanılan ekmeklerin NPK değerleri aynı oranda buğday kepeği içeren ekmeklere göre daha düşüktür.

Kontrol ekmeğinde ve kepek katkılı ekmeklerde en yüksek NPK değerinin glikoz oksidazın 15 mg/kg, heksoz oksidazın ise 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekmeklere ait olduğu belirlenmiştir.

Üçüncü grup denemelerde elde edilen sonuçların genel olarak değerlendirilmesi ile aşağıdaki görüş ve sonuçlara varılmıştır.

- Diğer denemelerde de olduğu gibi karışımlara kepek ilave edilmesi ile ve artan kepek oranına paralel olarak hamur ve ekmek özellikleri olumsuz olarak etkilenmiştir. Un-kepek karışımlarına katkı ilave edilmesi katkısız örneklerle göre önemli derecede iyileşme sağlanmış, özellikle üçüncü grup denemelerde (ikinci gruptan farklı olarak) sabit katkı bileşimine %1 oranında DATEM'in de girmesi ile bu özelliklerde daha fazla iyileşme sağlanmıştır. Ancak buna rağmen gerek hamur gerekse ekmek analizlerinde tanık örneğinin değerlerine ulaşamamıştır.
- İkinci grup denemelerden farklı olarak kontrol örneğinde; glikoz oksidaz 15 mg/kg kullanım düzeyinden sonra su absorpsiyonunu arttırmış, ancak gelişme süresi değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamıştır. İkinci grup denemelere benzer olarak %10 ve %20 buğday kepeği içeren formüllerde glikoz oksidaz belirtilen düzeyden sonra gelişme süresi değerlerinin artmasına neden olmuştur. Sabit katkılar ile birlikte kullanılan enzimler stabilite sürelerinin önemli derecede artmasını sağlamış ve en belirgin artış glikoz oksidazın 30 mg/kg oranında kullanıldığı un örneğinde gözlenmiştir. Bileşime DATEM'in girmesi stabilite süresi değerlerini daha fazla arttırmış, özellikle bu artış mısır kepeği katkılı denemelerde daha belirgin bir hal almıştır. Un-kepek karışımlarında katkı kullanılması ile yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerlerinde de önemli derecede bir iyileşme sağlanmıştır.

- Ekstensogram değerleri katkı kullanılması ile artarken, ikinci grup denemelerden farklı olarak hamur bileşimine %1 oranında DATEM girmesi kontrol örneğinde ve buğday kepeği katkılı örneklerde sınırlı ölçüde bir iyileşme sağlarken, mısır kepeği katkılı hamurlarda meydana gelen bu iyileşme daha belirgin bir hal almıştır. Genel olarak un-kepek karışımları ile hazırlanan hamurlarda glikoz oksidazın 15 mg/kg, heksoz oksidazın ise 30 mg/kg kullanım düzeyinin ekstensogram değerleri üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür.
- Farinograf ve ekstensograf değerlerinde olduğu gibi ekmek özellikleri açısından da en iyi sonuçlar glikoz oksidaz'ın 15, heksoz oksidaz'ın ise 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığı karışımlardan elde edilmiştir.
- DATEM ilave edilmesi ise ekmek hacmi değerlerini belirgin bir şekilde arttırmıştır. Örneğin DATEM içermeyen denemelerde 15 mg/kg glikoz oksidaz içeren kontrol ekmeğinin hacmi 605 cm³, 30 mg/kg heksoz oksidaz içeren ekmeğin hacmi ise 593 cm³ iken, DATEM kullanılması ile bu değerlerde yaklaşık %30 oranında bir artış sağlanmıştır. Mısır kepeği katkılı ekmeklerde de belirtilen enzim düzeylerinde ortalama %25 ile %40 arasında bir hacim artışı olduğu görülmüştür.
- Aynı şekilde ekmek içi gözenek yapısının ve ekmek içi yumuşaklık değerlerinin de olumlu yönde etkilendiği, özellikle 30 mg/kg glikoz oksidaz kullanılan ekmeklerde meydana gelen iyileşmenin daha belirgin olduğu görülmüştür. Ancak %20 ve %30 buğday kepeği ile %20 oranında mısır kepeği içeren ekmeklerin gözenek yapılarında ve ekmek içi yumuşaklık değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı saptanmıştır.
- Sonuç olarak glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz ile birlikte kullanılan sabit katkılara DATEM'in de ilave edilmesinin gerek hamur gerekse ekmek özelliklerini önemli derecede iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesi ile başta buğday ve yulaf kepeği olmak üzere diğer tahılların kepekleri ve tam tane unlarının da kullanıldığı değişik tip ve nitelikteki ekmeklere olan ilgi artış göstermiş ve bununla birlikte gıda endüstrisinde yan ürün olarak açığa çıkan, genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilen, ekonomik anlamda düşük katma değere sahip ve önemli düzeyde lif içeren kaynakların insan beslenmesinde kullanılabilmek olanakları ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Ülkemizde genellikle kepekli ekmek üretiminde buğday kepeği tercih edilmektedir. Bu tercihte; ekmeğe ilave edilecek maddeler içerisinde ucuz ve kolay sağlanabilir olması, besin değerinin yüksek olması, buğdayın doğal bir bileşeni olması nedeniyle tüketiciler tarafından yadırganmaması ve yüksek oranda besinsel lif içermesi (Özboy, 1992; Özer, 1998) gibi faktörler etkili olmaktadır.

Nişasta fabrikalarının yan ürünü olan mısır kepeği ise, mısırdan nişasta üretimi sırasında, nişasta, protein ve embriyo çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısımdır. Ülkemizde nişasta fabrikalarının yan ürünü olarak yıllık yaklaşık 85.000 ton kepek açığa çıkmakta ve bu kepek genellikle hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Anon., 2003). Oysa ki mısır kepeğinin besinsel lif içeriği buğday kepeği ile yaklaşık olarak aynı düzeydedir. Ayrıca, günümüzde tüketicilerin diyet lif içeriği yüksek olan gıdalara olan eğilimleri ve mısır kepeğinin sağlık üzerindeki yararlı etkileri dikkate alındığında; bu atık ürünün gerek beslenme gerekse ekonomik açıdan ekmek üretiminde değerlendirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı; ekmek yapımında diyet lif içeriği diğer bazı lif kaynaklarına göre daha yüksek olan mısır kepeğinin; hamur ve ekmeğin teknolojik ve duyu özellikleri üzerindeki etkisinin ve kullanım oranının kabul edilebilir en üst sınırının belirlenebilmesi, buğday kepeği ile hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri açısından karşılaştırılması, her iki kepek çeşidini içeren ekmeklerin niteliklerinin bazı katkı kombinasyonları kullanmak suretiyle iyileştirilebilme olanaklarının araştırılmasıdır.

Denemelerin değişik basamaklarında elde edilen bulguların bir arada incelenmesi ve mevcut bilgilerin ışığında, daha önceki çalışmaların bulgularıyla birlikte değerlendirilmesiyle; aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Una ilave edilen buğday ve mısır kepeğinin artan kepek oranına koşut olarak farinograf ve ekstensograf değerleri ile ekmek özelliklerini olumsuz yönde etkilediği, belirtilen özellikler üzerinde mısır kepeğinin olumsuz etkisinin buğday kepeğine göre daha fazla olduğu,
- Birinci grup denemelerde un-kepek karışımlarına sabit düzeyde Askorbik Asit (75 ppm), DATEM (%1) ve SGPT düzeyde kuru gluten ilave edilmesi ile kepekli ekmeklerin niteliklerinin önemli ölçüde iyileştirilmesinin mümkün olduğu, ancak söz konusu iyileşme ile kepek içermeyen tanık örneğinin değerlerine ulaşamadığı,
- Una kepek katılması nedeniyle meydana gelen gluten proteinleri seyrelmesinin, ticari kuru gluten kullanılarak telafi edilmesinin; ekmek niteliklerini olumlu yönde etkilediği, ancak, kepeğin ekmek niteliklerinde neden olduğu olumsuz etkileri gidermek için bunun yeterli olmadığı,
- Oksidatif enzimlerden glikoz oksidaz'ın 15 mg/kg ve heksoz oksidaz'ın ise 30 mg/kg düzeyinde sabit katkıları (%1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit, SGPT düzeyde kuru gluten ve %0.5 oranında glikoz) ile birlikte kullanılmaları durumunda kepekli ekmeklerin niteliklerini önemli ölçüde iyileştirdikleri,
- Glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın yukarıda belirtilen düzeyleri ile birlikte sabit katkı olarak %0.5 glikoz, SGPT düzeyinde kuru gluten ve 75 mg/kg Askorbik Asit'in yanısıra karışıma %1 oranında DATEM ilave edilmesinin hamur ve ekmek niteliklerini çok daha olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Ekmeklerin duyusal değerlendirme sonuçlarının incelenmesi ile;

- Artan kepek oranına koşut olarak ekmeklerin duyusal test puanlarının azaldığı,
- Karışımlara katkı ilave edilmesinin ekmek niteliklerini önemli derecede iyileştirdiği,

- Buğday kepeğinde; %20 kepek düzeyine kadar ekmeklerin tüm özellikler bakımından yadırganmadığı, %30 kepek düzeyinde ise katkı kullanılmaması durumunda duyuşal puan açısından belirgin bir azalma meydana geldiğı, ancak bu kepek düzeyinde katkı ilave edilmesi ile ekmeklerin beğenilme oranının sınırlı ölçüde iyileştiğı,
- Mısır kepeğinde ise %10 kepek kullanım düzeyinin tüm nitelikler açısından %20 kepek düzeyine göre daha fazla beğenildiğı, aynı orandaki buğday kepekli (katkısız ve katkılı) ekmekler ile hemen hemen aynı puanları aldığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak; kepekli ekmek yapımında; buğday kepeğı ile katkı ilave edilmeksizin %10 düzeyine kadar kabul edilebilir nitelikte, katkı (15 mg/kg düzeyinde glikoz oksidaz ya da 30 mg/kg düzeyinde heksoz oksidaz ile birlikte sabit olarak %1 DATEM, 75 mg/kg askorbik asit, %0.5 glikoz ve SGPT düzeyde kuru gluten) ilave edilmesi durumunda ise %20 kepek düzeyine kadar beğenilir nitelikte ekmek yapılabilirdiğı, mısır kepeğinin ise hamur ve ekmeğın teknolojik ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi bakımından kabul edilebilir en üst sınırının %10 olduğı, %20 düzeyine çıkıldığı zaman ekmeklerin tüm bu özellikler bakımından kabul edilemeyecek derecede olumsuz yönde etkilendiğı ve ilave edilen katkıların bu olumsuz etkileri ortadan kaldıramadığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulguların ışığında, nişasta fabrikalarının yan ürünü olan mısır kepeğinin, belirtilen katkıların kullanılması suretiyle kepekli ekmek üretiminde kullanılabileceğı, una en fazla %10 oranında ilave edilmesi suretiyle ekmek özelliklerini fazla olumsuz yönde etkilemeden tüketiciler tarafından beğenilir nitelikte bir ekmek üretimi gerçekleştirilebileceğı sonucuna varılmıştır. Böylece besinsel lif içeriğı yüksek olan ve ülkemizde hayvan yemi olarak değerlendirilen bir yan ürünün ekmek üretiminde kullanılması ile belirli sağlık sorunu olan kişilerin ihtiyaçlarına da hizmet edilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- AACC, 2000. Method 10-10B, Method 38-10, Method 54-10, Method 54-21, Method 56-60, Method 56-81B. Third Edition. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- ADAMS, J.F., and ENGSTROM, A., 2000. Dietary Intake of Whole Grain vs. Recommendations. *Cereal Foods World*, 45(2):75-79.
- AKKAYA, M.R., 1999. Hamburger Ekmeği Yapımında, Değişik Düzeylerde Bitkisel Katı Yağ ile Birlikte DATEM Kullanılmasının Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, (yayınlanmamış), Adana, 40 s.
- ALTAN, A., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ofset Atölyesi, Adana, 107s.
- ALTAN, A., 1996. Tahıl İşleme Teknolojisi (Yayınlanmamış Ders Notları). Adana.
- AMEILLE, V., CASTELLO, P., GARCIA, R., RAKOTOZAFY, L., POTUS, J. and NICOLAS, J., 2000. Influences de l'ajout de Glucose Oxydase et de Lipase sur l'évolution de la Consistance et de la Consommation D'oxygène de la Pâte de Farine de Blé Tendre Au Cours du Pétrissage. *Sciences des Aliments* 20(4/5): 441-445.
- AMES, N.P., CLARKE, J.M., DEXTER, J.E., WOODS, S.M., SELLES, F., and MARCHYLO, F., 2003. Effects of Nitrogen Fertilizer on Protein Quantity and Gluten Strength Parameters in Durum Wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) Cultivars of Variable Gluten Strength. *Cereal Chemistry*, 80(2):203–211.
- ANDERSON, J.W., 1985, Health Implications of Wheat Fiber. *American Journal of Clinical Nutrition*, 41:1103-1112.
- ANONYMOUS, 1979. Dietary Fiber a Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists' Expert Panel on Food Safety & Nutrition and the Committee on Public Information. *Food Technology*, January, 35-39.

- ANONYMOUS, 1992. Un. Gıda İşveren Dergisi, 24(255):16.
- ANONYMOUS, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, s.224.
- ANONYMOUS, 1999. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ No:99-1).
- ANONYMOUS, 2001. The Definition of Dietary Fiber. AACC Report, Cereal Foods World, Vol. 46, No:3, 112-126.
- ANONYMOUS, 2002. Türk Gıda Kodeksi-Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (Tebliğ No: 2002-13).
- ANONYMOUS, 2003. Mısırdan Nişasta ve Nişasta Bazlı Şeker Üretimi.
<http://www.nigud.com>
- ANONYMOUS, 2006a. ANKOM Technology Method, Neutral Detergent Fiber in Feeds Filter Bag Technique (ANKOM²⁰⁰), 10-21-05,
http://www.ankom.com./00_products/product_a200.shtml (Erişim Tarihi: 12/01/2006)
- ANONYMOUS, 2006b. ANKOM Technology Method, Acid Detergent Fiber in Feeds Filter Bag Technique (ANKOM²⁰⁰), 10-21-05,
http://www.ankom.com./00_products/product_a200.shtml (Erişim Tarihi: 12/01/2006)
- ANONYMOUS, 2006c. Crude Fiber Analysis in Feeds By Filter Bag Technique (ANKOM²⁰⁰), http://www.ankom.com./00_products/product_a200.shtml (Erişim Tarihi: 12/01/2006)
- ARAT, O., 1949. Buğday Teknolojisi. Tarım Bakanlığı Neşriyatı, Yayın No: 654, İstanbul, 227s.
- ARCIA, R., RAKOTOZAFY, L., and NICOLAS J., 2004. Analysis and Modeling of The Ferulic Acid Oxidation by a Glucose Oxidase-Peroxidase Association. Comparison with a Hexose Oxidase-Peroxidase Association. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 3946-3953.
- ARTZ, W.E., WARREN, C., and VILLOTA, R., 1990. Twin-Screw Extrusion Modification of a Corn Fiber and Corn Starch Extruded Blend. Journal of Food Science, Volume 55, (3):746-754.
- ATLI, A., 1985. İç Anadolu'da Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalite Özellikleri Üzerine Çevre ve Çeşidin Etkileri. Ankara Üniversitesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayınlanmamış), Ankara, 170s.
- ATLI, A., KÖKSEL, H., ve DEMİR, Z., 1992a. Ekmeklik Buğdayların Kalitelerinin Belirlenmesinde Miksograf Kullanımı Üzerine Araştırmalar. *Gıda*, 17(6):387-394.
- ATLI, A., OZAN, A.N., KARABABA, E., 1992b. Alveograf Çalışmaları, Alveogram Değerleri ile Ekmeklik Buğday Kalitesini Belirleme Olanakları Üzerine Araştırmalar. *Un Mamülleri Dünyası*, 1(5): 30-38.
- AYAS, F., 2003. Ekmek Üretiminde Glikoz Oksidaz Kullanılmasının Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Adana, 61s.
- AZIZI, M.H., and RAO, G.V., 2004. Effect of Surfactant Gels on Dough Rheological Characteristics and Quality of Bread. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44:545-554.
- BAHAR, B., 2001. Un İşleme Ajanları (T.Altuğ editör). *Gıda Katkı Maddeleri*, Meta Basım, Bornova, İzmir, 286s.
- BAYSAL, A., 1996. Beslenme. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Teknolojisi Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 6. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- BLANSHARD, J.M.V., FRAZIER, P.J., and GALLIARD, T., 1988. Chemistry and Physics of Baking. Royal Society of Chemistry, England, 276s.
- BLOKSMA, A.H., 1990. Dough Structure, Dough Rheology and Baking Quality. *Cereal Foods World*, 35(2):237-242.
- BONET, A., ROSELL, C.M., CABALLERO, P.A., GOMEZ, M., PEREZ-MUNUERA, I., and LLUCH, M.A., 2006. Glucose Oxidase Effect on Dough Rheology and Bread Quality: A Study From Macroscopic to Molecular Level. *Food Chemistry*, In press.
- BURDURLU, H.S., ve KARADENİZ, F., 2003. Gıdalarda Diyet Lifinin Önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, Yıl:7, 15:18-25.

- BUSHUK, W., 1985. Rheology: Theory and Application to Wheat Flour Doughs (H. FARIDI, editor). Rheology of Wheat Products, The American Association of Cereal Chemists, 1-26s.
- CANBAŞ, A., 1992. Şarap Teknolojisi Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, 164s.
- CEMEROĞLU, B., ve ACAR, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No:6, Ankara, 512s.
- CERTEL, M., 1986. Soya Ununun Hamurun Fiziksel Özellikleri ve Ekmek Kalitesine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ürünleri Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Erzurum.
- CHANLIAUD, E., SAULNIER, L., and THIBAUT, J.F., 1995. Alkaline Extraction and Characterization of Heteroxylan From Maize Bran. Journal of Cereal Science, 21:195-203.
- CHANLIAUD, E., SAULNIER, L., and THIBAUT, J.F., 1997. Heteroxylans from Maize Bran in Aqueous Solution, Part II: Studies of Polyelectrolyte Behaviour. Carbohydrate Polymers, 32(3):315-320.
- CHEN, H., RUBENTHALER, G.L., LEUNG, H.K., and BARANOWSKI, J.D., 1988. Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran. Cereal Chemistry, 65(3):244-247.
- CHO, S.S., and CLARK, C., 2001. Wheat Bran: Physiological Effects (S.S. CHO and M.L. DREHER editörler). Handbook of Dietary Fiber, Marcel Dekker Inc., 270 Madison Avenue, New York, NY 10016, USA, 453-473s.
- CIACCO, C.F., and D'APPOLONIA, B.L., 1982a. Characterization of Pentosans From Different Wheat Flour Classes and of Their Gelling Capacity. Cereal Chemistry, 59 (2):96-99.
- CIACCO, C.F., and D'APPOLONIA, B.L., 1982b. Characterization and Gelling Capacity Water Soluble Pentosans Isolated From Different Mill Streams. Cereal Chemistry, 59 (3):163-166.

- CLARKE, J.M., MARCHYLO, B.A., KOVACS, M.I.P., NOLL, J.S., McCAIG, T.N., and HOWES, N.K., 1998. Breeding Durum Wheat for Pasta Quality in Canada. *Euphytica*, Volume 100, Numbers 1-3, (8):163-170.
- COOK, M.W., and THYGESEN, H.V., 2003. Safety Evaluation of a Hexose Oxidase Expressed In *Hansenula Polymorpha*. *Food and Chemical Toxicology*, 41: 523-529.
- CORSETTI, A., GOBBETTI, M., BALESTRIERI, F., PAOLETTI, F., RUSSI, L., and ROSSI, J., 1998. Sourdough Lactic Acid Bacteria Effects on Bread Firmness and Staling. *Journal of Food Science*, 63:347-351.
- COURTIN C.M. and DELCOUR J.A., 2001. Relative Activity of Endoxylanases towards Water-Extractable and Water-Unextractable Arabinoxylan. *Journal of Cereal Science*, 33:301-312.
- COURTIN C.M. and DELCOUR J.A., 2002. Arabinoxylans and Endoxylanases in Wheat Flour Bread-Making. *Journal of Cereal Science*, 35 (3):225-243.
- COURTIN C.M., GELDERS, G.G., and DELCOUR, J.A., 2001. Use of Two Endoxylanases with Different Substrate Selectivity for Understanding Arabinoxylan Functionality in Wheat Flour Breadmaking. *Cereal Chemistry*, 78(5): 564-571.
- CROWE, N.L., and RASPER, V.F., 1988. The Ability of Chlorine and Chlorine-Related Oxidants to Induce Oxidative Gelation in Wheat Flour Pentosans. *Journal of Cereal Science*, 7:283-294.
- CZUCHAJOWSKA, Z., and POMERANZ, Y., 1993. Gas Formation and Retention II. Role of Vital Gluten During Baking of Bread from Low-Protein or Fiber-Enriched Flour. *Cereal Foods World*, 38(7): 504-511.
- D'APPOLONIA, B.L., and DUARTE, P.R., 1996. Wheat Carbohydrates: Structure and Functionality (W.BUSHUK and V.F. RASPER, editörler). *Wheat: Production, Properties and Quality*, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK, 107-125s.
- D'APPOLONIA, B.L., and KUNERTH., W.H., 1984. *The Farinograph Handbook*. Third Edition, AACC Inc., St. Paul, Minnesota, USA, 41s.

- D'EGIDIO, M.G., MARIANI, B.M., NARDI, S., NOVARO, P., and CUBADDA, R., 1990. Chemical and Technological Variables and Their Relationships: A Predictive Equation for Pasta Cooking Quality. *Cereal Chemistry*, 67: 275-281.
- DAIZO, A., EGASHIRA, Y., and SANADA, H., 2005. Suppressive Effect of Corn Bran Hemicellulose on Liver Injury Induced by D-Glucosamine in Rats. *Nutrition Research*, 21(2005):1044-1051.
- DEFFENBAUGH, L.B., 1997. Carbohydrate/Emulsifier Interactions (G.L. HASENHUETTL, and R.W. HARTEL, editörler), *Food Emulsifiers and Their Applications*, Chapman & Hall, s: 67-90.
- DEMİR, Z., ve ÖZKAYA, B., 1998. Gluten Üretimi ve Kullanım Alanları. *Unlu Mamüller Teknolojisi*,
- DEVRIES, J.W., PROSKY, L., LI, B., and CHO, S., 1999. A Historical Perspective of Defining Dietary Fiber. *Cereal Foods World*, 44: 367-369.
- DINTZIS, F.R., LEGG, L.M., DEATHERAGE, W.L., BAKER, F.L., INGLET, G.E., JACOB, R.A., RECK, S.J., MUNOZ, J.M., KLEVAY, L.M., SANDSTEAD, H.H., and SHUEY, W.C., 1979. Human Gastrointestinal Action on Wheat, Corn, and Soy Hull Bran – Preliminary Findings. *Cereal Chemistry*, 56(3): 123-127.
- DİZLEK, H., 2005. Buğdaydaki Gluten Proteinleri ve Ekmekçilikteki İşlevleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Seminer Notları (Yayınlanmamış), Adana.
- EASTWOOD, M.A., 1995. Dietary Fiber and Gastrointestinal Function (D.KRITCHEVSKY and B.CHARLES editörler). *Dietary Fiber Health Disease*, Eagan Press, 3340 Pilot Knob Road St. Paul, MN 55121-2097, USA, 433-437s.
- EBIHARA, K., and NAKAMOTO, Y., 2001. Effect of Particle Size of Corn Bran on the Plasma Cholesterol Concentration, Fecal Output and Cecal Fermentation in Rats. *Nutrition Research*, 21(2001) 1509-1518.
- EDWARDS, N.M., DEXTER, J.E., and SCANLON, M.G., 2001. The Use of Rheological Techniques to Elucidate Durum Wheat Dough Strength

- Properties. The 5th Italian Conference on Chemical and Process Engineering, Florence, Italy, vol. 2, 825-830.
- ELGÜN, A., 1981. Farklı Un Örneklerine L-Askorbik Asit ile Birlikte Katılan Peynir Suyu Tozunun Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yayınları, Erzurum, 103s.
- ELGÜN, A., TÜRKER, S., ve BİLGİÇLİ, N., 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Konya Ticaret Borsası Yayınları, 975-448-155-5, Konya, 112s.
- ELGÜN, A., ve ERTUGAY, Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No:52, Erzurum, 376s.
- ELKASSABANY, M., and HOSENEY, R.C., 1980. Ascorbic Acid as an Oxidant in Wheat Flour Dough II. Rheological Effects. Cereal Chemistry, 57(2):88-91.
- ELKASSABANY, M., HOSENEY, R.C., and SEIB, P.A. 1980. Ascorbic Acid as an Oxidant in Wheat Flour Dough. I. Conversion to Dehydroascorbic Acid. Cereal Chemistry, 57(2):85-87.
- ERCAN, R., SEÇKİN, R., ve VELİOĞLU, S., 1988a. Ülkemizde Yetiştirilen Başlıca Buğday Çeşitlerinin ve Değirmencilik Yan Ürünlerinin Mineral Madde Miktarları. Gıda 13(4):259-267.
- ERCAN, R., SEÇKİN, R., ve VELİOĞLU, S., 1988b. Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi. Gıda Dergisi, 13(2): 107-114.
- ERCAN, R., ve BİLDİK, E., 1990. Ekmeklik Buğdayların Kalitesi Üzerine Çeşit ve Çevrenin Etkisi. Gıda Dergisi, 15(6):359-366.
- ERCAN, R., ve ÖZKAYA, H., 1986. Ekmeğin Bayatlaması Üzerine Surfactantların ve Bazı Katkı Maddelerinin Etkisi. Gıda Dergisi, 11 (1):3-10.
- ERCAN, R., ve SEÇKİN, R., 1986. Bazı Katkı Maddelerinin Hamurun Fiziksel Özellikleri ile Ekmeğin Kalitesi ve Bayatlamasına Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt 35 (1-2-3-4): 111-123.

- ERCAN, R.,1989. Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalitesi. Gıda Dergisi, 14 (4): 219-228.
- ERCAN, R.,1990. Karbonhidratların Ekmekçilikteki Önemi. Gıda Dergisi, 15 (1): 29-34.
- ERTUGAY., Z., ELGÜN, A., ve KOCA, A.F., 1988. Bitkisel Kaynaklı Sıvı Shorteningler ile Yüzey Aktif Madde Kombinasyonlarının Ekmek İçi Özellikleri ve Bayatlaması Üzerine Etkileri. Gıda Dergisi, 13(6): 369-376.
- ESKIN, M.N.A., 1990. Biochemistry of Foods (Second Edition). Academic Press Inc., San Diego, California 92101, USA, 557s.
- ESPINOZA, M.C.F., and ROUAU, X., 1998. Oxidative Cross-Linking of Pentosans by a Fungal Laccase and Horseradish Peroxidase: Mechanism of Linkage Between Feruloylated Arabinoxylans. Cereal Chemistry, 75(2):259-265.
- EVERY, D., GRIFFIN, W.B., and WILSON, P.E., 2003. Ascorbate Oxidase, Protein Disulfide Isomerase, Ascorbic Acid, Dehydroascorbic Acid and Protein in Developing Wheat Kernels, and Their Relationship to Protein Disulfide Bond Formation. Cereal Chemistry, 80(1):35-39.
- EYNARD, L., GUERRIERI, N., and CERLETTI, P., 1995. Modifications of Starch During Baking: Studied Through Reactivity with Amyloglucosidase. Cereal Chemistry, 72(6):594-597.
- FAO, 2006. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Statistical Database, <http://www.fao.org>. (Erişim Tarihi: 26/05/2006)
- FAYLE, S.E., GERRARD, J.A., SIMMONS, L., MEADE, S.J., REID, E.A., and JOHNSTON, A.C., 2000. Crosslinkage of Proteins by Dehydroascorbic Acid and its Degradation Products. Food Chemistry, 70: 193-198.
- 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.
- FISCHER, F., 1985. Oxidation & Reduction: Electron Transfer is Key to Dough Improvements. Bakers Digest, 31:22.
- FITCHETT, C. S., and FRAZIER, P. J., 1986. Action of Oxidants and Other Improvers (J.M.V. BLANSHARD, P.J. FRAZIER and T. GALLIARD

- editörler). Chemistry and Physics of Baking, The Royal Society of Chemistry, England, s:179-198.
- FRAZIER, J.P., NORMAN, W., and DANIELS, R., 1986. Interactions of Food Components. Elsevier Publishers, England, 436s.
- GALLIARD, T., 1986a. Oxygen Consumption of Aqueous Suspensions of Wheat Whole Meal, Bran and Germ: Involvement of Lipase and Lipooxygenase. Journal of Cereal Science, 4: 33-50.
- GALLIARD, T., 1986b. Hydrolytic and Oxidative Degradation of Lipids During Storage of Whole Meal Flour: Effects of Bran and Germ Components. Journal of Cereal Science, 4: 179-192.
- GAN, Z., ELLIS, P.R., VAUGHAN, J.G. and GALLIARD, T., 1989. Some Effects of Non-Endosperm Components of Wheat and of Added Gluten on Wholemeal Bread Microstructure. Journal of Cereal Science, 10: 81-91.
- GARCIA, R., RAKOTOZAFY, L., and NICOLAS, J., 2004. Analysis and Modeling of The Ferulic acid Oxidation by a Glucose-Oxidase-Peroxidase Association. Comparison with a Hexose Oxidase-Peroxidase Association. Journal Of Agricultural and Food Chemistry, 52: 3946-3953.
- GHIASI, K., MARSTON, E.V., and HOSENEY, R.C., 1982. Gelatinization of Wheat Starch. II. Starch-Surfactant Interaction. Cereal Chemistry, 59(2): 86-88.
- GORDON, D.T., 2001. Oat Products and Dietary Fiber. Cereal Foods World, 46 (4): 152-155.
- GÖÇMEN, D., 1993. Un ve Katkı Maddelerinin Ekmek Kalite ve Bayatlamasına Etkileri. Gıda Dergisi, 18(5): 325-331.
- GÖÇMEN, D., 1996. Hamur Hazırlanmasında Şerbetçi Otu ve Laktik Starter Kullanımının Hamur ve Ekmeğin Özellikleri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Bursa, 87s.
- GRANT, D.R., and SOOD, V.K., 1980. Studies of the Role of Ascorbic Acid in Chemical Dough Development. II. Partial Purification and Characterization of an Enzyme Oxidizing Ascorbate in Flour. Cereal Chemistry, 57 (1): 46-49.

- GROSCH, W., and WIESER, H., 1999. Redox Reactions in Wheat Dough as Affected by Ascorbic Acid. *Journal of Cereal Science*, 29: 1-16.
- GRUPPEN, H., KORMELINK, F.J.M., and VORAGEN, A.G.J., 1993. Enzymic Degradation of Water-Unextractable Cell Wall Material and Arabinoxylans from Wheat Flour. *Journal of Cereal Science*, 18: 129-143.
- GRUPPEN, H., MARSEILLE, J.P., VORAGEN, A.,G.J., and HAMER, R.J., 1990. On the Large Scale Isolation of Water-Insoluble Cell Wall Material from Wheat Flour. *Cereal Chemistry*, 67(5): 512-514.
- GUJRAL, H.S, and ROSELL, C.M., 2004. Improvement of the Breadmaking Quality of Rice Flour by Glucose Oxidase. *Food Research International*, 37: 75-81.
- GÜL, H., 1999. Isparta Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi, Bazı Biyokimyasal ve Fizyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Ekmek Yapımında Kullanılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Isparta, 65s.
- GÜL, H., 2002. Pentozanların Özellikleri ve Ekmek Yapımındaki Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Seminer (Yayınlanmamış), Adana.
- GÜL, H., ÖZÇELİK, S., SAĞDIÇ, O., and CERTEL, M., 2005. Sourdough Bread Production with Lactobacilli and *S. cerevisiae* Isolated from Sourdoughs. *Process Biochemistry*, 40 (2005): 691–697.
- HAARASILTA, S., and PULLINEN, T., 1992. Novel Enzyme Combinations. A new Tool to Improve Baking Results. *Agro-Food-Industry, Hi-Tech*, 3(3): 12-13.
- HAARASILTA, S., PULLINEN, T., VAISANEN, S., and TAMMERSALOKARSTEN, I., 1989. A Method of Improving the Properties of Dough and the Quality of Bread. European Patent, No:0 338 452 B1
- HAFTEN, V.J.L, 1979. Fat-Based Food Emulsifiers. *J.Am-Oil Chemists Soc.* 56: 831-835.
- HAMER, R.J., 1995. Enzymes in the Baking Industry (G.A., TUCKER and L.F.J. WOODS editörler). *Enzymes in Food Processing*, Second Edition, Blackie Academic & Professional, New York, USA, 191-223s.

- HAMID, A., and LUAN, Y.S., 2000. Functional Properties of Dietary Fiber Prepared From Defatted Rice Bran. *Food Chemistry*, 68: 15-19.
- HANSEN, A., and HANSEN, B., 1994. Influence of Wheat Flour Type on the Production of Flavour Compounds in Wheat Sourdoughs. *Journal of Cereal Science*, 19: 185-190.
- HANSEN, I., KNUDSEN, K.E.B., and EGGUM, B.O., 1992. Gastrointestinal Implications in the Rat of Wheat Bran, Oat Bran and Pea Fibre. *British Journal of Nutrition*, 68: 451-462.
- HAOUZ, A., TWIST, C., ZENTZ, C., TAUC, P., and ALPERT, B., 1998. Dynamic and Structural Properties of Glucose Oxidase Enzyme. *European Biophysics Journal*, (1998) 27: 19-25.
- HARADA, O., LYSENKO, E.D., and PRESTON, K.R., 2000. Effects of Commercial Hydrolytic Enzyme Additives on Canadian Short Process Bread Properties and Processing Characteristics. *Cereal Chemistry*, 77(1): 70-76.
- HARRIS, P.J., and FERGUSON L.R., 1993. Dietary Fiber: Its Composition and Role in Protection Against Colorectal Cancer. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanism of Mutagenesis*, 290 (1): 97-110.
- HASEBORG, E., and HIMMELSTEIN, A., 1988. Quality Problems with High-Fibre Solved by use of Hemicellulase Enzymes. *Cereal Foods World*, 33,419-422.
- HASENHUETTL, G.L. and HARTEL, R.W., 1997. *Food Emulsifiers and Their Applications*. Chapman & Hall, s: 302.
- HE, H., and HOSENEY, R.C., 1991. Gluten, A Theory of How it Controls Bread Making Quality. Article No:1 (W. BUSHUK, and R.TRACHUK editörler). *Gluten Proteins 1990*, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, U.S.A., s: 1-10.
- HOSENEY, R. C., FINNEY, K. F., and POMERANZ, Y., 1970. Functional (Breadmaking) and Biochemical Properties of Wheat Flour Components. VI. Gliadin-Lipid-Glutenin Interaction in Wheat Gluten. *Cereal Chemistry*, 47: 135-139.

- HOSENEY, R.C., 1986. Principles of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists (AACC), Inc. St. Paul, Minnesota, USA, 372s.
- HOSENEY, R.C., and FAUBION J.M., 1981. A Mechanism for the Oxidative Gelation of Wheat Flour Water-Soluble Pentosans. *Cereal Chemistry*, 58(5): 421-424.
- HOSENEY, R.C., FINNEY, K.F., SHOGREN, M.D. and POMERANZ, Y., 1969. Functional (Breadmaking) and Biochemical Properties of Wheat Flour Components. II. Role of Water-Solubles. *Cereal Chemistry*, 46: 117-125.
- HOUBEN, R., RUIJTER, C., F., and BRUNT, K., 1996. Determination of The Pentosan Content of Wheat Products by Hydrolysis, Glucose Oxidase Treatment and Analysis by HPAEC/PAD. *Journal of Cereal Science*, 26: 37-46.
- HRUSKOVA, M., and SMEJDA, P., 2003. Wheat Flour Dough Alveograph Characteristics Predicted by NIRSystems 6500. *Czech Journal of Food Science*, 21: 28-33.
- ICC, 1967. ICC Standard No. 110/1, 104, 105/1. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry, Detmold.
- IZYDORCZYK M.S., BILIADERIS C.,G. and BUSHUK, W., 1990. Oxidative Gelation Studies of Water-Soluble Pentosans from Wheat. *Journal of Cereal Science*, 11: 153-169.
- IZYDORCZYK, M.S., and BILIADERIS, C.G., 1992. Influence of Structure on the Physicochemical Properties of Wheat Arabinoxylan. *Carbohydrate Polymers*, 17: 237-247.
- IZYDORCZYK, M.S., BILIADERIS, C.,G. and BUSHUK, W., 1991a. Physical Properties of Water-Soluble Pentosans from Different Wheat Varieties. *Cereal Chemistry*, 68(2): 145-150.
- IZYDORCZYK, M.S., BILIADERIS, C.,G. and BUSHUK, W., 1991b. Comparison of the Structure and Composition of Water-Soluble Pentosans from Different Wheat Varieties. *Cereal Chemistry*, 68(2):139-144.

- JACOBS, JR.D., PEREIRA, M., SLAVIN J., and MARQUART, L., 2000. Defining the Impact of Whole-Grain Intake on Chronic Disease. *Cereal Foods World*, Vol: 45 No:2, 51-53.
- JAMES, C.S., 1995. *Analytical Chemistry of Foods*. Blackie Academic Professional, England, 178s.
- JELECA, S.L., and HLYNKA, I., 1971. Water-Binding Capacity of Wheat Flour Crude Pentosans and Their Relation to Mixing Characteristics of Dough. *Cereal Chemistry*, 48: 211-222.
- JELECA, S.L., and HLYNKA, I., 1972. Effect of Wheat-Flour Pentosans in Dough, Gluten, and Bread. *Cereal Chemistry*, 49: 489-495.
- JELTEMA, M.A., ZABIK, M.E., and THIEL, L.J., 1983. Prediction of Cookie Quality from Dietary Fiber Components. *Cereal Chemistry*, 60(3): 227-230.
- JUNGE, R.C., and HOSENEY, R.C., 1981. A Mechanism by Which Shortening and Certain Surfactants Improve Loaf Volume in Bread. *Cereal Chemistry*, 58 (5): 408-412.
- JUNGE, R.C., HOSENEY, R.C., and MARSTON, E.V., 1981. Effect of Surfactants on Air Incorporation in Dough and the Crumb Grain of Bread. *Cereal Chemistry*, 58 (4): 338-342.
- KADAN, R.S., ROBINSON, M.G., THIBODEAUX, D.P., and PEPPERMAN, A.B., 2001. Texture and Other Physicochemical Properties of Whole Rice Bread. *Journal of Food Science*, 66(7): 940-944.
- KAHLON, T.S., CHOW, F.I., HOEFER, J. L., and BETSCHART, A.A., 2001. Effect of Wheat Bran Fiber and Bran Particle Size on Fat and Fiber Digestibility and Gastrointestinal Tract Measurements in the Rat. *Cereal Chemistry*, 78(4): 481-484.
- KAHLON, T.S., CHOW, F.I., 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.
- KATHRYN, S., CLAIRE, L., and HOLLOWAY, L., 1987. Absorption of Chromium as Affected by Wheat Bran. *Cereal Chemistry*, 64(4): 352-355.

- KATINA, K., 2003. High-Fibre Baking (S.P. CAUVAIN editor). Bread Making Improving Quality, CRC Press, Boca Raton Boston, New York, USA.
- KENT, N.L., 1984. Technology of Cereals. Pergamon Press, No: 2143 USA, 220s.
- KIM, S.K., and D'APPOLONIA, B.L., 1977a. Bread Staling Studies. III. Effect of Pentosans on Dough, Bread, and Bread Staling Rate. Cereal Chemistry, 54 (2): 225-229.
- KIM, S.K., and D'APPOLONIA, B.L., 1977b. Effect of Pentosans on the Retrogradation of Wheat Starch Gels. Cereal Chemistry, 54: 150-160.
- KIRTOK, Y., 1992. Genel Tarla Bitkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 114s.
- KNOPP, R.H., SUPERKO, H.R., DAVIDSON, M., INSULL, W., DUJOVNE, C.A., KWITEROVICH, P.O., ZAVORAL, J.H., GRAHAM, K., O'CONNOR, R.R., and EDELMAN, D.A., 1999. Long-Term Blood Cholesterol-Lowering Effects of a Dietary Fiber Supplement. American Journal of Preventive Medicine, 17(1): 18-23.
- KÖKSEL, H., 1998. Karbonhidratlar (İ. SALDAMLI editör). Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, s.37-104.
- KROG, N., 1981. Theoretical Aspects of Surfactants in Relation to Their Use in Breadmaking. Cereal Chemistry, 58(3): 158-164.
- KRUGER, J.E., and LINEBACK, D.R., 1987. Carbohydrate-Degrading Enzymes in Cereals (J.E. KRUGER, D. LINEBACK, and C.E. STAUFFER editörler). Enzymes and Their Role in Cereal Technology, AACC, Inc, St, Paul, Minnesota, USA, 403s.
- KULP, K., LORENZ, K., and STONE, M., 1991. Functionality of Carbohydrate Ingredients in Bakery Products. Food Technology, March, s.136-142.
- KUNERTH, W.H., and D'APPOLONIA, B.L., 1985. Use of the Mixograph and the Farinograph in Wheat Quality Evaluation (H. FARIDI, editor). Rheology of Wheat Products, The American Association of Cereal Chemists, 27-39s.
- KURUCU, M., 1987. Beslenme. Milli Eğitim Basımevi, No:102, Ankara, 421s.

- KÜÇÜK, A.P., 2003. Ekmek Hamuru Yapımında Glikoz Oksidaz Kullanılmasının Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Adana, 98s.
- LaBELL, F., 1983. Dough Conditioner Adds to Volume Of Freestanding Breads. Food Processing, 44(3): 34.
- LAI, C.S., 1986. Effect of Wheat Bran, Short and Germ on Bread Making. Department of Grain Science and Industry Kansas State University (PhD Thesis), U.S.A
- LAI, C.S., HOSENEY, R.C., and DAVIS, A.B., 1989a. Functional Effects of Shorts in Bread Making. Cereal Chemistry, 66(3): 220-223.
- LAI, C.S., HOSENEY, R.C., and DAVIS, A.B., 1989b. Production of Whole Wheat Bread with Good Volume. Cereal Chemistry, 66(3): 224-227.
- LAI, C.S., HOSENEY, R.C., and DAVIS, A.B., 1989c. Effects of Wheat Bran in Bread Making. Cereal Chemistry, 66(3): 217-219.
- LANG, C.E., and WALKER, C.E., 1990. Hard White and Red Winter Wheat Comparison in Hamburger Buns. Cereal Chemistry, 67(2): 197-201.
- LÄSZTITY, R., 1996. The Chemistry of Cereal Proteins. CRC Press, USA, 328s.
- LAURIKAINEN, T., HARKÖNEN, H., AUTIO, K., and POUTANEN, K., 1998. Effects of Enzymes in Fibre-Enriched Baking. Journal of Science and Food Agriculture, 76: 239-249.
- LINEBACK, D.R. and RASPER, V.F., 1988. Wheat Carbohydrates (Y. POMERANZ editör). Wheat: Chemistry and Technology, Volume I, American Association of Cereal Chemists, Inc., USA, 277-373s.
- LOPEZ, H.W., LEVRAT, M.A., GUY, C., MESSEGER, A., DEMIGNE, C., and REMESY, C., 1999. Effects of Soluble Corn Bran Arabinoxylans on Cecal Digestion, Lipid Metabolism, and Mineral Balance (Ca, Mg) in Rats. Journal Nutritional Biochemistry, 10: 500-509.
- MA, Y., GRIFFITH, J.A., CHASAN-TABER, L., OLENDZKI, B.C., JACKSON, E., STANEK, E.J., LI, W., PAGOTO, S.L., HAFNER, A.R., and OCKENE, I.S., 2006. Association between Dietary Fiber and Serum C-Reactive Protein. The American Journal of Clinical Nutrition, 83(4), 760-766.

- MAGNUSON, K.M., 1985. Uses and Functionality of Vital Wheat Gluten. *Cereal Foods World*, 30(2): 179-181.
- MALKKI, Y., 2001. Physical Properties of Dietary Fiber as Keys to Physiological Functions. *Cereal Foods World*, 46(5): 196-199.
- MARCONI, E., GRAZIANO, M., and CUBADDA, R., 2000. Composition and Utilization of Barley Pearling by-Products for Making Functional Pastas. *Cereal Chemistry*, 77(2): 133-139.
- MARIANI, B. M., D'EGIDIO, M. G., and NOVARO P., 1995. Durum Wheat Quality Evaluation: Influence of Genotype and Environment. *Cereal Chemistry*, 72: 194-197.
- MARQUART, L., 2000. An Introduction to Whole Grains and Their Health Benefits. *Cereal Foods World*, 45(2): 50-51.
- MARTIN, C.P., WANG, M., LICHTENDONK, W.J., PLIJTER, J.J., and HAMER, R.J., 2005. An Explanation for the Combined Effect of Xylanase-Glucose Oxidase in Dough Systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1186-1196.
- MARTINEZ, M. C., RUIZ, M., and CARRILLO, J.M., 2005. Effects of Different Prolamin Alleles on Durum Wheat Quality Properties. *Journal of Cereal Science*, 41: 123-131.
- MARTINEZ-ANAYA, M.A., and JIMENEZ T., 1997. Rheological Properties of Enzyme Supplemented Doughs. *Journal of Texture Studies*, 28: 569-583.
- MARTTILA, M.S., KATINA, K., and AUTIO, K., 2001. Effects of Bran Fermentation on Quality and Microstructure of High-Fiber Wheat Bread. *Cereal Chemistry*, 78(4): 429-435.
- METİN, D., 1986. Ekmek Katkı Maddelerinin İstanbul Bölgesinde Uygulamaları. *Standard Dergisi, Özel Sayı, VII/TSE*, s.58-63.
- METTLER, E., and SEIBEL, W., 1993. Effects of Emulsifiers and Hydrocolloids on Whole Wheat Bread Quality: A Response Surface Methodology Study. *Cereal Chemistry*, 70(4): 373-377.
- MEUSER, F., and SUCKOW, P., 1986. Non Starch Polysaccharides (J.M.V. BLANSHARD, P.J. FRAZIER and T. GALLIARD editörler). *Chemistry and*

- Physics of Baking, the Royal Society of Chemistry, Burlington House, London, 42-61s.
- MICHNIEWICZ, J., BILIADERIS, C.G., and BUSHUK, W., 1991. Effect of Added Pentosans on Some Physical and Technological Characteristics of Dough and Gluten. *Cereal Chemistry*, 68(3): 252-258.
- MILLER, B.S., 1981. *Variety Breads in USA*. AACC Press, 81-65794, 158s.
- MILLER, K.A., and HOSENEY R.C., 1999. Effect of Oxidation on the Dynamic Rheological Properties of Wheat Flour-Water Doughs. *Cereal Chemistry*, 76(1): 100-104.
- 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 Wheats. *Cereal Chemistry*, 61(4): 269-273.
- MONFORT, A., BLASCO, A., PRIETO, J. A., AND SANZ, P., 1997. Construction of Baker's Yeast Strains that Secrete Different Xylanolytic Enzymes and their use in Bread Making. *Journal of Cereal Science*, 26(2): 195-199.
- MONGEAU, R., BRASSARD, R., MALCOLM, S., and SHAH, B.G., 1991. Effect of Dietary Cereal Brans on Body Weight and Blood Lipids in a Long-Term Rat Experiment, *Cereal Chemistry*, 68(5): 448-453.
- MOSS, R., 1989. Wholemeal Bread Quality-Processing and Ingredient Interactions. *Food Australia*, 41: 694-697.
- NAKAMURA, M., and KURATA, T., 1997a. Effect of L-Ascorbic Acid on the Rheological Properties of Wheat Flour-Water Dough. *Cereal Chemistry*, 74(5): 647-650.
- NAKAMURA, M., and KURATA, T., 1997b. Effect of L-Ascorbic Acid and Superoxide Anion Radical on the Rheological Properties of Wheat Flour-Water Dough. *Cereal Chemistry*, 74(5):651-655.
- NELLES, E.M., RANDALL, P.G., and TAYLOR, J.R.N., 1998. Improvement of Brown Bread Quality by Prehydration Treatment and Cultivar Selection of Bran. *Cereal Chemistry*, 75(4): 536-540.

- ORTHOEFER, F.T., 1997. Applications of Emulsifiers in Baked Foods (G.L. HASENHUETTL, and R.W. HARTEL editörler). Food Emulsifiers and Their Applications, Chapman & Hall, s: 211-234.
- ÖZBOY, Ö., 1992. Değişik Oranlarda Buğday Kepeği İçeren Unların Ekmek Verimi ve Kalitesini Düzeltme İmkanları. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Ankara, 84s.
- ÖZER, Ç., 2000. Bazı Islah çeşidi Ekmeklik Buğdayların ve Piyasada Satılan Tip 1 Unların Kalitelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Metodların Kıyaslanması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayınlanmamış), İzmir, 176s.
- ÖZER, M.S., 1998. Kepekli Ekmeklerin Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve Kalitelerinin İyileştirilmesi Olanakları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayınlanmamış), Adana, 152s.
- ÖZER, M.S., ALTAN, A., KOLA, O., ve KAYA, C., 2002. Adana Bölgesinde Üretilen Tip 650 Ekmeklik Buğday Unlarının Bazı Kalitatif Özelliklerinin İncelenmesi ve Gıda Kodeksi İle TS 4500 Buğday Unu Standardına Uygunluklarının Belirlenmesi. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, Gaziantep.
- ÖZER, M.S., ve ALTAN, A., 1995. Küçük Ekmek Yapımında Bazı Katkı Maddelerinin Kullanılmasının Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkileri. Gıda Dergisi, 20(6): 357-363.
- ÖZKAYA, B., 1993. Bitkisel Lif Kaynağı Olarak Yulafın Önemi. Un Mamulleri Dünyası, 2(2): 19-23.
- ÖZKAYA, B., ve KAHVECİ, B., 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 14, Ankara, 152s.
- ÖZKAYA, B., ve ÖZKAYA, H., 1993a. Farklı Isıl İşlem Uygulanarak Stabilize Edilmiş Yulaf Ununun Ekmeklik Unlarının Kalitesine Etkileri. Standard Dergisi, Ağustos sayısı, s.20-25.

- ÖZKAYA, B., ve ÖZKAYA, H., 1993b. Değişik Yulaf Ürünlerinin Ekmeğe Katılma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Standard Dergisi, Nisan sayısı, s.38-45.
- ÖZKAYA, H., 1985. Buğday Lipidleri ve Önemi. Gıda, 10(4): 231-245.
- ÖZKAYA, H., 1992. Ekmeğin Beslenmedeki Önemi ve Ekmek Türlerinin Sağlık Açısından Farklılıkları. Un Mamulleri Dünyası, 1(5): 9-15.
- ÖZKAYA, H., KAHVECİ, B., ve SEÇKİN, R., 1989. Una Değişik Yöntemlerle Kurutulmuş Gluten Katarak Ekmeklik Kalitesini Düzeltme Olanakları, 2. Kurutulmuş Glutenlerin Muhtelif Unların Ekmeklik Kalitesine Etkisi. Doğa, 13(13b), 1215-1227.
- ÖZKAYA, H., ve ERCAN, R., 1985. Gluten Unu İlavesinin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Ekmeğin Kalitesine Etkisi. Gıda, 10(2):89-98.
- ÖZYILMAZ, G., 2005. Glikoz Oksidaz ve Katalazın Ayrı Ayrı ve Birlikte İmmobilizasyonu ve Karakterizasyonu, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayınlanmamış), Adana, 158s.
- PARK, H., SEIB, P.A., and CHUNG, O.K., 1997. Fortifying Bread with a Mixture of Wheat Fiber and Psyllium Husk Fiber Plus Three Antioxidants. Cereal Chemistry, 74(3): 207-211.
- PATIL, S.K., FINNEY, K.F., SHOGREN, M.D., and TSEN, C.C., 1976. Water-Soluble Pentosans of Wheat Flour. III. Effect of Water Soluble on Loaf Volume of Reconstituted Gluten and Starch Doughs. Cereal Chemistry, 53(3): 347-354.
- PATIL, S.K., TSEN, C.C., and LINEBACK, D.R., 1975a. Water-Soluble Pentosans of Wheat Flour. I. Viscosity Properties and Molecular Weights Estimated by Gel Filtration. Cereal Chemistry, 52:44-56.
- PATIL, S.K., TSEN, C.C., and LINEBACK, D.R., 1975b. Water-Soluble Pentosans of Wheat Flour. II. Characterization of Pentosans and Glycoproteins from Wheat Flour and Dough Mixed Under Various Conditions. Cereal Chemistry, 52: 57-69.

- PERSSON, H., NAIR, B. M., FRØLICH, W., NYMAN, M., and ASP, N.G., 1987. Binding of Mineral Elements by Some Dietary Fibre Components—in vitro (II). *Food Chemistry*, 26(2): 139-148.
- PISESOOKBUNTERNG, W., and D'APPOLONIA, B.L., 1983. Bread Staling Studies. I. Effect of Surfactants on Moisture Migration from Crumb to Crust and Firmness Values of Bread Crumb. *Cereal Chemistry*, 60(4): 298-300.
- POMERANZ, Y., 1977. Fiber in Bread Making. *The Bakers Digest*, s.94-97.
- POMERANZ, Y., 1987. *Modern Cereal Science and Technology*. VCH Publishers Inc. USA, 485s.
- POMERANZ, Y., SHOGREN, M.D., and FINNEY, K.F., 1976. White Wheat Bran and Brewer's Spent Grains in High-Fiber Bread. *The Baker's Digest*, December 1976, s.35-38.
- POMERANZ, Y., SHOGREN, M.D., FINNEY, K.F., and BECHTEL, D.B., 1977. Fiber in Breadmaking-Effects on Functional Properties. *Cereal Chemistry*, 54(1): 25-41.
- POULSEN, C., and HOSTRUP, P.B., 1998. Purification and Characterization of a Hexose Oxidase with Excellent Strengthening Effects in Bread. *Cereal Chemistry*, 75(1): 51-57.
- PYLER, E.J., 1988. *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Co. USA, 1345s.
- QAROONI, J., 1996. *Flat Bread Technology*. Chapman & Hall, New York, 206s.
- RAO, H., and RAO, M., 1991. Effect of Incorporating Wheat Bran on the Rheological Characteristics and Bread Making Quality of Flour. *Indian Journal of Food Science and Technology*, 28: 92-97.
- RASCO, B.A., and DONG, F.M., 1991. 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.
- RASCO, B.A., BORHAN, M., YEGGE, J.M., LEE, M.H., SIFFRING, K., and BRUINSMA, B., 1991. Evaluation of Enzyme and Chemically Treated Wheat Bran Ingredients in Yeast-Raised Breads. *Cereal Chemistry*, 68(3): 295-299.

- RASCO, B.A., RUBENTHALER, G., BORHAN, M., and DONG, F.M., 1990. Baking Properties of Bread and Cookies Incorporating Distiller's or Brewer's Grain from Wheat or Barley. *Journal of Food Science*, 55(2): 424-429.
- RASIAH, I.A., SUTTON, K.H., LOW, F.L., LIN, H.M., and GERRARD, J.A., 2005. Crosslinking of Wheat Dough Proteins by Glucose Oxidase and the Resulting Effects on Bread and Croissants. *Food Chemistry*, 89: 325-332.
- RASPER, V.F., 1979. Chemical and Physical Properties of Dietary Cereal Fiber. *Food Technology*, January, s.40-44.
- RAVI, R., MANOHAR, S. and RAO, H., 2000. Influence of Additives on the Rheological Characteristics and Baking Quality of Wheat Flours. *European Food Research and Technology*, Volume 210 (3): 202-208.
- ROACH, R.R., and HOSENEY, R.C., 1995. Effect of Certain Surfactants on the Starch in Bread. *Cereal Chemistry*, 72(6): 578-582.
- ROMANO, P., and SUZZI, G., 1993. Sulfur Dioxide and Wine Microorganisms (GRAHAM, H., FLEET editor). *Wine Microbiology and Biotechnology*. Harwood Academic Publishers, Switzerland, s: 373-393.
- ROSELL, C.M., ROJAS, J.A., and BARBER, C.B., 2000. Influence of Hydrocolloids on Dough Rheology and Bread Quality. *Food Hydrocolloids*, 15:75-81.
- ROSELL, C.M., WANG, J., AJA, S., BEAN, S., and LOOKHART, G., 2003. Wheat Flour Proteins as Affected by Transglutaminase and Glucose Oxidase. *Cereal Chemistry*, 80(1): 52-55.
- ROUAU, X., 1993. Investigations into the Effects of an Enzyme Preparation for Baking on Wheat Flour Dough Pentosans. *Journal of Cereal Science*, 18 (2): 145-157.
- ROUAU, X., and MOREAU, D., 1993. Modification of Some Physicochemical Properties of Wheat Flour Pentosans by an Enzyme Complex Recommended for Baking. *Cereal Chemistry*, 70(6): 626-632.
- ROUAU, X., and SURGET, A., 1998. Evidence for the Presence of a Pentosanase Inhibitor in Wheat Flours. *Journal of Cereal Science*, 28: 63-70.

- SALOVAARA, H., and VALJAKKA, T., 1987. The Effect of Fermentation Temperature, Flour Type and Starter on the Properties of Sour Wheat Bread. *Cereal Chemistry*, 78(4): 429-435.
- SAS INSTITUTE, 1982. SAS User's Guide to Statistical Analyses. SAS Institute, Inc. Raleigh, NC.
- SATIN, M., MCKEOWN, B., and FINDLAY, C., 1978. Design of a Commercial Natural Fiber White Fiber. *Cereal Foods World*, 23 (11): 680-687.
- SAULNIER, L., MAROT, C., ELGORRIAGA M., BONNIN, E., and THIBAUT, J.F., 2001. Thermal and Enzymatic Treatments for the Release of Free Ferulic Acid from Maize Bran. *Carbohydrate Polymers*, 45: 269-275.
- SAULNIER, L., MESTRES, C., DOUBLIER J.L., ROGER, P., and THIBAUT, J.F., 1993. Studies of Polysaccharides Solubilized During Alkaline Cooking of Maize Kernels. *Journal of Cereal Science*, 17(3): 267-276.
- SCHOFIELD, J.D., 1994. Wheat Proteins: Structure and Functionality in Milling and Breadmaking (W.BUSHUK and V.F. RASPER, editörler). *Wheat: Production, Properties and Quality*, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK, s: 73-107.
- SHALINI, K.G., and LAXMI, A., 2006. Influence of Additives on Rheological Characteristics of Whole-Wheat Dough and Quality of Chapatti (Indian Unleavened Flat Bread) Part I—Hydrocolloids. *Food Hydrocolloids* (basımda).
- SHOGREN, M.D., POMERANZ, Y., and FINNEY, U.S., 1981. Counteracting the Deleterious Effects of Fiber in Bread Making. *Cereal Chemistry*, 58 (2): 142-144.
- SI, J.Q., 1997. Synergistic Effect of Enzymes for Breadbaking. *Cereal Foods World*, 42(10): 802-807.
- SIDHU, J.S., HOOTI, S.N., and SAQER, J.M., 1999. Effect of Adding Wheat Bran and Germ Fractions on the Chemical Composition of High-Fiber Toast Bread. *Food Chemistry*, 67: 365-371

- SIEVERT, D., POMERANZ, Y., and ABDELRAHMAN, A., 1990. Functional Properties of Soy Polysaccharides and Wheat Bran in Soft Wheat Products. *Cereal Chemistry*, 67(1): 10-13.
- SILJESTRÖM, M., BJÖRCK, I., ELIASSON, A.C., LÖNNER, C., NYMAN, M., and ASP, M.G., 1988. Effects on Polysaccharides during Baking and Storage of Bread – in vitro and in vivo Studies. *Cereal Chemistry*, 65: 1-8.
- SINGH, V., JOHNSTON, D.B., MOREAU, R.A., HICKS, K.B., DIEN, B.S., and BOTHAST, R.J., 2003. Pretreatment of Wet-Milled Corn Fiber to Improve Recovery of Corn Fiber Oil and Phytosterols. *Cereal Chemistry*, 80(2): 118-122.
- SLAVIN, J., MARQUART, L., and JACOBS, Jr.D., 2000. Consumption of Whole–Grain Foods and Decreased Risk of Cancer: Proposed Mechanism. *Cereal Foods World*, Vol: 45(2): 54-58.
- SOSULSKI, F.W., and WU, K.K., 1988. High-Fiber Breads Containing Field Pea Hulls, Wheat, Corn and Wild Oat Brans. *Cereal Chemistry*, 65(3): 186-191.
- SPIES, R., 1989. Application of Rheology in the Bread Industry (H. FARIDI, and J.M. FAUBION, editörler). *Dough Rheology and Baked Product Texture*, An Avi Book, Van Nostrand Reinhold, New York, s: 343-361.
- STAMPFLI, L., NERSTEN, B., and MOLTEBERG, E.L., 1996. Effects of Emulsifiers on Farinograph and Extensograph Measurements, *Food Chemistry*, 57(4): 523-530.
- STAUFFER, C.E., 1985. Vital Wheat Gluten Strengthens Variety Breads: Baking Industry, July.
- STAUFFER, C.E., 1987. Oxidases (J.E. KRUGER, D. LINEBACK, and C.E. STAUFFER editörler). *Enzymes and Their Role in Cereal Technology*, AACC, Inc, St, Paul, Minnesota, USA, 403s.
- STAUFFER, C.E., 1990. *Functional Additives for Bakery Foods*. Van Nostrand Reinhold, 115 Fifth Avenue, New York 10003, USA, 279s.
- STAUFFER, C.E., 2005. *Soy Protein in Baking*. Technical Foods Consultants Cincinnati, Ohio, USA, 36s.

- STEFANIS, V.A., PONTE, J.G., CHUNG, F.H., and RUZZA, N.A., 1977. Binding of Crumb Softeners and Dough Strengtheners during Breadmaking. *Cereal Chemistry*, 54(1): 13-24.
- SULLIVAN, K.R.O., 1998. Fiber and Its Role in Health and Disease. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49: 9-12.
- SULTAN, W.J., 1976. *Practical Baking (Third Edition)*. The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.
- TAMERLER, T., ve OAKENFULL, D., 1991. Yulaf Kepeği Kanın Kolesterolünü Nasıl Azaltır. *Gıda Dergisi* 16(4): 265-268.
- TAPUCU, B.Ş.K., 1996. Effects of Vital Wheat Gluten, Ascorbic Acid and DATEM on Bread Quality by Using Response Surface Methodology. *Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, (yayınlanmamış) Ankara, 75s.
- TEKELİ, S.T., 1964. *Hububat Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:72, Ankara, 270s.
- TOMA, R.B., ORR, P.H., and D'APPOLONIA, B., 1979. Physical and Chemical Properties of Potato Peel as a Source of Dietary Fiber in Bread. *Journal of Food Science*, 44(5): 1403-1407.
- TRONSMO, K.M., FAERGESTAD, E.M., LONGVA, A., SCHOFIELD, J.D., and MAGNUS, E.M., 2002. A Study of How Size Distribution of Gluten Proteins, Surface Properties of Gluten and Dough Mixing Properties Relate to Baking Properties of Wheat Flours. *Journal of Cereal Science*, 35(2002): 201-214.
- TSE, 1974. *Kuru Kayısı ve Zerdali*. TS 485, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 1987. *Ekmek*. TS 5000, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSE, 1992. *Ekmek Mayası*. TS 3522, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSEN, C.C., and WEBER, J., 1981. Dough Properties and Proof Times of Yeasted Doughs Affected by Surfactants. *Cereal Chemistry*, 58(3): 180-181.
- UHLIG, H., 1998. *Industrial Enzymes and Their Applications*. John Wiley & Sons, Inc., Toronto, Canada, 454s.

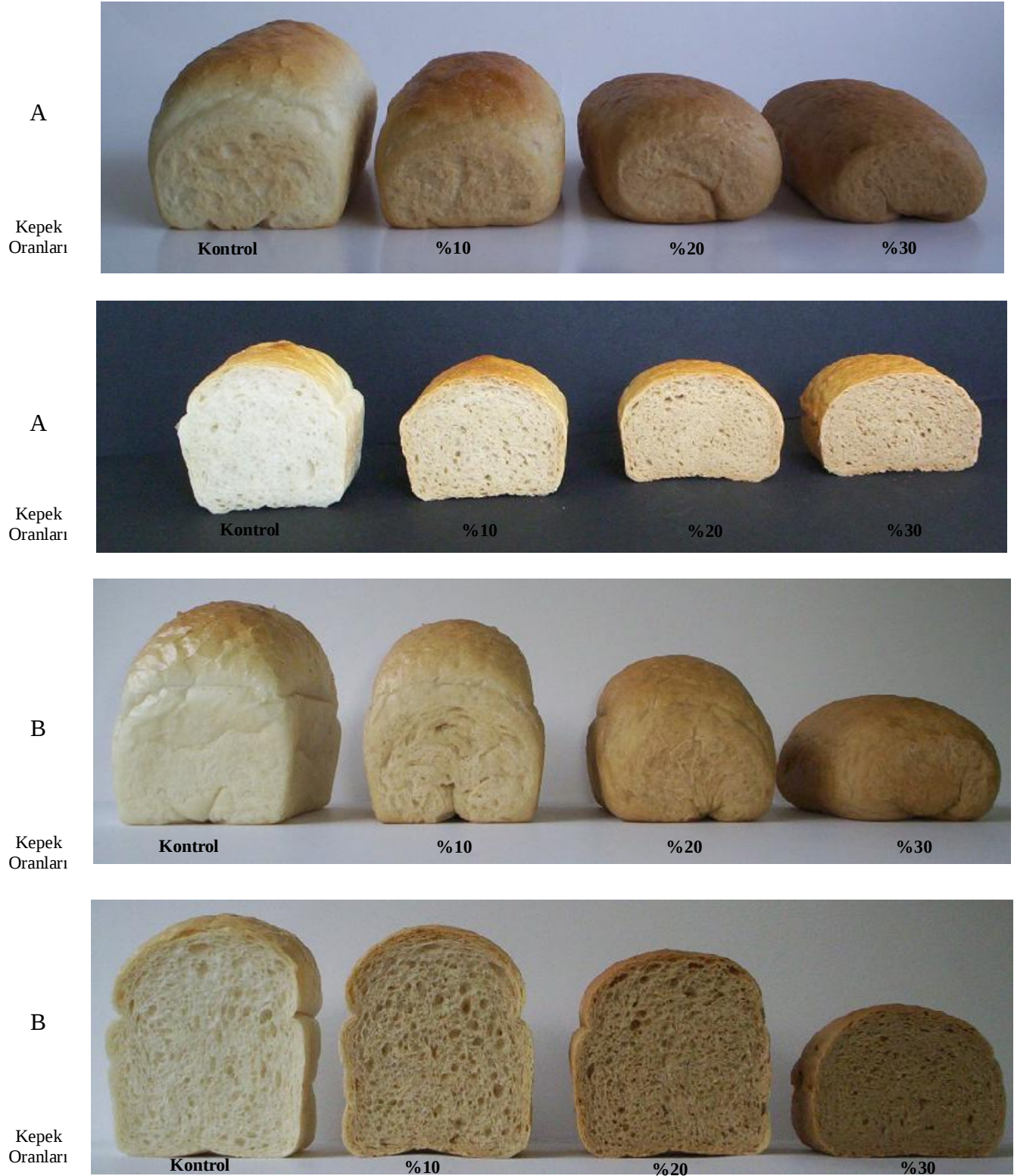
- ULUÖZ, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 71s.
- ÜNAL, S.S., 1979. Buğdaylarda Kaliteyi Etkileyen Faktörler ve Birbirleri Arasındaki İlişkiler. Gıda, 4(2):71-79.
- ÜNAL, S.S., 1980a. Hamur Niteliklerine Bazı Katkı Maddelerinin Etkisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri:B, 1(1): 23-29.
- ÜNAL, S.S., 1980b. C Vitamini, Buğday Malt Unu, Şeker, Bitkisel Yağ, Lesitin, Diasetil Tartarik Asidi Mono Gliserid Esterinin Ekmek Niteliklerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri:B, 1(1): 57-64.
- ÜNAL, S.S., 1991. Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yayın No:29, İzmir, 216s.
- ÜNAL, S.S., 1999. Hububat Teknolojisi Ders Notları (Yayınlanmamış). Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, 86s.
- ÜNAL, S.S., and BOYACIOĞLU, M.H., 1991. The Effect of Water Absorption in the Baking Process. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri:B, 9(2):223-230.
- ÜNAL, S.S., ve BRUMMER, J.M., 1996. Hamur Özelliklerinin Belirlenmesi ve Ekmek Kalitesine Etkileri. Un Mamülleri Dünyası, 5 (1):10-17.
- VAN OORT, M., 1996. Oxidases in Baking. A Review of the Uses of Oxidases in Breadmaking. International Food-Ingredients, 4: 42-45.
- VAN-SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., and LEWIS, B.A., 1991. Methods of Dietary Fiber, neutral Detergent Fiber and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.
- VEMULAPELLI V., and HOSENEY R.C., 1998. Glucose Oxidase Effects on Gluten and Water Solubles. Cereal Chemistry, 75(6): 859-862.
- VEMULAPELLI V., MILLER K.A., and HOSENEY R.C., 1998. Glucose Oxidase in Breadmaking Systems. Cereal Chemistry, 75(4): 439-442.
- VETTER, J.L., 1988. Commercially Available Fiber Ingredients and Bulking Agents. American Institute of Baking, Research Department Technical Bulletin, Vol: X, (5): 1-5.

- VROEMEN, A.J., 2003. Glucose Oxidase (J.R. WHITAKER, A.G.J. VORAGEN, and D.W.S. WONG, editörler). Handbook of Food Enzymology, Marcell Dekker Inc., 425-432s.
- WALKER, C.E., and HAZELTON, J.L., 1996. Dough Rheological Tests. Cereal Foods World, 41(1): 23-28.
- WANG, L., MILLER, R.A., and HOSENEY, R.C., 1998. Effects of (1—3) (1—4)- β -D-Glucans of Wheat Flour on Breadmaking. Cereal Chemistry, 75(5): 629-633.
- WANG, M., OUDGENOEG, G., VLIET, T.V., and HAMER, R.J., 2003. Interaction of Water Unextractable Solids with Gluten Protein: Effect on Dough Properties and Gluten Quality. Journal of Cereal Science, 38: 95-104.
- WATSON, S.A., 1994. Structure and Composition (S.A. WATSON and P.E. RAMSTAD editörler). Corn: Chemistry and Technology, AACC, St.Paul, Minnesota, USA, s.53-82.
- WEEGELS, P.L., and HAMER, R.J., 1989. Predicting the Baking Quality of Gluten. Cereal Foods World, 34(2): 210-212.
- WEHRLE, K., and ARENDT, E.K., 1998. Rheological Changes in Wheat Sourdough during Controlled and Spontaneous Fermentation. Cereal Chemistry, 75: 882-886.
- WHITAKER, J.R., 1972. Principles of Enzymology for the Food Sciences. Marcell Dekker Inc., New York, 636s.
- WIESER, H., ANTES, S., and SEILMEIER, W., 1998. Quantitative Determination of Gluten Protein Types in Wheat Flour by Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography. Cereal Chemistry, 75(5): 644-650.
- WIKSTROM, K., and ELIASSON A.C., 1998. Effects of Enzymes and Oxidizing Agents on Shear Stress Relaxation of Wheat Flour Dough: Additions of Protease, Glucose Oxidase, Ascorbic Acid, and Potassium Bromate. Cereal Chemistry, 75(3): 331-337.
- WOOTTON M., and SHAMS-UD-DIN, M., 1986. The Effects of Aqueous Extraction on the Performance of Wheat Bran in Bread. Journal of the Science of Food and Agriculture, 37: 387-390.

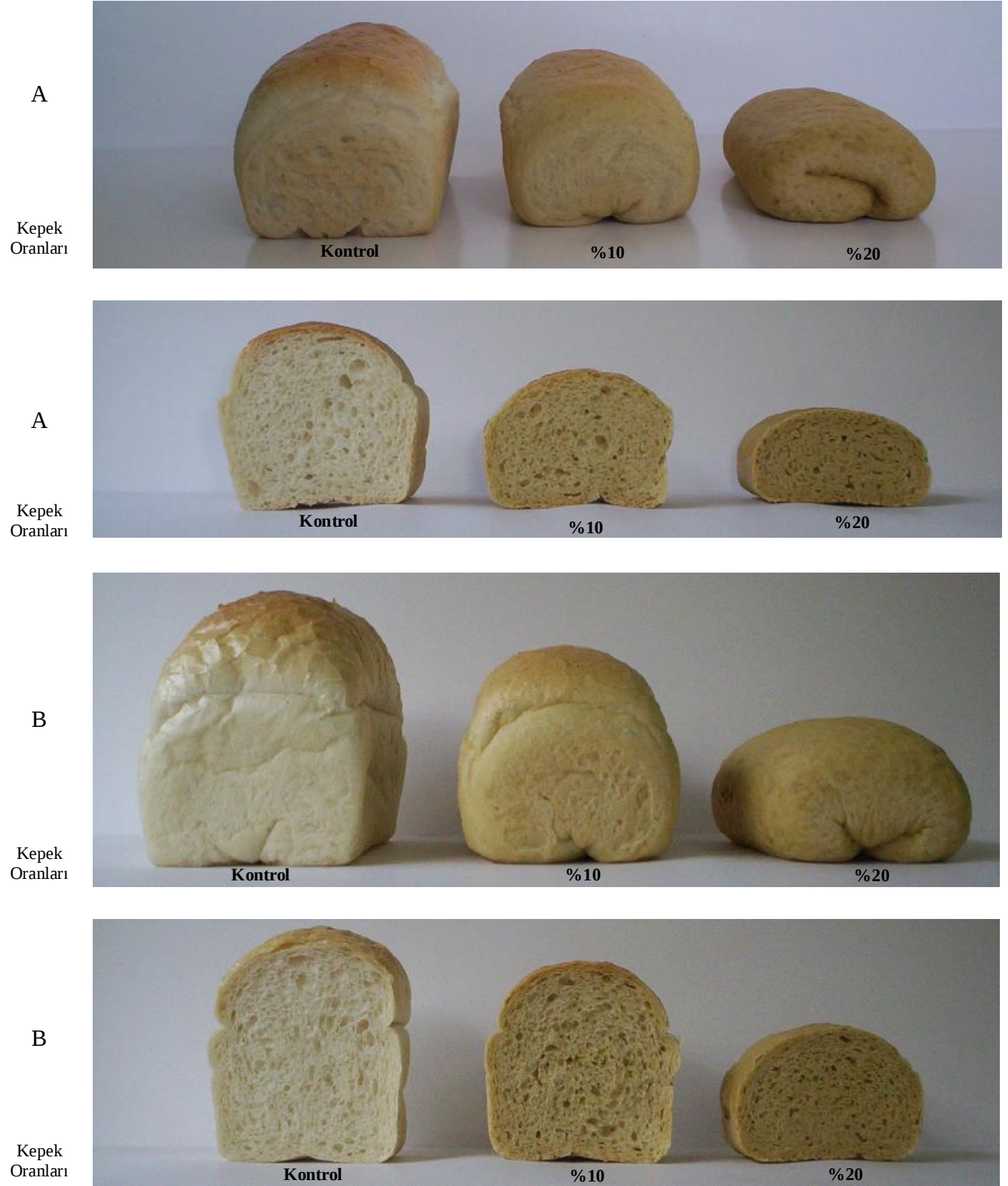
- YEH, Y.F., HOSENEY, R.C. and LINEBACK, D.R., 1980. Changes in Wheat Flour Pentosans as a Result of Dough Mixing and Oxidation. *Cereal Chemistry*, 57(2): 144 -148.
- YIN, Y., and WALKER, C.E., 1992. Pentosans from Gluten-Washing Wastewater: Isolation, Characterisations and Role in Baking. *Cereal Chemistry*, 69(6): 592-596.
- ZHANG, D., and MOORE, W.R., 1999. Wheat Bran Particle Size Effects on Bread Baking Performance and Quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 805-809.
- ZORBA, M., 2001. Emülgatörler. (T., ALTUĞ, editör). *Gıda Katkı Maddeleri*, Meta Basım, İzmir, s: 55-79.

ÖZGEÇMİŞ

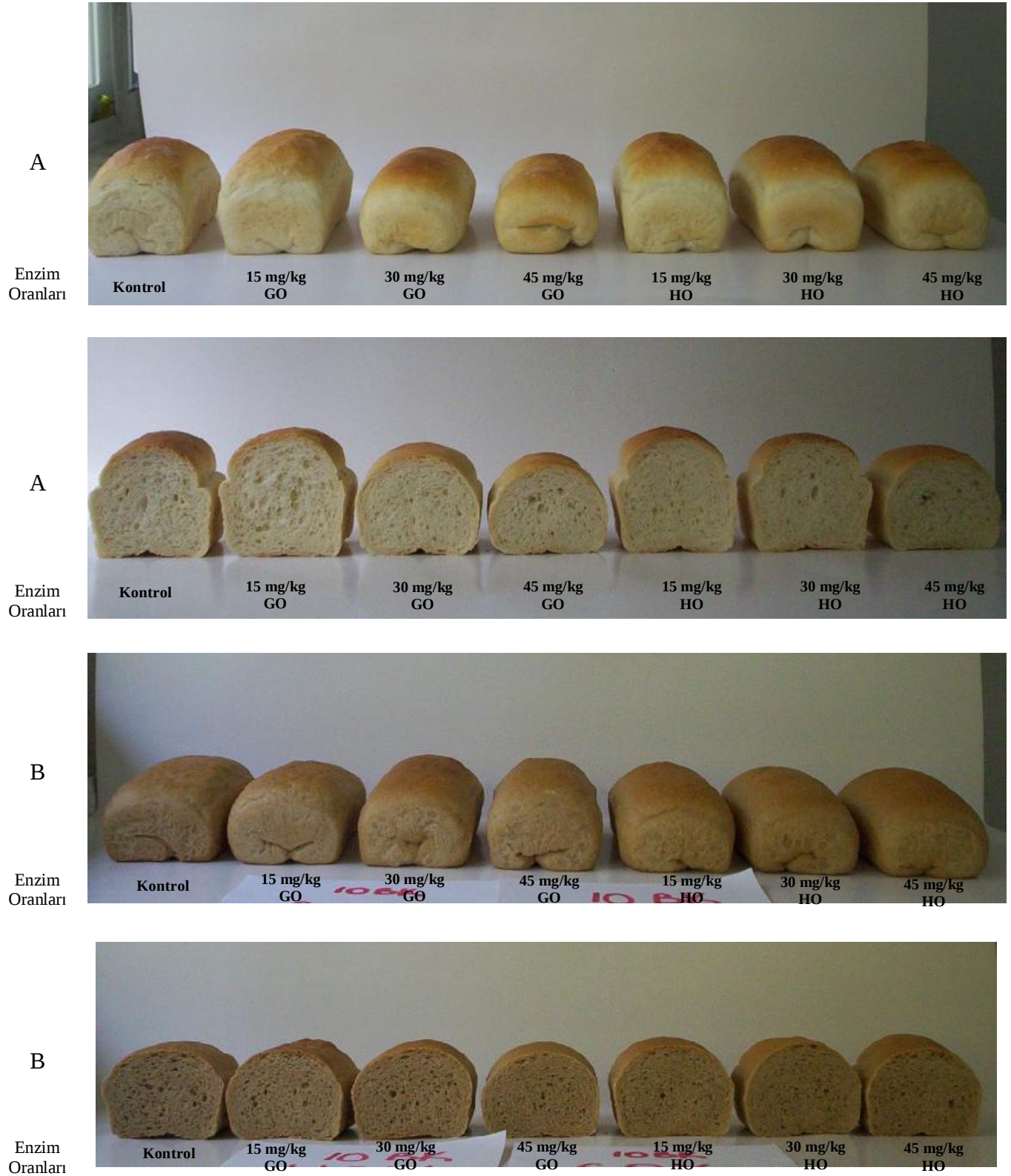
10.04.1974 yılında Antalya’da doğdum. İlkokulu Burdur’un Bucak ilçesine bağlı Kocaaliler Köyü İlkokulunda, orta ve liseyi Bucak’ta tamamladım. 1991 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimime başladım ve 1996 yılında mezun oldum. Aynı yıl Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladım. 1997 yılında aynı Üniversitede Gıda Mühendisliği Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandım. 2000 yılında SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimimi tamamladım. 2000 yılında YÖK’nun 35. maddesi uyarınca Süleyman Demirel Üniversitesi tarafından, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında doktora yapmak üzere görevlendirildim. Evli ve 1 çocuk annesiyim.

EKLER**EK 1. Ekmek Resimleri**

Şekil Ek 1. Birinci Grup Denemelerde Un-Buğday Kepeği Karışımları ile Üretilen Ekmekler : Katkısız (A) Katkılı [(B): %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit, SGPT düzeyde kuru gluten].



Şekil Ek 2. Birinci Grup Denemelerde Un-Mısır Kepeği Karışımları ile Üretilen Ekmekler : Katkısız (A) Katkılı [(B): %1 DATEM, 75 mg/kg Askorbik Asit, SGPT düzeyde kuru gluten].



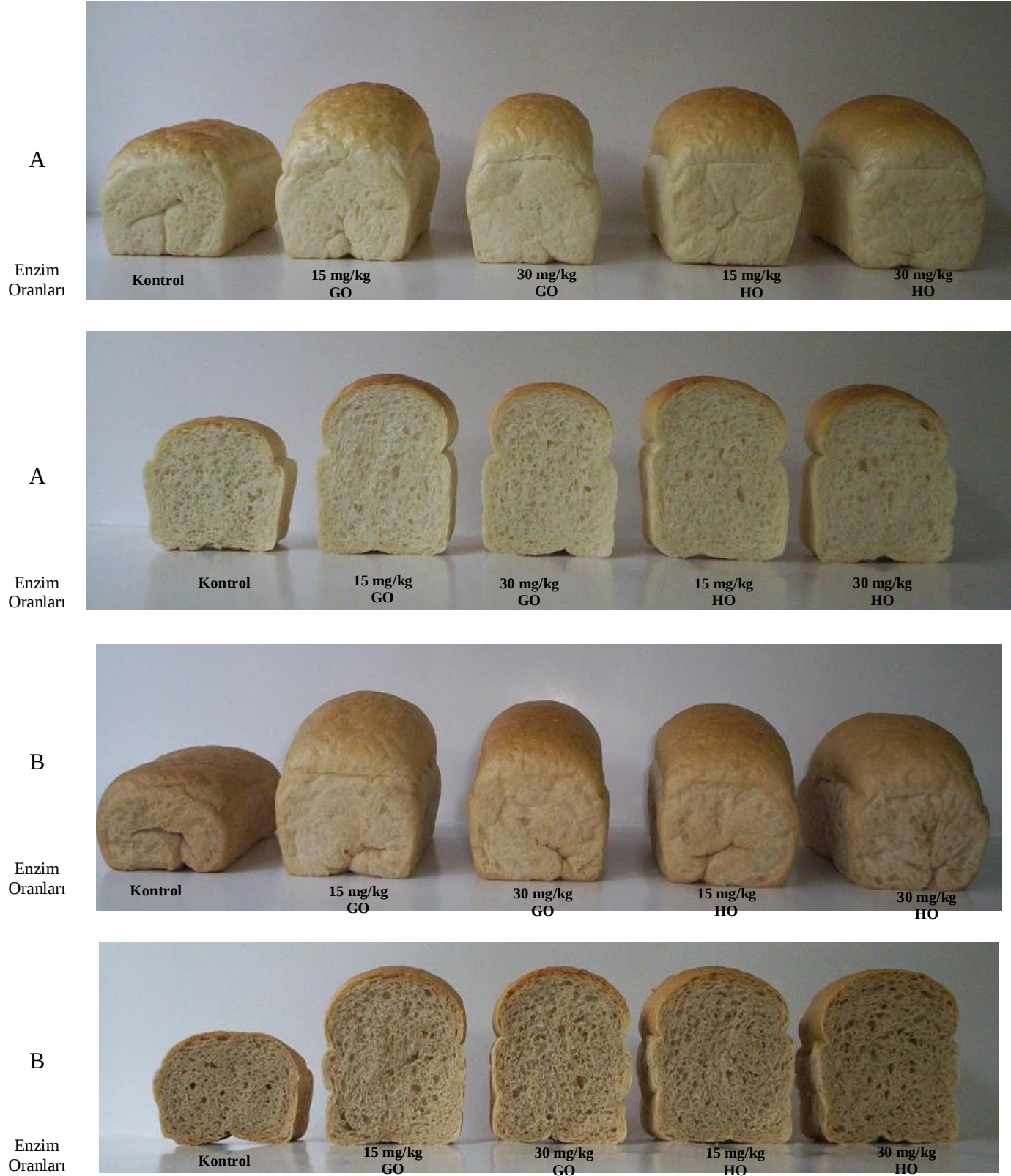
Şekil Ek 3. İkinci Grup Denemelerde Üretilen Ekmekler : Kontrol (A), %10 Buğday Kepeği İçeren Ekmekler (B), GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.



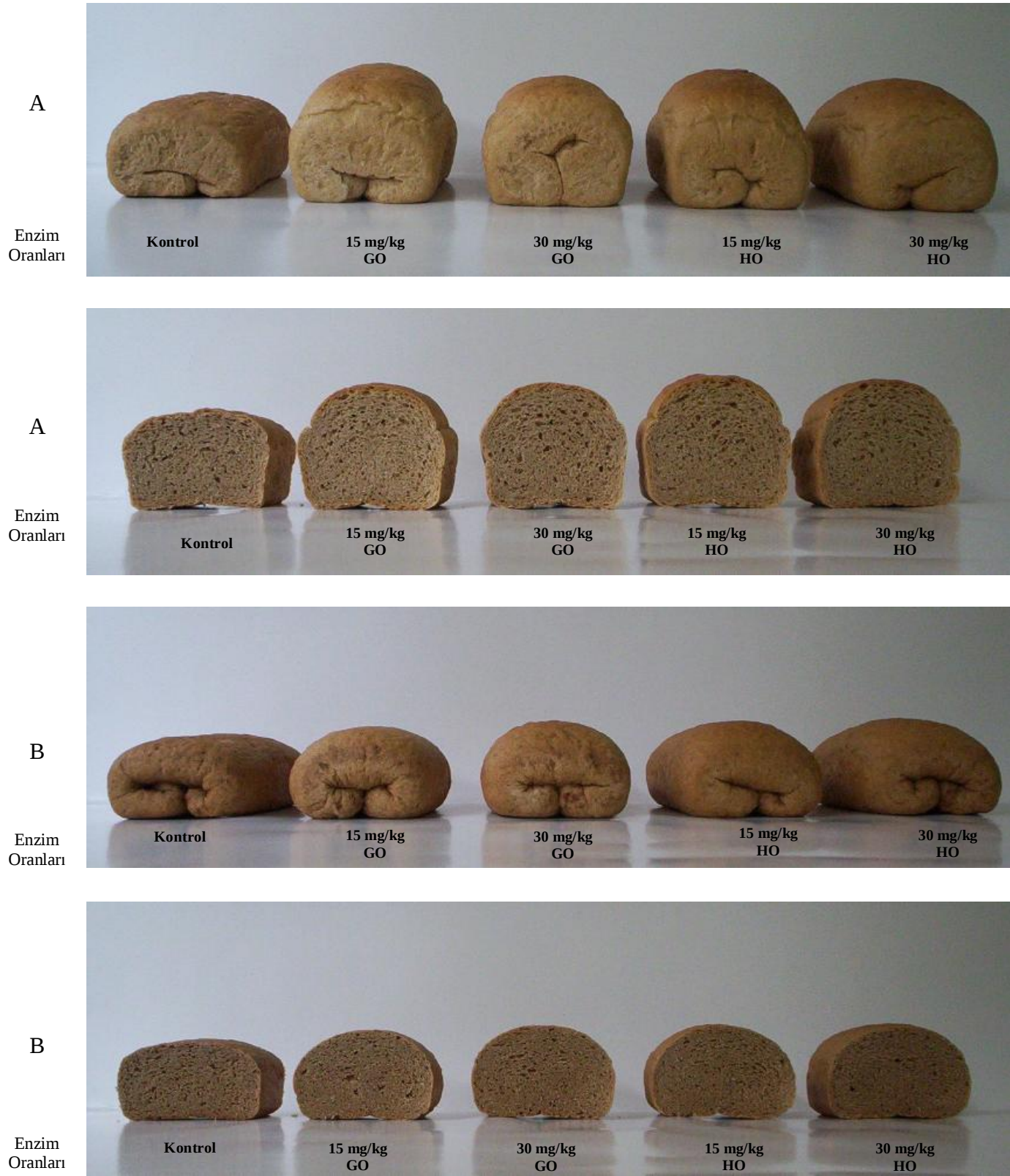
Şekil Ek 4. İkinci Grup Denemelerde Üretilen %20 (A) ve %30 (B) Buğday Kepeği İçeren Ekmekler
GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.



Şekil Ek 5. İkinci Grup Denemelerde Üretilen %10 (A) ve %20 (B) Mısır Kepeği İçeren Ekmekler
GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.

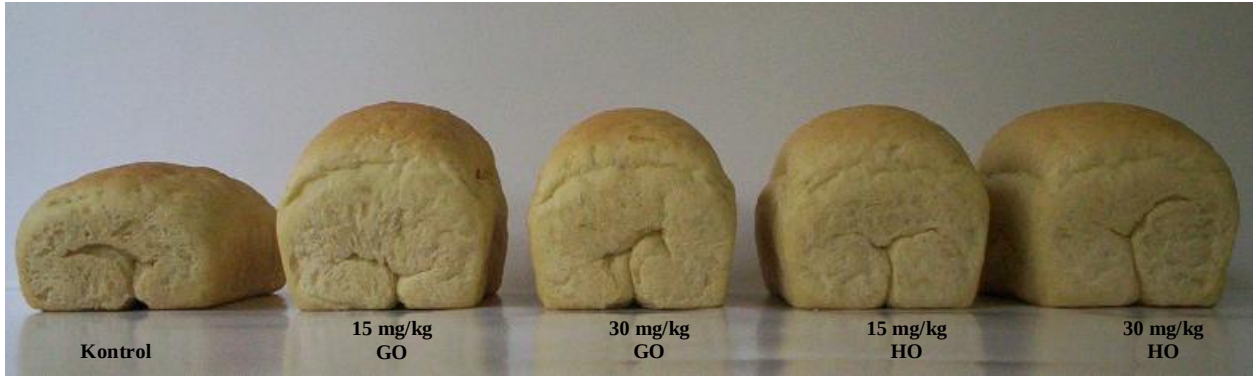


Şekil Ek 6. Üçüncü Grup Denemelerde Üretilen Ekmekler : Kontrol (A), %10 Buğday Kepeği İçeren Ekmekler (B), GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.

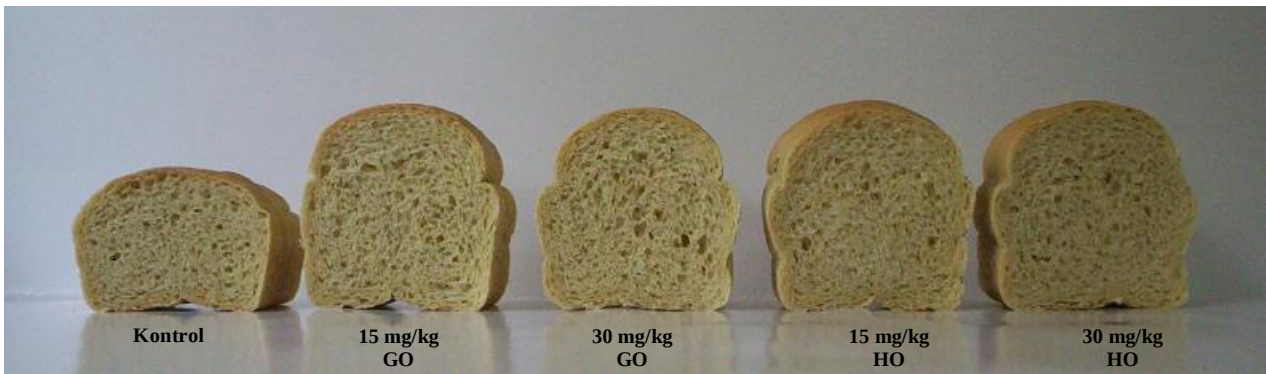


Şekil Ek 7. Üçüncü Grup Denemelerde Üretilen %20 (A) ve %30 (B) Buğday Kepeği İçeren Ekmekler
GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.

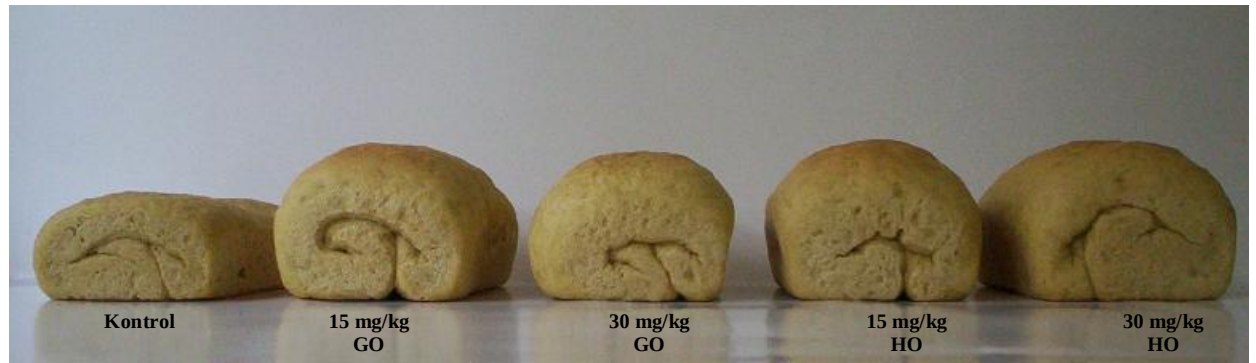
A

Enzim
Oranları

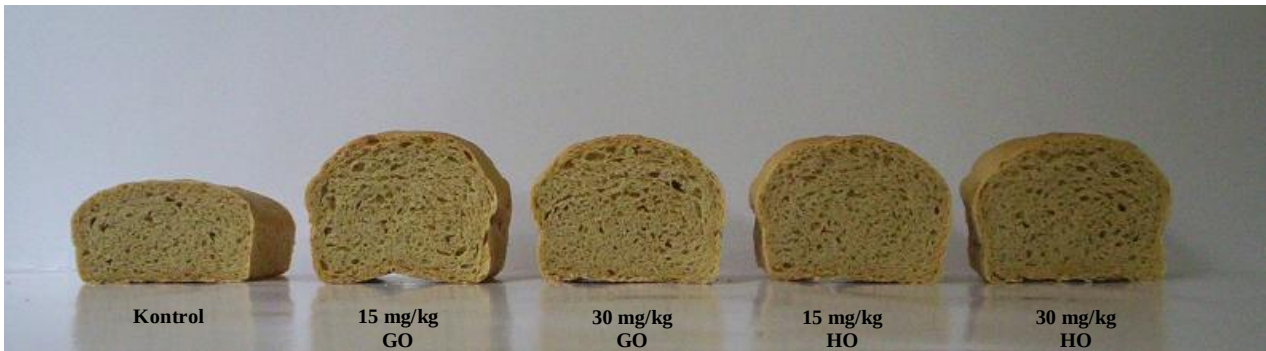
A

Enzim
Oranları

B

Enzim
Oranları

B

Enzim
Oranları

Şekil Ek 8. Üçüncü Grup Denemelerde Üretilen %10 (A) ve %20 (B) Mısır Kepeği İçeren Ekmekler
GO: Glikoz Oksidaz, HO: Heksoz Oksidaz.

EK 2. Duyusal Değerlendirme Formu

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU
EKMEK DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

DIŞ ÖZELLİKLER (Toplam 35 puan)

a- “Taban Genişliği/Yükseklik” Oranı (0-10 puan)

“Taban Genişliği/Yükseklik” Oranı	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
İyi kabarmış “Taban Genişliği/Yükseklik” <2 (9-10 puan)					
Kabarmış “Taban Genişliği/Yükseklik” =2 (6-8 puan)					
Yeterince kabarmamış “Taban Genişliği/Yükseklik” >2 (3-5puan)					
Kabarmamış-basık “Taban Genişliği/Yükseklik” = 3 (0-2 puan)					

b- Hacim (0-15 puan)

Hacim	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Tanık ile hemen hemen aynı hacimde (14-15 puan)					
Tanıktan biraz küçük (10-13 puan)					
Tanığın yarısı kadar (5-9 puan)					
Tanığın yarısından küçük (0-4 puan)					

c- Kabuk Rengi (0-5 puan) (Mısır Kepeği İçin)

Kabuk Rengi	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Parlak, açık kahverengi (5 puan)					
Parlak sarımsı – açık kahverengi (3-4 puan)					
Mat görünümlü, koyu sarı renkli, (1-2 puan)					
Koyu kahverengi (0 puan)					

d- Kabuk Yapısı (0-5 puan)

Kabuk Yapısı	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Düzgün ve pürüzsüz (kabukta belirgin bir hata yok) (5 puan)					
Hafif pürüzlü (4 puan)					
Kabukta çatlamlar ve/ya da az sayıda kabarcık var (2-3 puan)					
Yaygın kabarcıklar ve kabuk-iç ayrılması var (0-1 puan)					

İÇ ÖZELLİKLERİ (Toplam 35 puan)

a- Renk Homojenliği (0-5 puan)

Renk Homojenliği	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Homojen (5 puan)					
Çizgili ya da hafif dalgalı görünümde (3-4 puan)					
Belirgin dalgalı ya da halkalı görünümde (1-2 puan)					
Yer yer unsu görünümlü bölgeler var (0 puan)					

b- Gözenek Yapısı (0-10 puan)

Gözenek Yapısı	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Homojen: Çoğunlukla küçük-orta büyüklükte, elipsoidal, ince çeperli gözenekler; az sayıda iri ve çok küçük gözenekler var (9-10 puan)					
Homojen ve Küçük Gözenekli: Çoğunlukla küçük gözeneklerin gelişmiş olduğu yapı (7-8 puan)					
Heterojen: İri, orta ve çok küçük gözenekler, kalın ve ince gözenek çeperleri ile yer yer oyuklar var(5-6 puan)					
Az gelişmiş: Yer yer belirsiz delikler, çok küçük gözenekler ile oyuklar var (3-4 puan)					
Gelişmemiş: Genellikle deliksiz düz bir yapı, seyrek olarak çok küçük gözenekler ve oyuklar var (0-2 puan)					

c-Elastikiyet (0-10 puan)

Elastikiyet	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Elastik (Kolay deforme olup, hemen eski halini alıyor) (9-10 puan)					
Sert-elastik (Deformasyona hafif bir direnç gösteriyor, ama hemen eski halini alıyor) (6-8 puan)					
Zayıf elastik (Kolay deforme oluyor, eski halini yavaş-gecikmeli dönüyor) (3-5 puan)					
Plastik-Elastik (Kolay deforme oluyor, bir süre deforme halde kalıp eski halini tam alamıyor) (1-2 puan)					
Plastik (Eski haline dönemiyor) (0 puan)					

d- Elde Hissedilen Yumuşaklık (0-5 Puan)

Yumuşaklık	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Yumuşak (5 puan)					
Sert-yumuşak (4 puan)					
Pürüzlü-sert-yumuşak, ıslak (2-3 puan)					
Çok sert, ıslak (0-1 puan)					

e- Ağızda Hissedilen Yumuşaklık (0-5 Puan) (Buğday kepeği için)

Yumuşaklık	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Yumuşak kolay çiğnenebilir (4-5 puan)					
Biraz sert ve çiğnemesi biraz zor (3-4 puan)					
Çok sert zor çiğnenebilen, ağızda kuruluk hissi uyandıran (mısır kepeği için; ağızda kumlu bir his bırakan) (0-2 puan)					

LEZZET (Toplam 30 puan)

a- Koku (0-10 puan)

Koku	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Hoş a giden bir buğday (mısır) kepeği kokusu (9-10 puan)					
Belirgin kepek (buğday ya da mısır kepeği) kokusu (5-8 puan)					
Yabancı koku (3-4 puan)					
Kabul edilemez yabancı koku (0-2 puan)					

b- Aroma (0-10 puan)

Aroma	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Hoş bir ekmek aroması (9-10 puan)					
Biraz değişik (hoş a gidebilir) (5-8 puan)					
Zayıf, değişik (yabancı) (3-4 puan)					
Çok değişik (istenmeyen) (0-2 puan)					

c- Tat (0-10 puan)

Tat	Örnek Kodu				
	A	B	C	D	E
Çok hoş yabancı gelmeyen (9-10 puan)					
Biraz değişik (hoş a gidebilir) (5-8 puan)					
Yavan (3-4 puan)					
Yabancı tat (0-2 puan)					

Not: Buğday ve/ya da mısır kepeği kullanılan ekmekler ile ilgili yukarıda belirtilen özelliklerin dışında daha farklı görüşleriniz varsa lütfen belirtiniz.